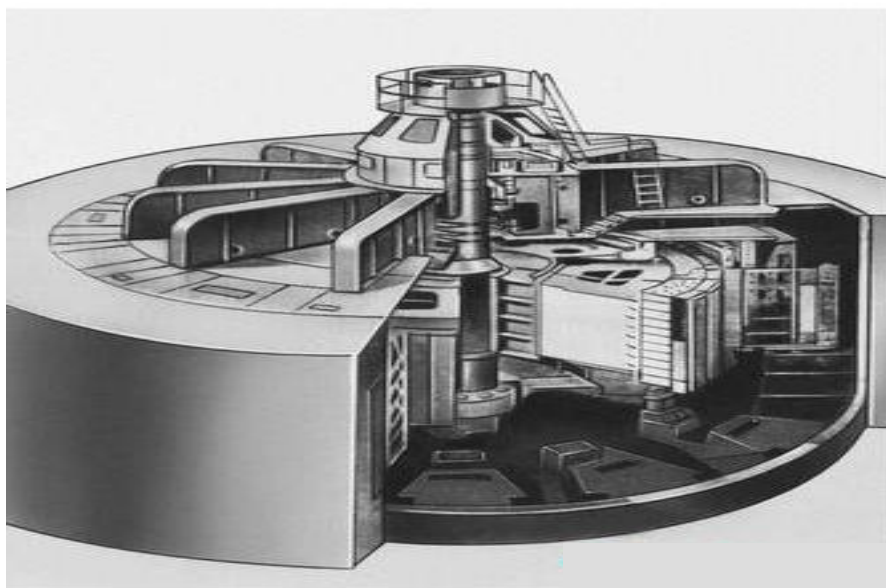


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
ENERGETIKA FAKULTETI**

STANSIYA VA PODSTANSIYALARNING ELEKTR QISMI

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun
uslubiy ko‘rsatmalar



TOSHKENT - 2017

Tuzuvchilar: H.F. Shamsutdinov, B.M. Pulatov, O.Yo. Nurmatov – “Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatma - Toshkent, ToshDTU, 2017 – 64 b.

Uslubiy ko‘rsatma «Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi» fanining asosiy bo‘limlarini o‘z ichiga oluvchi laboratoriya ishlarini bajarish uchun tuzilgan.

Laboratoriya ishlari maxsus stendlarda bajariladi. Laboratoriya ishlarini stendlarda bajarilishi natijasida talabalarda fan haqida aniq tasavvurlar shakllangan holda o‘z bilimlarini oshirishadi.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy – uslubiy kengashi qaroriga muvofiq chop etildi.

Taqrizchilar: Taslimov A.D.- Toshkent Davlat Texnika
Universiteti «Energetika» fakulteti
«Elektr ta’minoti» kafedrası mudiri.

Mirzayev A.T.- AK «Uzbekenergo» MDM boshlig‘i.

1 – LABORATORIYA ISHI

SINXRON GENERATORNI ENERGETIK TIZIMGA ULASH

Ishdan maqsad: Sinxron generatorni energetik tizimga ulash uslublarini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Generatorni tarmoqqa ulash aniq sinxronlash usuli yoki o'z-o'zini sinxronlash usuli yordamida amalga oshirilishi mumkin. Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashda, statorida tok sakrashi va rotorning aylanish momentini keskin o'zgarishi bo'lmagan holda, quyidagi 3 ta shartga rioya etilishi lozim:

- generator va tarmoq kuchlanishlari qiymat bo'yicha teng bo'lishi kerak;

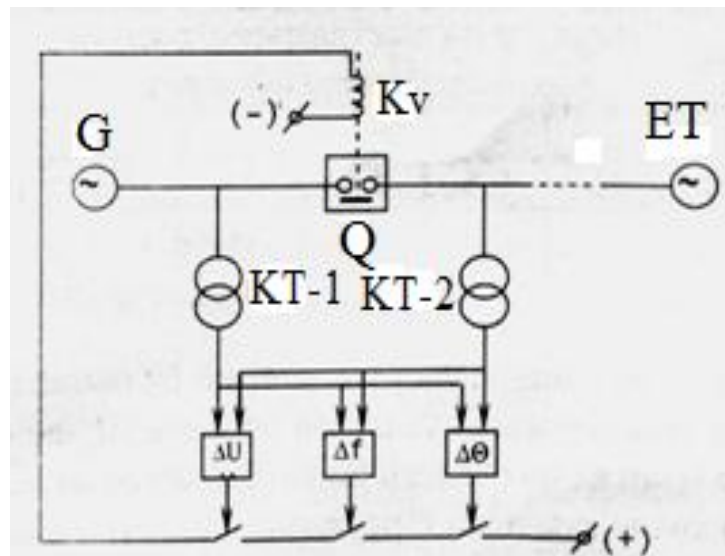
- bu kuchlanishlar fazalari bo'yicha mos kelishi kerak;

- generator va tarmoqning chastotalari teng bo'lishi kerak;

Kuchlanish qiymati bo'yicha sezilarli darajada farq bo'lganda va faza bo'yicha katta burchak siljishida, generator tarmoqqa ulanganda generatorida muvozanatlovchi tok hosil bo'adi. Kuchlanishlar qiymatlari bo'yicha taxminan teng bo'lmaganda va ular faza bo'yicha katta burchakka siljigan holda tarmoqqa ulashda generatorida muvozanatlovchi tok hosil bo'lib, u avariyaqiy oqibatlariga bo'lgan oqibatlariga olib keladi. Ayniqsa, kuchlanishni faza bo'yicha nomutanosibligida generatorni ulash hatarli. Generator va tarmoq kuchlanishi faza bo'yicha 180^0 ga burilishi yana ham og'irroq holat, tizimning quvvati esa generator quvvatidan bir necha marta katta. Ulash momentida generator chiqishida muvozanatlovchi tok qiymati uch fazali qisqa tutashuv zarbaviy tokidan 2 marta oshib ketadi. Bunday tokdan stator chulg'amlarining tashqi qismlari yoki transformator chulg'amlaridan biri shikastlanishi mumkin.

Chastotalar sezilarli farq qilganda generatorni ulash uchun momentni behato tanlash qiyin. Bundan tashqari, ulash momenti tanlanganda ham, rotor aylanish chastotasi va generator rotorlarining chastotasini boshlang'ich farqini kattaligi sababli, generator rotori to'htashga ulgurmaydi va sinxronizmga tusha olmaydi. Bu esa, stator toki va rotorning aylanish momenti qiymatlarini yo'l qo'yib bo'lmaydigan katta tebranishlarini vujudga keltiradi. Shuning uchun, aylanish chastotasining katta qiymatida va sinxronoskop sterelkasini tez tebranishida generatorni ulash mumkin emas. Biroq yuqorida aytilgan uchta shartga aniq rioya qilish, ayniqsa ohirgi ikkitasi, sinxronlash jarayonini sekinlashtiradi. Shuning uchun generatorni ulashda amalda

uncha katta bo'lmagan, xavfsiz tebranishlar paydo bo'lishiga ruxsat beriladi.



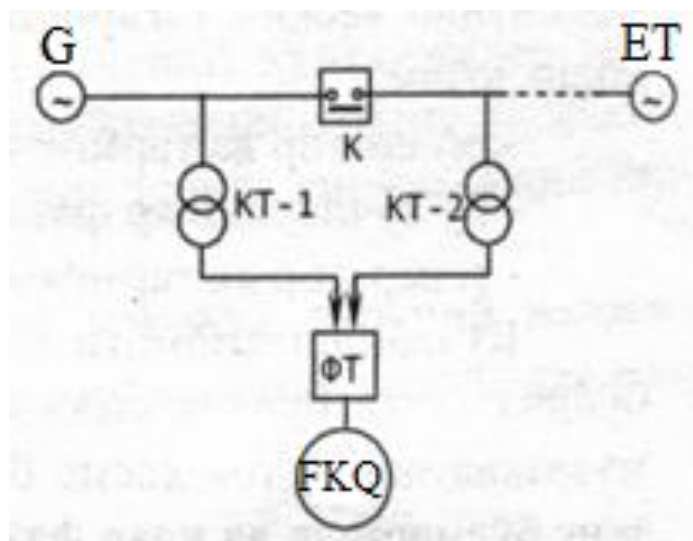
1.1-rasm. Aniq sinxronlash usulida ulanishining prinsipial sxemasi ΔU , Δf , $\Delta \theta$ - generato va tizm parametrlari farqini nazorat qiluvchi qurilma.

Shunday qilib sinxronlash, quyidagilarga amal qilgan holda bajariladi. Ular yuqorida keltirilgan ideal shartlardan bir muncha farqlanadi:- generator kuchlanishi tarmoq kuchlanishidan katta bo'lishi, lekin 5 % dan yuqori bo'lmasligi, ulangandan keyin generator reaktiv yuklamani o'ziga olishi kerak.

- ulab-uzgichni ulash uchun impuls sinxronoskopning strelkasi qizil chiziqqa yetgunicha berilishi kerak. Bu burchak ulab-uzgichni ulash vaqtiga mos kelishi va burchaklar farqi $8-12^0$ dan oshmasligi kerak.

- sinxronoskop strelkasi 2-3 ayla/min chastota bilan aylanishi uchun, generator kuchlanishi chastotasi tarmoq chastotasiga yaqin bo'lishi kerak.

Avariyaaviy shartlarda, tizimdagi chastota doimiy bo'lganda, generatorni aniq sinxronlash bir necha minutga cho'zilishi mumkin. Shuning uchun chastota va kuchlanishning pasayishi va tebranishi bilan bog'liq avariyalarni bartaraf etishda, 165 MVt dan kichik quvvatli generatorlarni tarmoqqa ulash o'z-o'zini sinxronlash usulida amalga oshirilishi kerak. 165 MVt va undan katta quvvatli generatorlarni o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan ulashga tayyorlovchi zavodlar ruxsat bermaydi. Chunki, bunday ulash momentida katta o'tish toklari hosil bo'ladi.



1.2- rasm. Generator va tizm fazalarini ketma-ketligini tekshirish uchun prinsipial sxema FKQ-fazalar ketma-ketligini tekshirish qurilmasi

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}									

O‘z-o‘zini sinxronlash usuli bo‘yicha generator tarmoqqa qo‘zgatishsiz, aylanish chastotasi sinxronga yaqin bo‘lganda ulanadi (sirpanish $\pm 2 \div 5\%$). Undan keyin MAS (maydonni avtomatik so‘ndirish) ulanishi bilan generator qo‘zgiladi va 1-2 sek. ichida sinxronizmga tortiladi. Shuntli reostat generatorni ulashdan oldin salt ishlash xolatiga o‘rnatilgan bo‘lishi kerak. Normal sharoitda o‘z-o‘zini sinxronlash usuli barcha gidrogeneratorlarga, barcha turdagi sinxron kompensatorlarga, generator-transformator blokli sxema bo‘yicha ishlovchi bilvosita sovutishli turbogeneratorlarga qo‘llasa bo‘ladi. Agar stator tokining simmetrik tashkil etuvchisi $3,5I_{nom}$ dan oshmasa, unda shinalarga ulanadigan turbogeneratorlarga ham o‘z-o‘zini sinxronlashni qo‘llasa bo‘ladi.

Ulash momentida o‘z-o‘zini sinxronlash toki

$$I_{zar} = \frac{1,05 \cdot U_{max}}{x_t + x_d'}$$

bu yerda x_t - ulanayotgan generator quvvatiga keltirilgan tarmoqning nisbiy qarshiligi, U_{nom} - generator kuchlanishiga keltirilgan tarmoqning fazaviy kuchlanishi.

O‘z-o‘zini sinxronlash usulining afzalligi soddaligi, generatorni tarmoqqa ulashni butunlay avtomatlashtirish imkoni borligi, ulashning tezligida.

Kamchiliklari esa: normal holatlarda qo‘llashning mumkin emasligi. Chunki generatorni bevosita shinalarga ulaganda, shinalarga ulangan iste’molchilarda yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan kuchlanishlar paydo bo‘ladi.

Laboratoriya ishining dasturi.

1. Generatorni ET ga ulash uchun stendning eksperimental sxemasini o‘rganish.

2. Sinxron generator va ET parametrlarini sinxronlash kolonkasidan foydalangan holda kerakli qiymatga keltirish.

3. Aniq sinxronlash usuli. Ulashning prinsipial sxemasi.

4. Muvozanatlovchi tok qiymatini generator va tizim parametrlariga mos kelmagan funksiya sifatida ko‘rinishi.

5. O‘z-o‘zini sinxronlash usuli. Ulashning prinsipial sxemasi.

6. Muvozanatlovchi tok qiymatini o‘z-o‘zini sinxronlash usulini qo‘llash me‘zoni sifatida ko‘rinishi.

Ishni bajarish tartibi.

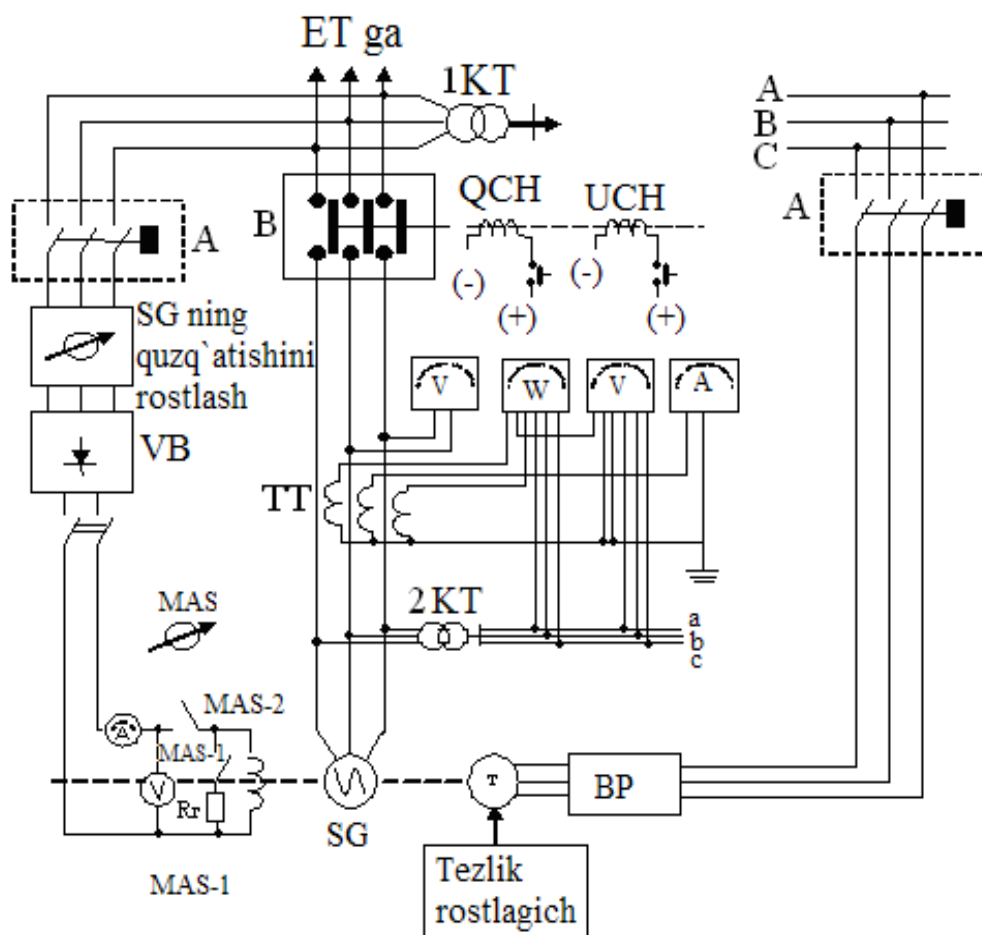
1. Laboratoriya stendining sxemasi bilan tanishib chiqing (1.3-rasm). Qo‘zg‘atishni rostlagich boshlang‘ich va tezlik rostlagich boshlang‘ich holatda bo‘lishi lozim.

2. Stenddagi barcha avtomatlarni ulab tarmoq kuchlanishi va chastotasini ulchov uskunalaridan tekshiriladi.

3. Generatorni ishga tushirib generator chastotasi, kuchlanishi tarmoq kuchlanishi va chastotasiga mosligi, fazalar ketma-ketligi tekshiriladi.

4. Sinxronlash shartlari bajarilgandan so‘ng, sinxronoskop strelkasi tezlik rostlagich orqali sekinlashtiriladi.

5. Sinxronoskop strelkasi qizil chiziqqa kelishi bilan generatorni tarmoqqa ulovchi tugma (B) bosiladi va generator sinxronizmga tortiladi.



1.3-rasm.Laboratoriya standining prinsipial sxemasi.

Hisobotni tayyorlash.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- standart shakildagi titul varag'i
- ishning maqsadi
- generatorlarni tarmoqqa ulash haqida qisqacha ma'lumot
- tajriba stedining sxemalari
- o'lchov natijalari yozilgan jadvallar
- laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- Generatorni aniq sinxronlash usuli bilan ulashning 3 ta shartini ayting ?
- Sinxronlash kolonkasining qo'llanilishi ?
- Generatorni tizimga ulashda paydo bo'ladigan 3 ta katta zarbaviy tokning oqibatlari ?
- Turli xil generatorlar uchun o'z-o'zini sinxronlash usulini qo'llash mezonini?
- Generatorni tizimga ulashni ikkala usullarining afzallik va kamchiliklari?

2- LABORATORIYA ISHI

GENERATORLARNING ISH REJIMLARINI TADQIQ QILISH.

Ishdan maqsad: Generatorlarning turli xil ish rejimlarini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Generatorlarning ish holatlarini boshqarishda stator va rotor havo oralig'idagi magnit oqimini kerakli darajada ushlab turishga bog'liqdir. Stator toki qo'g'atish toki hosil qilgan magnit maydonga teskari bo'lgan magnit maydon hosil qiladi. Natijaviy magnit maydonning o'zgarishini rostlash qo'zg'atgich hosil qilgan magnit maydonini o'zgartirish orqali rostlanadi. Buning uchun generatorning ish rejimiga bog'liq holda generatorning qo'zg'atish toki keng diapazonda o'zgarishi lozim.

Qo'zg'atish toki normal ish holatlarida generatorning kuchlanishiga, statorning aktiv va reaktiv tokiga bog'liqdir. Shuningdek qo'zg'atish tokini o'zgartirish orqali sinxron mashinadagi kuchlanish tushuvini kompensatsiyalashi lozim.

Generatorni qo'zg'atishni ikki holati mavjud: o'ta qo'zg'atish va qo'zg'atilmagan. O'ta qo'zg'atish holatida tarmoqqa aktiv va reaktiv quvvat uzatiladi. Qo'zg'atilmagan holatida generator reaktiv quvvat iste'mol qiladi.

Kopmensor holatida ishlayotgan sinxron generator tomonidan ishlab chiqarilayotgan yoki iste'mol qilinayotgan reaktiv quvvat qo'zg'atish tokiga bog'liq. Qo'zg'atish tokini o'zgarishi bilan stator chulg'amidagi EYuK Y_{ek} ham o'zgaradi. Generatorning EYuK qiymati jihatdan tarmoq kuchlanishiga teng bo'lgan holat generatorning salt ishlash holati deyiladi. Qo'zg'atish tokini oshirish natijasida generatorning EYuK chiqishlaridagi kuchlanishdan katta bo'ladi (o'ta qo'zg'atish).

Sinxron gidrogeneratorlar va turbogeneratorlar sinxron kompensator holatida ishlashi mumkin.

Generatorlarning ikki ish holatlari mavjud: normal va nonormal holatlar. Normal ish holati sifatida uzoq muddat ishlashi ko'zda tutilgan holatlar: kuchlanishi $U_{gen} = \pm 5\% U_{nom}$ bo'lganda pasport ma'lumotida ko'rsatilgan yuklamalarda va turli xil cosφ larda ishlashi.

Nonormal holatlarga asinxron holat, avariyaaviy o'ta yuklanish, qo'zg'atishni yo'qotish va shu kabilar kiradi.

Asinxron holat. Normal holatda generatorlar parallel ishlashga ulangan, sinxron ishlamoqda. Sinxron ish holatida barcha

generatorlarning EYuK bir xil chastotaga ega, shuningdek ularning vektorlari bir xil burchak tezligida aylanadi. Biror bir generatorni yoki generatorlar gruppasini turg'un ish holatini buzilishi natijasida sinxron generatorlarning asinxron yurishi yuzaga keladi.

Asinxron yurish – generatorning shunday ish holati hisoblanadiki, bunda rotorning aylanishi tezligi statorning magnit maydon aylanish tezligiga mos kelmaydi.

Sinxron generatorlarning asinxron yurishining ikkita turi mavjud:

1. Stansiyadagi o'rnatilgan generatorlarning birining shu stansiyadagi generatorlarga nisbatan asinxron yurishi;
2. Generatorlar gruppasining (stansiyalar gruppasi) boshqa generatorlar gruppasiga (tizim) nisbatan asinxron yurishi.

Turbogeneratorlar asinxron ish holatiga qo'zg'atishni yo'qotganda yoki qo'zg'atish tizimini kritik chegaradan tushib ketishi natijasida asinxron momenti hosil bo'lgandagina o'tadi.

Sinxron elektromagnit moment tushunchasi sifatida generator statorining aylanuvchi magnit oqimi bilan rotor chulg'amida qo'zg'atish tokining oqishidan hosil bo'luvchi magnit oqimlarning o'zaro ta'sirining natijasi tushuniladi. Generatorlarning turg'un sinxron ishlashi mobaynida ushbu moment turbinaning aylanish momentiga nisbatan tormozlovchi hisobalanadi. Qo'zg'atishni yo'qotish yoki tushib ketishi natijasida sinxron momentni yo'qotilishi yoki turbinaning aylanish momentidan tushib ketishidan generator rotorining aylanish chastotasi ortadi hamda statorning aylanuvchi magnit maydoniga nisbatan rotorning sirpanishi vujudga keladi. Buning natijasida barcha yopiq rotorli konturlarda stator tomonidan sirpanish chastotasiga ega bo'lgan toklar hosil bo'ladi. Ushbu toklar tormozlovchi asinxron moment hosil qiladi va ushbu momentning maksimumi turbina hosil qilayotgan momentdan katta bo'lsa rotorning tezlanishi to'xtaydi hamda generator tarmoqqa asinxron rejimda aktiv quvvat beradi.

Laboratoriya ishining dasturi.

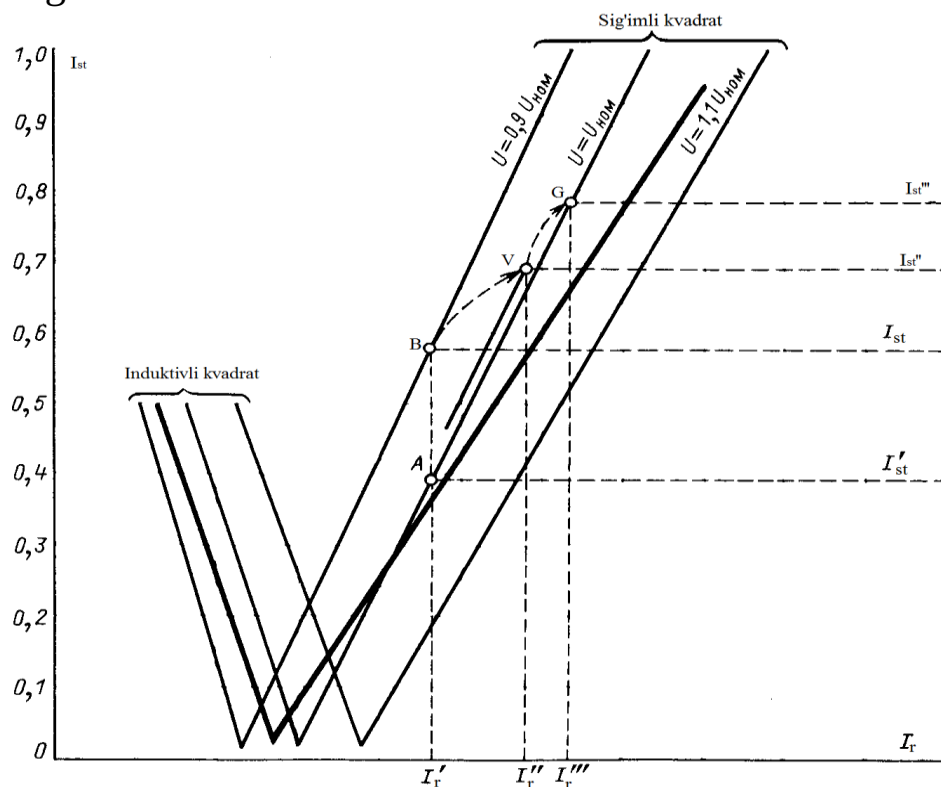
1. Generator bilan aktiv quvvatni rostlash.
2. Sinxron generatorning reaktiv quvvatini rostlash.
3. Sinxron kompensatorning V simon tavsifini olish.
4. Generatorning asinxron yurishi.
5. Sinxron generatorning kompensator ish holati.
6. Sinxron generatorning sinxronlash kolonkalarining vazifasi.

Generatorni sinxron kompensator holatida ishlashi. Energetika tizimida reaktiv quvvat tanqisligi yoki ortishi natijasida sinxron generatorlar qo'zg'atish tokini keng diapazonda rostlash imkonini beruvchi sinxron kompensator holatida ishlashi mumkin. Qo'zg'atish toki salt ishlash tokiga teng bo'lganda tarmoqdan uncha katta bo'lmagan aktiv quvvat (mashinadagi isroflar bilan aniqlanadigan) iste'mol qiladi. Agarda qo'zg'atish toki kamaytirilsa (qo'zg'atilmagan holat), generator energetika tizimidan iste'mol qilayotgan tokda induktiv tashkil etuvchi paydo bo'lib va ushbu tashkil etuvchi qanchalik katta bo'lsa qo'zg'atilmaganlik shunchalik ko'p bo'ladi.

O'ta qo'zg'atish holatida generator ilgari lanma tokni iste'mol qilgan holda tarmoqni sig'imi tok bilan yuklaydi.

Yuqoridagilardan huloa qilganda, stator toki I_{st} va fazasiga qo'zg'atish toki I_r ta'sir etadi.

Stator va rotor toklari orasidagi bog'lanish $I_{st} = f(I_r)$ stator chiqishidagi kuchlanishning har xil o'zgarma qiymatlaridagi V simon tavsiflarning oilasini bildiradi.



2.1 – rasm. Sinxron kompensator holatida ishlayotgan sinxron generatorning V simon tavsiflari.

Tavsifning o'ng tomoni kompensatorning sig'imi ish holatiga, chap tomoni esa induktiv ish holatiga to'g'ri keladi.

$U=\text{const}$; $P_g=\text{const}$ (0,5; 1,0; 1,5) bo'lgandagi sinxron generatorning V simon tavsifini qo'rish uchun jadval

2.1 - jadval

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

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- standart shakildagi titul varag'i
- ishning maqsadi
- generatorning aktiv va reaktiv quvvatini rostdash
- generatorlarning ish holatlari
- sinxron kompensator ish holatida ishlayotgan sinxron generatorlarning V simon tavsiflarini qurish.

Sinov savollari.

- Generatorlarning ish holatlarini tushuntirib bering?
- Generatorlarning aktiv va reaktiv quvvatlarini rostdash qanday amalga oshadi?
- Sinxron generatorning asinxron yurishining yuzaga kelish sabablarini tushuntirib bering?

3-LABORATORIYA ISHI TRANSFORMATOR CHULG'AMLARINING ULANISH GURUHLARI, SXEMALARI VA ASOSIY PARAMETRLARINI O'RGANISH

Ishdan maqsad: Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlari va sxemalarini aniqlash usullarini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Transformatorlarning chulg'amlari, odatda, yulduz Y, chiqarilgan neytralli yulduz Yo va uchburchak Δ ko'rinishidagi sxemalar bo'yicha ulanadi. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning EYUK lari (E_1 va E_2) orasidagi fazalar siljishini shartli ravishda ulanishlar guruhi bilan ifodalash qabul qilingan.

Uch fazali transformatorlarning chulg'amlarini turlicha ulash yo'li bilan ulanishlarning o'n ikkita turli guruhini olish mumkin, bunda chulg'amlarni yulduz-yulduz sxemasida ulashda istalgan 2, 4, 6, 8, 10, 0

juft guruhni, yulduz-uchburchak yoki uchburchak-yulduz sxemasida ulashda istalgan 1, 3, 5, 7, 9, 11 tok guruhni hosil qilinadi.

Chulg'amning ulanish sxemasi belgisining o'ng tomoniga uning ulanish guruhi yoziladi.

Chulg'amlarning nol nuqtasini chiqarib, yulduz sxemasida ulash chulg'am neytrali erga tutashtirilishi zarur bo'lgan holda qo'llaniladi. YUK chulg'ami 330 kV va undan yuqori kuchlanishli transformatorlar va hamma avtotransformatorlarda YUK chulg'amlari neytralini erga samarali tutashtirish shart. 110, 150 va 220 kV li tizimlar ham neytrali erga samarali tutashtirilgan holda ishlaydi, biroq bir fazali qisqa tutashuv tokini kamaytirish uchun transformatorlar neytralining bir qismi erga ulanmaydi. Chunki, chiqarilgan nol simlar izolyatsiyasi, odatda, to'la kuchlanishga hisoblanmaydi, shuning uchun neytrali erga ulanmagan ish rejimida hosil bo'lishi ehtimoli bor o'takuchlanishlarni transformatorning nol nuqtasiga ventilli razryadniklarni biriktirish yo'li bilan kamaytirish mumkin. Shuningdek, to'rt simli 380/220 va 220/127 V tarmoqlarni ta'minlovchi transformatorlarning ikkilamchi chulg'amidagi neytral ham erga tutashtiriladi. 10-35 kV li kuchlanishdagi chulg'amlar neytrali erga ulanmaydi yoki sig'im toklarini kompensatsiya qilish uchun yoy so'ndiruvchi g'altak orqali erga ulanadi.

Laboratoriya ishining dasturi.

1. Transformatorni tashqi ko'rikdan o'tkazish.
2. Transformator chulg'amlarining izolyatsiya qarshiligini tekshirish. Transformator chulg'amlarining namlik darajasini aniqlash.
3. Transformatorning transformatsiya koeffitsientini barcha shahobchalar bo'yicha aniqlash.
4. Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlarini tekshirish.
5. Uch fazali transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish.

Ishni bajarish tartibi.

1. Transformatorni ko'zdan kechiring. Pasport ma'lumotlarini yozib oling.
2. Har bir chulg'amni yerga nisbatan hamda chulg'amlarga nisbatan izolyatsiya qarshiligini o'lchang. O'lchash megommetr yordamida 1

minut davomida amalga oshiriladi. Absorsiya ko'effitsientini quyidagi ifoda orqali aniqlang:

$$K_{ab} = \frac{R_{60}''}{R_{15}''}$$

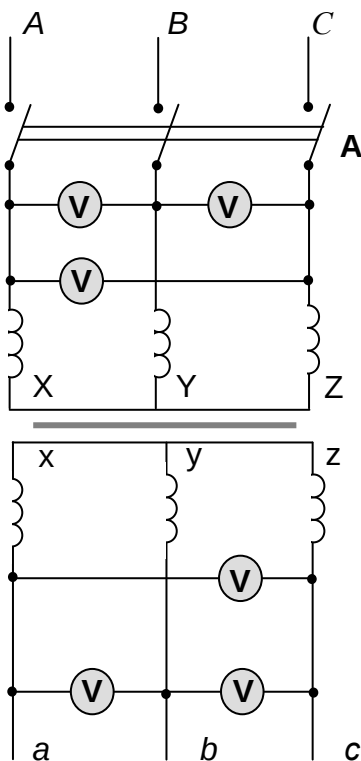
3. Transformator chulg'aming qarshiligini o'zgaras tok orqali o'lchang. O'lchashni har bir yuqori va pastki chulg'amlarda Vitson ko'prigi orqali amalga oshiring. Transformator chulg'amlarining ulanish sxemasini chizing.

4. Har bir chulg'amlarora transformatorning transformatsiya ko'effitsientini aniqlang. Buning uchun 3.1-rasmni yig'ing. Transformatorning faqat yuqori chulg'amiga 220 V kuchlanish berib va bir vaqtning o'zida yuqori va pastki chulg'amlardagi kuchlanishlarni o'lchang.

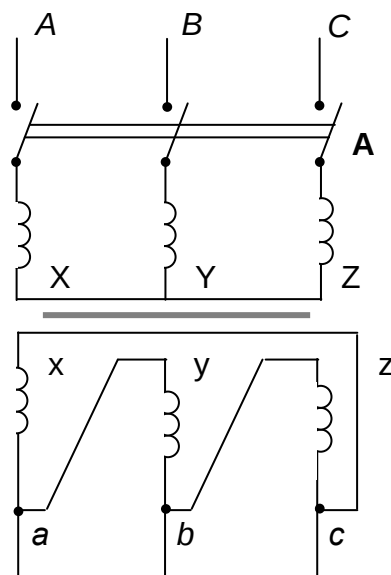
O'lchash natijalarini 3.1-jadvalga kiriting.

3.1-jadval

Transfor- ma-or turi	A-B			B-C			A-C			$K = \frac{K_{ab} + K_{bc} + K_{ca}}{3}$
	U_{AB}	U_{ab}	K_{ab}	U_{BC}	U_{bc}	K_{bc}	U_A C	U_{ac}	K_{ac}	



3.1-rasm. Δ/Δ ulanish guruhli transformator.



3.2-rasm. Δ/Δ ulanish guruhli transformator.

Uch fazali transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish

Transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish ikki usul orqali aniqlanadi: 1 – polyarometr usuli; 2 – voltmetr usuli.

Quyida transformatorlarning ulanish guruhini voltmetr usulida aniqlash ko‘rsatilgan.

Transformatorning yuqori kuchlanish chulg‘amlariga (AB) 2-4 V li batareya manbasi ulanadi. Past kuchlanish chulg‘amlariga (*ab*, *bc*) vaqti – vaqti bilan millivoltmetr ulanadi hamda uskuna ko‘rsatkichining og‘ishi yozib olinadi. Laboratoriyani qolgan yuqori kuchlanish chulg‘amlari (BC va AC) uchun ham shu tartibda bajariladi.

Natijalar 1-jadvalga kiritiladi. Galvanometr ko‘rsatkichining o‘ng tomonga og‘ishi «+» ishorasini, chap tomonga og‘ishi «-» ishorasini bildiradi.

Transformatorlarning har bir ulanish guruhi 3.2-jadvalga mos kelishi lozim.

3.2-jadval. Transformatorlarning ulanish gurhlarini aniqlovchi jadval.

3.2-jadval

▲/Δ - 1 guruh			
	A B	B C	C A
ab	+	0	+
bc	-	+	0
ac	0	+	+

▲/Δ - 7 guruh			
	A B	B C	C A
ab	-	0	-
bc	+	-	0
ac	0	-	-

▲/Δ - 11 guruh			
	A B	B C	C A
ab	+	-	0
bc	0	+	+
ac	+	0	+

▲/Δ - 5 guruh			
	A B	B C	C A
ab	-	+	0
bc	0	-	-
ac	-	0	-

▲/▲ - 6 guruh			
	A B	B C	C A
ab	-	+	-
bc	+	-	-
ac	-	-	-

▲/▲ - 12 guruh			
	A B	B C	C A
ab	+	-	+
bc	-	+	+
ac	+	+	+

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) o'lchov natijalari yozilgan jadvallar
- g) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

1. Transformator chulg'amlarining izolyatsiyasi sinash tartibini tushuntirib bering?
2. Transformatorning qaynday ulanish guruxlarini bilasiz?
3. Transformatorlarning ulanish guruhlari nima maqsadda aniqlanadi?

4-LABORATORIYA ISHI TRANSFORMATORLARNI PARALLEL ISHLATISH.

Ishdan maqsad: Transformatorlarni parallel ishga tushirishni laboratoriya stendida sinash.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Transformatorlar parallel ishlaganda ularning birlamchi chulg'ami umumiy tok manbaidan yoki elektr tarmog'idan energiya oladi va ikkilamchi chulg'amlari umumiy iste'molchini energiya bilan ta'minlaydi.

Transformatorlar parallel ishlaganda iste'molchilarga beriladigan quvvatning eng katta qiymati ayrim transformatorlarning nominal quvvatlari yig'indisi bilan aniqlanadi, boshqacha aytganda ularning nominal quvvatlari o'zaro qo'shiladi. Agar biror korxona podstantsiyasida oldin bitta transformator o'rnatilgan bo'lsa, vaqt o'tishi bilan korxona kengaytirilib yangi sexlar quriladi. Bunda korxonaning umumiy iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun bitta transformatorning quvvati yetmay qoladi. Bunday sharoitda ishlab turgan transformatorga parallel qilib ikkinchi transformator ulanadi va iste'molchilar yetarli energiya bilan ta'minlanadi.

Quvvati o'zgarib turadigan korxona podstantsiyasida bir nechta transformatorlarning parallel ishlashi elektr energiyasining iste'molchilar orasida tejamli taqsimlanishini va turli hollarda energiya bilan uzluksiz ta'minlashni yaxshilaydi. Parallel ishlab turgan transformatorlardan birortasi ishdan chiqib qolsa, iste'molchilar elektr

energiyasiz qolmaydi, ishlab turgan transformatorlar iste'molchilarni yetarli energiya bilan ta'minlaydi. Energiya iste'mol qilish kamaygan vaqtlarda ba'zi transformatorlar elektr tarmog'idan uzib qo'yiladi. Iste'molchilar quvvatiga qarab parallel ishlaydigan transformatorlar quvvatini aniqlash va ularni ratsional ishlatish elektr energiyasi bilan ta'minlashning foydali ish koeffitsiyentini oshiradi.

Parallel ulangan transformatorlar salt ishlaganda ham ularning chulg'amlaridan tenglashtiruvchi toklar o'tmasligi lozim; yuklama bilan ishlayotgan transformatorlarda esa iste'molchilarning quvvati transformatorlarning nominal quvvatlariga proporsional taqsimlanishi lozim. Bularga erishish uchun transformatorlar parallel ulanayotganda quyidagi asosiy shartlar bajarilishi talab qilinadi:

1. Parallel ulanadigan transformatorning birlamchi chulg'aming nominal kuchlanishi ishlab turgan transformatorlarning birlamchi nominal kuchlanishiga teng bo'lishi kerak; transformatsiya koeffitsiyenti ham teng bo'lishi lozim:

$$U_{11} = U_{12} = U_{13} = \dots$$

$$K_1 = K_2 = K_3 = \dots$$

Bunda transformatorlarning ikkilamchi kuchlanishlari ham o'zaro teng bo'ladi. Agar ushbu shart bajarilmasa, hatto ular salt ishlaganda ham transformatorlarning chulg'amlaridan tenglashtiruvchi tok o'ta boshlaydi. Bu tokning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I_t = \frac{U_{21} - U_{22}}{z_{k1} + z_{k2}} = \frac{\Delta U}{z_{k1} + z_{k2}}$$

bu yerda ΔU - kuchlanishlar farqi; z_{k1} va z_{k2} - transformatorlarning qisqa tutashuv qarshiliklari.

2. Parallel ulanadigan va ishlab turgan transformatorlar chulg'amlarining ulanish guruhlarini bir xil bo'lishi lozim. Bu shart bajarilganda transformatorlarning ikkilamchi chulg'am faza kuchlanishlari (yoki EYuKlari) ning vektorlari bir fazada bo'ladi. Agarda ushbu shart bajarilmasa, ularning ikkilamchi kuchlanishlari o'zaro ma'lum burchakka siljiganligi natijasida kuchlanishlar farqi ΔU vujudga keladi va transformatorlar zanjirida tenglashtiruvchi tok o'ta boshlaydi. Bu tok ularning nominal tokidan bir necha marta katta bo'lishi mumkin.

3. Parallel ulanayotgan va ishlab turgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari o'zaro teng bo'lishi lozim, ya'ni:

$$u_{k1} \% = u_{k2} \% = u_{k3} \% = \dots$$

Parallel ishlab turgan transformatorlar orasida yuklama toklari ularning qisqa tutashuv kuchlanishlariga teskari proporsional ravishda taqsimlanadi. Agar bu shart bajarilmasa, kuchlanishlari teng bo'lmasa ularda yuklama quvvati qisqa tutashuv kuchlanishlariga teskari proporsional bo'ladi. Natijada parallel ulangan transformatorlarning nominal quvvatlari teng bo'lganda ham, ularda yuklama quvvati barobar taqsimlanmaydi. Bunda qisqa tutashuv kuchlanishining qiymati kichik transformator yuklamasi nominal qiymatidan katta bo'ladi. Agar bu transformator nominal yuklama bilan ishlasa, boshqa transformatorlarning yuklanishi nominal qiymatdan kichik bo'ladi. Bunda ba'zi transformatorlarning nominal quvvatidan to'la foydalanish mumkin bo'lmay qoladi.

Amalda qisqa tutashuv kuchlanishlarining qiymati bir xil bo'lgan transformatorlarni topish qiyin. Shuning uchun paralel ulab ishlatiladigan transformatorlar nominal quvvatlarining nisbati 3 dan katta bo'lmashligi tavsiya qilinadi. Shunda qisqa tutashuv kuchlanishlarining farqi $\pm 10\%$ dan oshmaydi va iste'molchilarning quvvati transformatorlarning nominal quvvatlariga proporsional taqsimlanadi.

Transformatorlar parallel ulanayotganda yuqorida keltirilgan asosiy shartlardan tashqari, ularda faza kuchlanishlari vektorlarining ketma-ket kelishi, ya'ni faza almashinishi bir xil bo'lishi lozim. Fazalar almashinishi bir xil bo'lganda ulanayotgan transformatorning ikkilamchi chulg'aming «a» fazasi va ishlab turgan transformator ikkilamchi chulg'aming «a» fazasiga ulangan voltmetr nolni ko'rsatadi.

Transformatorlarni parallel ulashdan oldin fazirovka qilinishi lozim.

4.1-jadval.

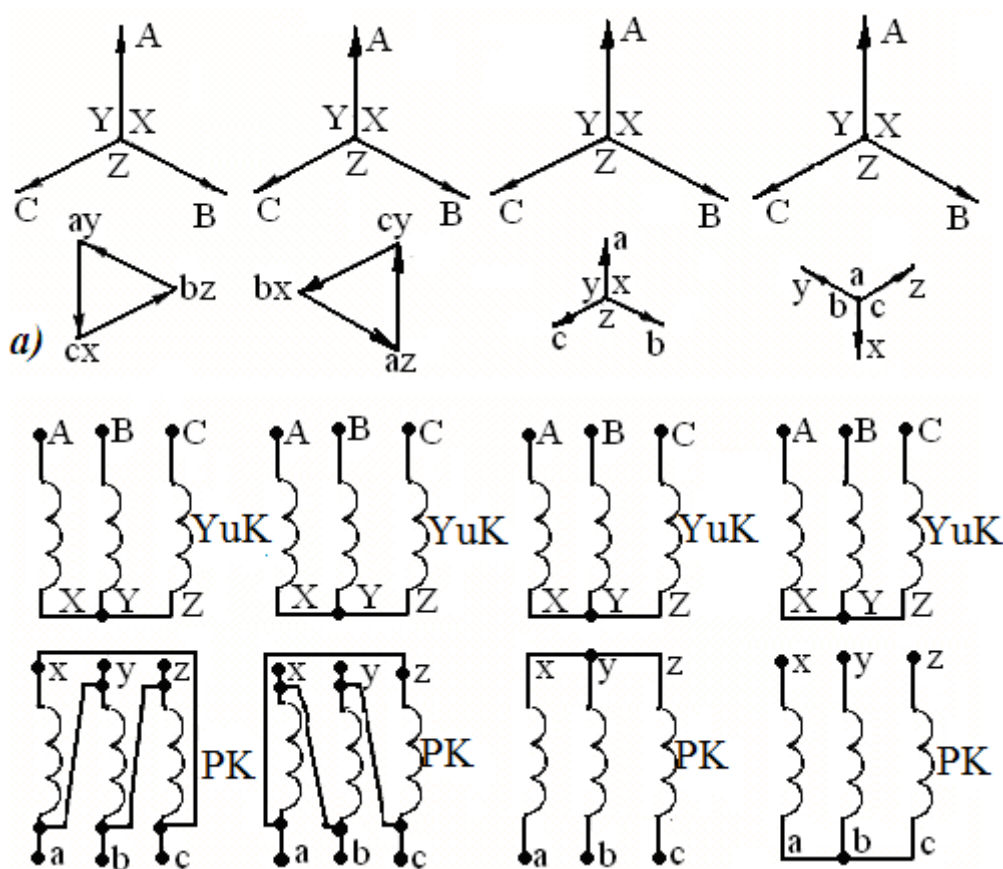
Variantl ar	Transformatorlarning ulanish guruhlar		Fazalararo kuchlanish, V	
	1- transformator	2- transformator	U_{a1-a2}	U_{c1-c2}
1	 - 12	 - 12		
2	 - 12	 - 6		
3	 - 11	 - 11		
4	 - 11	 - 5		
5	 - 11	 - 12		

Laboratoriya ishini dasturi.

1. Transformatorlarning parallel ulash shartlarining nazariy qismi bilan tanishib chiqing.
2. Transformatorlarni parallel ishga tushirish sxemasini yig'ing va ishga tushiring.
3. Transformatorlarning ikkilamchi chulg'amlarining mos fazalaridagi kuchlanishni o'lchang.
4. Transformatorlarning vektor diagrammalarini quring.

Ishning bajarish tartibi.

1. Yuqorida 4.1-jadvalga keltirilgan variantlardagi transformatorlarning ulanish sxemalarini yig'ing.
2. Har bir variant uchun transformatorlarning ikkilamchi chulg'amlaridagi mos fazalararo uchun kuchlanishlarni o'lchang hamda vektor diagrammani quring. O'lchash natijalarini 4.1-jadvalga kiriting.



4.1-rasm. Transformatorlarning ulanish guruhlari: a) – vektor diagrammasi;
b) – chulg'amlarning ulanish guruhlari.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) transformatorlarning parallel ishlashi haqida qisqacha ma'lumot,
- g) tajriba stedining sxemalari,
- d) o'lchov natijalari yozilgan jadvallar,
- e) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

1. Transformatorlarning parallel ishga tushirish shartlarini tushuntiring?
2. Parallel ishga tushirilayotgan transformatorlarning quvvatlari teng bo'lmagan taqdirda yuklamaning taqsimlanishini tushuntiring?
3. Parallel ishga tushirilayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari teng bo'lmagan taqdirda yuklamaning taqsimlanishini tushuntiring?
4. Parallel ishga tushirilayotgan transformatorlarning ulanish guruhlari teng bo'lmagan taqdirda nima yuz berishini tushuntiring?
5. Transformatorlarning pasport ma'lumotlari haqida ma'lumot bering?

5 - LABORATORIYA ISHI TRANSFORMATORLARNING O'TAYUKLANISH QOBILIYATI.

Ishdan maqsad: Ikki pog'onali yuklamalar grafigini qurish. O'tayuklanishning davomiyligi va kattaligining izolyatsiyaga ta'siri.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Transformatorlarning yuklanish qobiliyati deganda ularning ruxsat etilgan yuklanishlari bilan o'tayuklanishlari birgalikda tushuniladi.

Ruxsat etilgan yuklanish - vaqt bo'yicha chegaralanmagan uzoq muddatli yuklanish bo'lib, bunda chulg'am izolyatsiyasining qizishidan eskirishi nominal ish rejimidagi eskirishidan katta bo'lmaydi.

Transformatorning o'tayuklanishi - izolyatsiyaning tez eskirishiga olib keladigan yuklanish. Agar yuklanish ayni transformatorning nominal quvvatidan katta bo'lsa yoki atrof-muhit harorati qabul qilingan

hisobiy haroratdan +20°S dan ortiq bo'lsa, shunday rejim hosil bo'ladi. O'tayuklanish avariya va tizimli bo'lishi mumkin.

Avariya o'tayuklanishiga avariya hollarida, masalan, parallel ishlayotgan transformator ishdan chiqqan hollarda yo'l qo'yiladi. Ruxsat etilgan yuklanish chulg'am (+140°C) va moyning (+115°C) ruxsat etilgan chegara haroratlari bilan aniqlanadi. Standartlarga asosan nominal tokdan katta bo'lgan qisqa muddatli avariya o'tayuklanishiga (oldingi yuklanishning davomiyligi va kattaligi, sovituvchi muhit harorati va o'rnatish joyidan qat'iy nazar) quyida ko'rsatilgan chegaralarda yo'l qo'yiladi:

Moyli transformatorlar:

5.1-jadval

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, %	30	45	60	75	100
O'tayuklanish davomiyligi, min	120	80	45	20	10

Quruq transformatorlar:

5.2-jadval

Tok bo'yicha o'tayuklanishi, %	20	30	40	50	60
O'tayuklanish davomiyligi, min	60	45	32	18	5

Uzoq muddatli avariya o'tayuklanishi M, D, DC va C sovitish tizimli transformatorlar uchun 5 sutkadan ko'p bo'lmagan vaqt davomida 40% ga yo'l qo'yiladi.

Transformatorlarning tizimli o'tayuklanishlanishi ularning sutka davomida notekis yuklanishidan kelib chiqadi. Sutkali yuklanish grafigi (1-rasm) keltirilgan bo'lib, undan ko'rinishicha transformator tungi, ertalabki va kunduzgi soatlarda yetarli yuklanishlanmagan, kechkurung'i maksimum vaqtida (18 dan to 22 soatgacha) o'tayuklanishlangan bo'ladi.

Ekvivalent grafikning boshlang'ich yuklama koeffitsienti K_1 quyidagicha aniqlanadi:

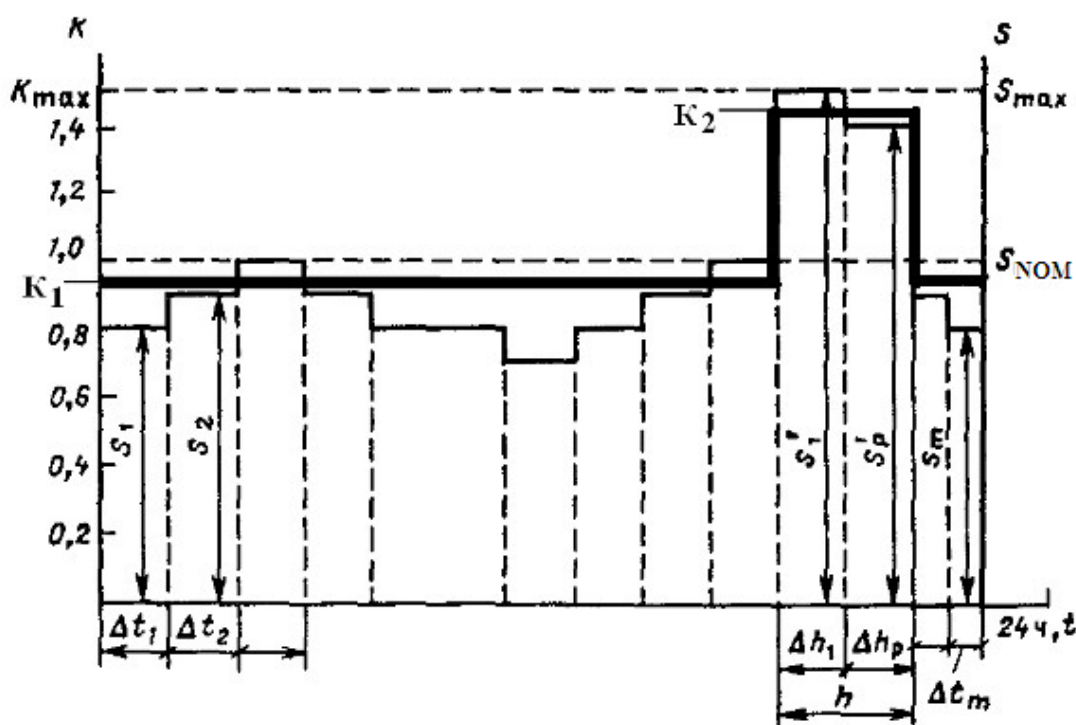
$$K_1 = \frac{1}{S_{nom}} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \cdot \Delta t_2 + \dots S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots \Delta t_m}}$$

bu yerda $S_1, S_2, \dots S_m$ – $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_m$ intervallardagi yuklamalarning qiymati.

$h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p$ intervallardagi maksimal yuklama koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

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

Agarda $K_2' \geq 0,9K_{\text{max}}$ bo'lsa $K_2' = 0,9K_2$, agarda $K_2' < 0,9K_{\text{max}}$ bo'lsa $K_2' = 0,9K_{\text{max}}$.



5.1-rasm. Transformatorning kunlik yuklama grafigi orqali ikki pog'onali grafigini tuzish.

Misol: Grafikning ishlashi mobaynida (Θ_{sov}) sovutuvchi muhitning o'rtacha haroratini bilgan holda M, D, DS, s sovitish tizimli transformatorlarning tizimli yuklamasining ruxsat etilgan davomiyligi h aniqlanadi.

Misol: Havo harorati $+20^0$, $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,2$ teng bo'lgandagi M (yoki D) sovitish tizimli transformatorning tizimli yuklamasining ruxsat etilgan davomiyligini h aniqlang. Shuningdek oldingi yuklamada $K_1 = 0,5$ hamda havo harorati 0^0 bo'lganda ruxsat etilgan davomiy avariyaaviy o'ta yuklanish $K_2 = 1,7$ teng.

3- jadval orqali $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,2$ teng bo'lgandagi h ni topamiz. $K_2 = 1,23$ bo'lganda ruxsat etilgan davomiylik $h = 6$ soat.

4-jadval orqali davomiy avariyaaviy o'ta yuklanishni aniqlaymiz, $h = 4$ soat.

Avariyaaviy o'ta yuklanish natijasida izolyatsiyaning eskirishini 5.1 va 5.2 jadvallar orqali aniqlanadi. 2-jadval orqali $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,7$

bo'lgandagi izolyatsiyaning eskirishini topamiz, $F=151$. 5.1-jadval orqali koeffitsient $f = 0,10$ aniqlaymiz.

Izolyatsiyaning eskirishi «normal kunlar»da quyidagiga teng $F = 151 * 0,10 = 15,1$.

Havo harorati $+20^0$ bo'lgan hamda K_1 va K_2' ma'lum bo'lgan holatlar uchun ruxsat etilgan davomiy o'ta yuklanishni ikkita usul orqali aniqlab quyidagi jadvalga kiriting:

5.3-jadval

Boshlangich yuklama koeffitsiyenti, K_1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0
Maksimal yuklama koeffitsiyenti, K_2'	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8
Ruxsat etilgan davomiylik, h (graf.usul)							
Ruxsat etilgan davomiylik, h (jad.usul)							
Izolyatsiyaning eskirishi, F.							

5.4-jadval

Avariyaaviy o'ta yuklanishlarda transformatorning cho'lg'amlararo izolyasiyasini nisbiy emirilishi.							
φ_{sov}	40	30	20	10	0	-10	-20
F	10.00	3.2	1.00	0.32	0.1	0.032	0.01

5.5-jadval

M va D sovitish tizimi, h=4,0 soat									
K ₂	K ₁ =0,25÷1,0 va $\varphi_{\text{sov}}=20^{\circ}\text{S}$ bo'lganda F ni topish								φ_{sov} maksimal qiymatgacha ruxsati
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1,0	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08	0,15	0,35	1,00	
1,1	0,05	0,06	0,08	0,10	0,16	0,27	0,54	1,35	
1,2	0,13	1,17	0,21	0,27	0,38	0,60	1,05	2,19	40
1,3	0,42	0,52	0,64	0,82	1,11	1,60	2,53	4,56	30
1,4	1,47	1,81	2,19	2,76	3,64	5,06	7,48	12,07	20
1,5	5,62	6,87	8,23	10,26	13,32	18,06	25,71	38,91	10
1,6	23,39	28,38	33,83	41,83	53,69	71,63	99,64	145,35	0
1,7	105,5	127,41	151,16	185,77	236,48	312,00	427,32	609,42	-10
1,8	514,64	619,20	731,95	895,24	1132,51	1481,95	2007,52	2820,01	
1,9	2710,43	-	-	-	-	-	-	-	-20

5.6-jadva

[illegible]

5.7-jadval

$\varphi_{\text{sov}}=0^{\circ}\text{S}$																
h,s	M va D								DS							
	K ₁ =0,25÷1,0 bo'lganda K ₂ ni topish								K ₁ =0,25÷1,0 bo'lganda K ₂ ni topish							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6
2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
4,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
8,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
12,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
24,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi.
- v) Transformatorlarning o'ta yuklanishi haqida qisqacha ma'lumot
- g) Hisob natijalari yozilgan jadvallar
- d) Laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- 1. Ruxsat etilgan davomiylik nimaga bog'liq.
- 2. Kuch transformatorlarning qanday sovitish tizimlari mavjud.
- 3. Kuch transformatorlarida kuchlanishni rostlash qanday amalga oshiriladi.
- 4. Kuch transformatorlarini sinashda qanday kattaliklar o'lchanadi.

6 – LABORATORIYA ISHI O'ZGARUVCHAN TOK TARMOG'IDA IZOLYATSIYA NAZORATI SXEMASINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Yuqori kuchlanishli uch fazali o'zgarmas tok tarmog'ida izolyatsiya nazorati uslublarini kuchlanish transformatori yordamida tekshirish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Elektr tarmoq va qolaversa uning ayrim qismlarini ishonchli ishlashi butunlay uning elementlarining izolyatsiya darajasiga bogliq. Elektr tarmoqda eng keng tarqalgan shikastlanish faza izolyatsiyasining yerga nisbatan shikastlanishidir. Bu bir fazali yerga qisqa tutashuvga olib keladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlar izolyatsiyalangan neytralli (35 kV gacha kuchlanishli) va bevosita (110 kV kuchlanishli va yuqori). Izolyatsiyalangan neytralli tarmoqlarda bir fazali yerga tutashuv tokni avariya oshib ketishiga olib kelmaydi. Chunki bu xolda tok sig'imi tavsifga ega. Agar bu tarmoqning sig'imi katta bo'lsa, bir fazali toklarni yerga tutashuvini kamaytirish uchun, bu sig'imni maxsus induktivlik bilan kompensatsiyalashga to'g'ri keladi. Shuning uchun 35 kV kuchlanishli tarmoqlar – izolyatsiyalangan tarmoqli neytralli tarmoqlar, kompensatsiyalangan neytralli tarmoqlar nomini olgan. U holatda ham, bu holatda ham ular kichik tokli yerga tutashuvli tarmoqlardir.

Bir fazali yerga tutashuv bu tarmoqlarda yuqorida aytib o‘tilganidek, tokning avariya miqdorigacha oshishiga olib kelmaydi. Lekin fazalararo qisqa tutashuv vujudga kelish ehtimolligini oshiradi, bu esa katta toklar bilan bog‘liq bo‘ladi, shu holda releli himoyasi va avtomatikasi shikastlangan tarmoq qismini tezda o‘chirish shart.

110 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarda bir fazali qisqa tutashuv tokni katta miqdorigacha oshirilishi, bu esa himoyaning tezkor ishlashishiga olib keladi.

Hamma stansiyalarida va nimstansiyalarda yerga nisbatan qanday bo‘lmasin fazasi izolyatsiyasining sifatini o‘zgarishini nazorat qiluvchi qurilmalar o‘rnatiladi. Kichik tokli yerga tutashgan tarmoqlarda (35 kVgacha) u signalga ishlaydi, kata tokli yerga tutashgan tarmoqlarda (110 kV va yuqori) tokli himoya bilan birgalikda ishdan chiqqan elementlarni o‘chiradi.

Kuchlanish transformatori yordamida izolyatsiyani nazorat qilish amalga oshiriladi. Bunda kuchlanish transformatorining chulg‘amlari yulduz- yulduz va yulduz – ochiq uchburchak sxemalari bo‘ycha ulanadi.

6.2 – rasmda KT ni «yulduz – ochiq uchburchak» sxemaga ulanish sxemasi ko‘rsatilgan. Normal holatda ochiq uchburchak chiziqidagi kuchlanish barcha uch faza kuchlanishlari yig‘indisiga va nolga teng. (6.3 a-rasm).

$$\dot{U}_{chiq} = \dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c = 0$$

Biror bir faza izolyatsiyasi shikastlanganda (A faza misolida ko‘ramiz) undagi kuchlanish yangi qiymatni $\dot{U}'_A$, bu qiymat birlamchi qiymatdan ΔU_A ga kamaygan. (6.3 b-rasm). $\dot{U}'_A = \dot{U}_A - \Delta \dot{U}_A$ ikkilamchi kuchlanish ham tegishli qiymatlarni qabul qiladi $\dot{U}'_a = \dot{U}_a - \Delta \dot{U}_a$. Bunda shikastlangan fazalarning kuchlanishi, A fazaning kuchlanish isrofi qiymatiga oshadi: ya'ni

$$\dot{U}'_B = \dot{U}_B - \Delta \dot{U}_A$$

$$\dot{U}'_C = \dot{U}_C - \Delta \dot{U}_A$$

Ochiq uchburchakda bu kuchlanishlar qo‘shiladi, natijada uning chiqishida kuchlanish hosil bo‘ladi.

$$\dot{U}_{chiq} = \dot{U}'_a + \dot{U}'_b + \dot{U}'_c = 0$$

Bu qiymat bir fazali yerga tutashuvda paydo bo‘ladigan nolinch ketma-ketlik kuchlanishning uchlanganiga teng.

$$\dot{U}_{chiq} = 3\dot{U}_0$$

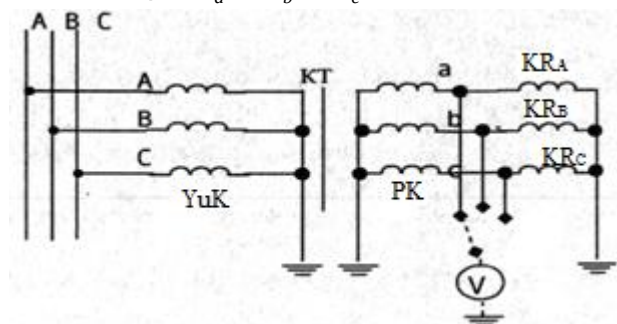
Shunday qilib, ochiq uchburchak nolinchil ketma-ketlik kuchlanish filtridir. Uning chiqishlariga maksimal tok relesini ulaganda bitta rele bilan nolinchil ketma-ketlik o'zgarishi kattaligini nazorat qilish imkonil paydo bo'ladi, shu bilan birga fazalarning yerga nisbatan qarshiligi haqida mulohaza qilish mumkin. Vizual nazoratni voltmeter yordamida amalga oshirish mumkin.

Bunday sxema yerga qisqa tutashuvdan himoyalovchil nolinchil ketma-ketlik himoyalarnil ancha soddalashtiradi, ular signalga ham, o'chirishga ham ishlaydi. Ayniqsa, himoyalarnil yo'naltirilgan qilib bajarish imkoniyati bor.

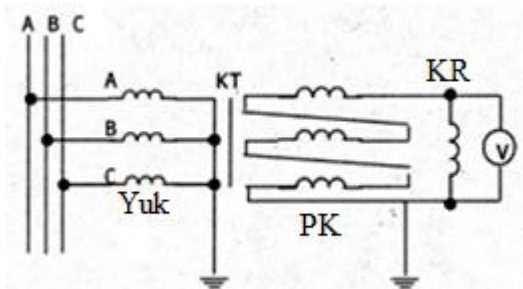
Yerga metal orqali tutashuv bo'lganda (o'tish qarshiliksiz), qisqa tutashuvni A fazasining birlamchil chulg'amiga keltirilgan qoldiq kuchlanish: $\Delta \dot{U}_A = \dot{U}_A, \quad \dot{U}'_A = 0$

B va C fazalarning kuchlanishi esa chiziqli kuchlanishgacha, ya'ni $\sqrt{3}$ gacha oshadi. Ochiq uchburchakda yig'ilib, ular chiqishda nolinchil ketma-ketlik kuchlanishining uchlangan qiymatini xosil qiladi.

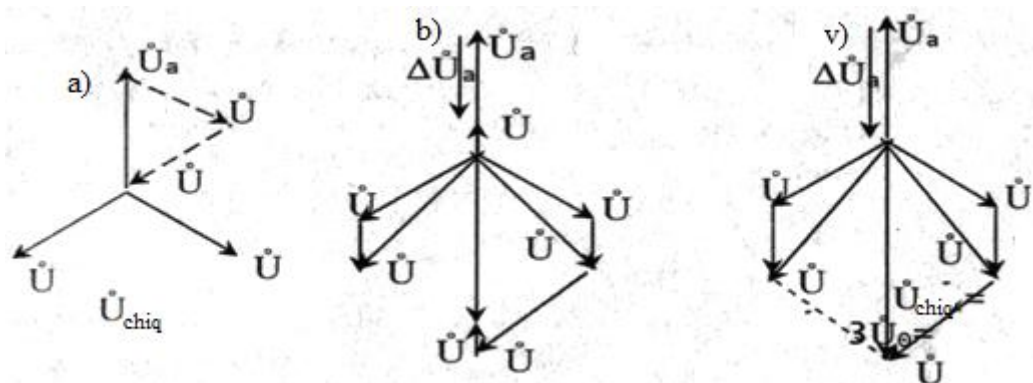
$$\dot{U}_{chiq} = \dot{U}'_a + \dot{U}'_b + \dot{U}'_c = 3\dot{U}_0 = 3\dot{U}_a$$



6.1. KT chulg'amining "yulduz- yulduz" ulanish sxemasi.



6.2. KT chulg'amining "yulduz- ochiq uchburchak " ulanish sxemasi.



6.3.A fazani yerga tutashganda kuchlanishning vektor diagrammalari.

Laboratoriya ishining dasturi.

1. Yulduz-yulduz Y/Y yigʻilgan kuchlanish transformatori bilan izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.
2. yulduz-yopiq uchburchak Y/ Δ yigʻilgan kuchlanish transformatori bilan izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.

Eslatma: birlamchi chulgʻam neytrali albatta yerga tutashtiriladi.

Ishini bajarish tartibi.

1. Stendda kuchlanish transformatorini Y/Ysxema boʻyicha yigʻilsin.

A) fazani yerga qarshilik orqali toʻliqsiz tutashtirish laboratoriyasi oʻtkazilsin (R_2 rubilnikni tutashtirib).

B) fazani yerga toʻliq metallik tutashtirish laboratoriyasi oʻtkazilsin (R_1 rubilnikni tutashtirib).

Har ikkala holatlarda voltmeter koʻrsatkichlarini yozib olinsin va olingan maʼlumotlar asosida vektor diagrammalari qurilsin.

- 2 Kuchlanish transformatorini ikkinchi chulgʻamini ochiq uchburchakka ulanganda izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish.

1-boʻlimda koʻrsatilgan laboratoriyalar amalga oshirilsin va kuchlanishning vektor diagrammalari qurilsin.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi boʻyicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varagʻi
- b) ishning maqsadi:

- v) laboratoriya ish haqida qisqacha ma'lumot,
- g) tajriba stedining sxemalari,
- d) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

1. Quyidagi tarmoqlardagi kuchlanish klasslarini sanang ?
 - A) izolyatsiyalangan neytralli ?
 - B) yerga tutashtirilgan neytralli ?
2. Bitta faza yerga qisqa tutashganida izolyatsiyalangan neytralli tarmoqni ishlatish mumkinmi va nima uchun?
3. Tarmoq izolyatsiya nazorati uchun qanday kuchlanish transformatorlarini qo'llash mumkin?
4. Yerga qisqa tutashganda, quyidagi fazalarning kuchlanishlarining vektor diagrammalarini quring ?
 - a) faza B
 - b) faza C

7 - LABORATORIYA ISHI

TOK TRANSFORMATORLARINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Tok transformatorini sinash va uning tavsifini qo'rish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Tok transformatori - maxsus o'lchov transformatorlar qatoriga kiradi. Tok transformatori asosan, yuqori va past kuchlanishli elektr qurilmalarda toklarni o'lchashda qo'llaniladi.

Tok transformatori - birlamchi va ikkilamchi chulg'am, hamda po'lat o'zakdan tashkil topadi. Tok transformatorining birlamchi chulg'ami elektr zanjiriga ketma-ket ulanadi. Davlat standarti bo'yicha ikkilamchi chulg'amga tokni 1A va 5A ayrim holatlarda 10A gacha pasaytirib, releli himoya va o'lchov qurilmalarga ulanadi. Tok transformatorlarining ishlash sharti kuch transformatori hamda, kuchlanish transformatorni ishlash shartlariga o'xshaydi.

Tok transformatori asosan, qisqa tutashuv holatida ishlaydi. Tok transformatorining birlamchi chulg'ami orqali zanjirga tok I_1 o'tadi va birlamchi chulg'amdagi tok I_1 , chulg'am o'rami (W_1), birlamchi magnit oqimini F ni hosil qiladi.

Magnit bosimining ta'siridan uning ikkilamchi chulg'amida hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch E_2 quyidagiga teng.

$$E_2 = 4,44 \cdot f W_2 \cdot B_m \cdot S \cdot 10^{-8} [V] \quad (7.1)$$

bunda: f - tok chastotasi, Gs;

B_m - chulg'amdagi induksiya, Ts;

S - magnit o'tkazgichning kesimi sm^2 yoki mm^2 ;

W_2 - ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni;

E_2 - e.yu.k. ta'sir natijasida, ikkilamchi yopiq chulg'amda I_2 tok paydo bo'ladi. $I_2 W_2$ - ikkilamchi chulg'amdagi tok kuchini tashkil etuvchisi F_2 ikkilamchi magnit oqimi F_1 birlamchi magnit oqimiga teskari yo'naladi va o'zining magnitlash ta'sirini ko'rsatadi. Ammo, magnit oqimni to'la qoplashni iloji bo'lmaydi natijada, po'lat o'zakda turli isroflar va asboblarda magnitlovchi I_0 tok kuchi hamda, natijaviy magnitlovchi kuch $I_0 W_1$ paydo bo'ladi.

Tok transformatorining quyidagi: 0,2; 0,5; 3; 10 va P rele aniqlik klasslari bor. Uning har bir aniqlik klassining xatoligi talab bo'yicha tanlanadi.

Bir fazali yuqori voltdagi 6 - 10 kV li TShL, TPL, TKL, TPOL va 35 kV va undan yuqori kuchlanishli elektr zanjirlarida TFN rusumli tok transformatorlari qo'llaniladi.

Laboratoriya ishning dasturi

1.Tok transformatori chulg'amining izolyatsiya qarshiligini megometr bilan o'lchash.

2.Chulg'amning aktiv qarshiligini o'lchash.

3.Chulg'amni kirish va chiqishidagi qutblarini sinovdan o'tkazish.

4.Magnitlanish chizig'ini laboratoriyadan.olingan natija asosida qurish.

5.Tok transformatorini transformatsiyalash koeffitsientini o'lchash.

Ishni bajarish tartibi.

1.Tok transformatorini ko'rib chiqish va uning tashqi ko'rinishdan mexanik zarar yetmaganligiga ishonch hosil qilish. Tok transformatorining pasporti yozib olinadi.

2.1000 V yoki 2500 V li megoommetr yordamida tok transformatorining har bir cho'lgamidagi izolyatsiya, korpus va chulg'amlarning himoya qarshiligi o'lchash quyidagicha:

a) $R_{izol.} = Y_{uK} \text{ chulg'ami} - P_{K} \text{ chulg'ami} = \dots$

b) $R_{izol.} = P_{K} \text{ chulg'ami} - \text{korpus} = \dots$

v) $R_{izol.} = Y_{uK} \text{ chulg'am} - \text{korpus} = \dots$

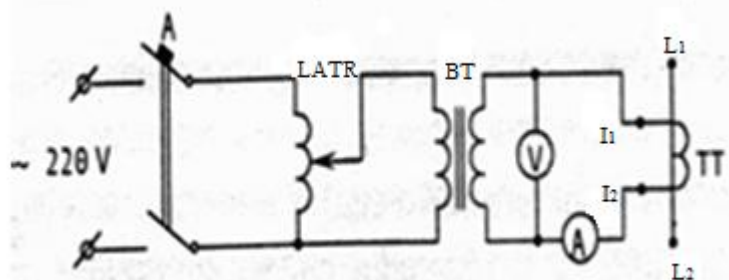
Yuqorida ko'rsatilgandek, boshqa chulg'amlar uchun ham xuddi shunday amalga oshiriladi.

3. Chulg'amning aktiv qarshiligi Vitston ko'prigi orqali o'lchanadi. Ulanuvchi sim va tok transformatorining chulg'ami bilan o'lchov asboblari uchun ulanadigan simning kesim yuzasi $S=2,5 \text{ mm}^2$ dan kam bo'lmasligi kerak. Simning oxirida mahkamlovchi moslama bo'lishi lozim.

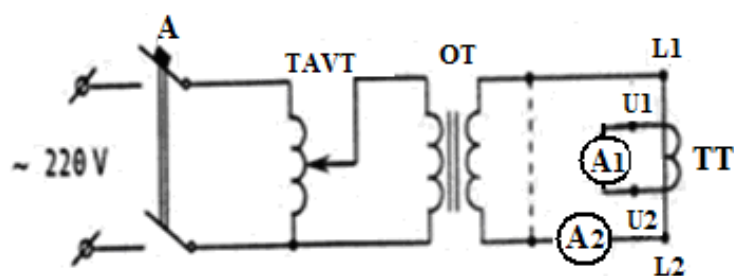
4. Chulg'amning qutblanishi va mos ravishda uning belgilanishi transformatsiya usuli (polyaromer) bilan aniqlanadi. 7.3- rasmda ko'rsatilgan. Bunda, G – galvonometr, M- manbaa (3 volt), Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining ulanish qisqichlari $L_1; I_1; L_2; I_2$.

3. Tok transformatorini magnit maydon kuchlanganligi E bilan induksiya B_m bog'liqlik tavsifi olinadi. 7.1-rasmdagi sxemadan foydalanib, tok transformatorining ikkilamchi chulg'ami bo'yicha tokning har xil miqdori olinib, olingan natijalar bo'yicha uning tavsifi quriladi. Ordinata o'qi bo'yicha kuchlanish joylashtiriladi. Bu tavsifini olish uchun 7.1-jadvalga yoziladi.

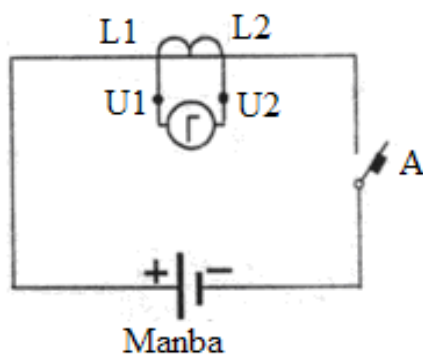
7.1-rasmdagi sxema yig'iladi. Bunda A - ampermetr (0÷5); V - voltmetr (0÷15). LATR - laboratoriya avtotransformatoridan olingan qiymatlar asosida tavsif quriladi.



7.1-rasm. Magnitlash chizig'ini aniqlash sxemasi



7.2-rasm Transformatsiya koeffitsientini aniqlash sxemasi



7.3- rasm. Chulg'am qisqichlarining qutiblanishni aniqlash sxemasi.

1.Tok transformatorining koeffitsiyntini o'lchash. Sxema kontaktlar mustahkamligiga e'tibor berish. Transformatorni ikkilamchi zanjirida uzulish bo'lganda yuqori kuchlanish hosil bo'ladi.

7.1 jadval. Magnitlanish chizig'ini qurish.

I,A	0,1	0,3	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	
U,V									

7.2-jadval. Transformatsiya koeffitsiyntini aniqlash.

I_1, A	15	20	30
I_2, A			

7.2-rasmdagi sxema yig'iladi bunda, LATR-laboratoriya avtotransformatori; TT-sinovdan o'tkaziladigan tok transformatori, YoT-yordamchi transformator. Sinovdan o'tkazilayotgan tok transformatorining chulg'amiga 12V ulanadi.

Transformatorning transformatsiya koeffitsiynti uch o'lchovdan olingan o'rtacha qiymatiga teng. Transformatorning transformatsiya koeffitsiynti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{TT} = \frac{I_1}{I_2} \quad (7.2)$$

bunda, I_1 -tok transformatorini birlamchi toki,

I_2 -tok transformatorini ikkilamchi toki.

Eslatma: Ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazish, tok transformatorining ikkilamchi chulg'am izolyatsiyasini sinovida, uni asosiy izolyatsiyasi va moy to'ldirilgan transformatorlarni birlamchi chulg'amining kirish-chiqish qismidagi dielektrik isrofni o'lchash. Uning kirish-chiqish qismlardagi dielektrik isrofni o'lchash Shering ko'prigi yordamida amalga oshiriladi. Sinov texnika xavfsizligi qoyidagilariga rioya qilgan holda o'tkaziladi.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) Tok transformatori haqida qisqacha ma'lumot,
- g) tajriba stedining sxemalari,
- d) o'lchov natijalari yozilgan jadvallar,
- e) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- 1. Tok transformatorining vazifasi ?
- 2. Tok transformatorini tok va burchak xatoligi nimalarga olib keladi?
- 3. Tok transformatorining aniqlik klasslari mavjudmi?
- 4. Tok transformatorlarining ishchi ikkilamchi chulg'amini "ajratish"ga nima uchun yo'l qo'ymaydi?
- 5. Tok transformatorlarini sinovida qanday sinash ishlari olib boriladi?

8 - LABORATORIYA ISHI

KUCHLANISH TRANSFORMATORINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsadi: Kuchlanish transformatorini sinovdan o'tkazish va uning tavsifini qurish va uning xossalarini o'rganishdan iborat.

Qisqacha nazariy malumot. Kuchlanish transformatori - maxsus o'lchov transformatorlar qatoriga kiradi. Kuchlanish transformatori kuchlanish qiymatlarini o'lchash uchun qo'llaniladi. Elektr zanjirga kuchlanish transformatorining birlamchi chulg'ami – W_1 parallel ulanadi, ikkilamchi chulg'ami – W_2 o'lchov qurilmalari hamda, releli

himoya va avtomatika elektr qurilmalariga ulanadi. Elektr zanjiriga ulangan yuqori kuchlanish miqdorini kuchlanish transformatori – 100V va $100/\sqrt{3}$ V gacha pasaytirib beradi.

Kuchlanish transformatori - tok transformatorlaridan farqli salt ishlash holatiga yaqin ishlaydi, chunki o'lchov asboblari va releli hmoyaning qurilma g'altaklardagi qarshiligi katta bo'lib, ular iste'mol qiladigan tokning miqdori kichikdir.

Kuchlanish transformatorining chulg'amlaridagi o'ramlar va kuchlanishlarning o'zaro bog'liqligi quyidagicha;

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_{t,k} \quad (8.1)$$

bunda: U_1 - birlamchi chulg'amdagi kuchlanish;

U_2 - ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish;

W_1 va W_2 - birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi o'ramlar soni;

$K_{t,k}$ - kuchlanish transformatorining transformatsiyalash koeffitsiyenti.

Kuchlanish transformatorlarini quyidagi: 0,2; 0,5; 1; 3 hamda, P rele klasslari mavjud. Yuqori voltli 6 - 10 kV kuchlanishdagi transformatorlarining bir fazalilari - NOL, NOM, NOS, 35 kV li ZNOM, ZNOL va uch fazalilari (6 - 10 kV) NTMI, NTMK va bir fazali NKF rusumlari qo'llaniladi.

Uning xatoligi - undagi magnit o'tgazgichning tuzilishi, po'latning magnit singdiruvchanligi, $\cos \varphi$ va yuklama miqdorlariga bog'liq.

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amiga ulangan rele va o'lchov asboblarning umumiy iste'moli - kuchlanish transformatorining nominal quvvatidan oshmasligi lozim.

Kuchlanish transformatorlari taqsimlovchi qurilmalarda asosiy funksiyani bajaradi, xuddi tok transformatori kabi qo'llanilishi bo'yicha o'lchov asboblari va rele, mavjud kuchlanish chulg'ami (voltmetr, vattmetr, kuchlanish relesi) kabi bo'ladi.

Kuchlanish transformatori chulg'amlarining ulanish sxemalari bo'yicha;

Eslatma. Kuchlanish transformatorlarning qisqartirma nomlanishi quyidagicha izohlanadi:

O - bir faza, M - moyli, T - uch faza, K - kaskad ulangan chulg'am, I - sinash chulg'ami, F - chinni idishli va raqamlar esa nominal kuchlanishni ko'rsatadi.

Laboratoriya ishining dasturi

- 1.Kuchlanish transformatori chulgʻamlarining himoya qarshiligini oʻlchash.
- 2.Chulgʻam aktiv qarshiligini oʻlchash.
- 3.Kuchlanish transformatorini ulanish guruhi va qutblanishini tekshirish.
- 4.Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsientini oʻlchash.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

1.Kuchlanish transformatorlarini koʻrib chiqish va uni tashqi koʻrinishda mexanik jihatdan zarar yetmaganligiga ishonch hosil qilish. Kuchlanish transformatorlarini pasportidagi koʻrsatmalarni yozib olish.

2.Kuchlanish 1000 V yoki 2500 V boʻlgan megommetr yordamida kuchlanish transformatorini har bir chulgʻaming himoya qarshiligi bilan korpus va qoʻshni chulgʻamlar oraligʻidagi himoya qarshiliklari oʻlchanishi lozim:

$$R (\text{YuK chulgʻamlari} - \text{PK chulgʻamlari}) =$$

$$R (\text{YuK chulgʻam} - \text{korpus}) =$$

$$R (\text{PK chulgʻam} - \text{korpus}) =$$

Boshqa chulgʻamlar uchun ham xuddi shunday.

3.Kuchlanish transformatorlari chulgʻaming aktiv qarshiligini Vitson koʻprigi yordamida oʻlchash. Sxema kontaktlar zichligi va ulangan simlarning butunligini hamma holatlariga koʻra oʻlchash. Kuchlanish transformatorining kirish chiqish qisqich bilan chulgʻamlarni ulashda kontaktlar zichligini tekshirish uchun chulgʻamlar aktiv qarshiligini oʻlchash lozim.

4.Uch fazali kuchlanish transformatori chulgʻamlarining ulanish guruhi va bir fazali kuchlanish transformatoridagi chulgʻamning qutblanishini tekshirish. Kuchlanish transformatorlarda chulgʻam qutblanishini ballistik silkinish (usuli) yoʻli orqali aniqlash. Uch fazali transformator chulgʻaming ulanish guruhini fazometr yordamida aniqlash. Kuchlanish transformatori chulgʻamlarining ulanish guruhi odatda: Y/Y -12.

Qutblanishni aniqlash quyidagi ketma-ketlikda oʻtkaziladi. Galvanometrni past kuchlanish qisqichlariga ulash. Yuqori kuchlanishli

qisqichlariga 3V li (batareya) manbadan qisqa vaqtli impuls beriladi, qutblanish saqlanadi, galvonometrni mos ravishda o'nga og'ishi (+) musbat, teskarisi manfiy (-)manfiy.

5.Kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsieyntini o'lchash quyidagicha:

$$K = \frac{U_1}{U_2}$$

Sxemani standart yig'ish. Bir fazali kuchlanish transformatori uchun yuqori kuchlanish chulg'amiga o'zgaruvchan tokli 220 V kuchlanish beriladi. Yuqori va past kuchlanish qisqichlarida kuchlanishni ulash amalga oshiriladi. Shundan so'ng, kuchlanish transformatorning transformatsiya koeffitsieynti K hisoblanadi.

Uch fazali kuchlanish transformatori uchun transformatorni yuqori kuchlanish chulg'amlariga 220V kuchlanish beriladi va bir vaqtda yuqori va past kuchlanish chulg'amlardagi kuchlanishlarni o'lchash amalga oshiriladi. 8.1-jadvalga o'lchash natijalari qayd etiladi.

8.1- jadval

Tr-r turi	A-B			B-C			A-C			K
	U _{AB}	U _{AB}	K _{AB}	U _{BC}	U _{BC}	K _{BC}	U _{AC}	U _{AC}	K _{AC}	

Sinov texnika xavfsizligi qoidalariga to'la rioya qilish bilan amalga oshiriladi. Sinovlarni o'tkazishda kuchlanish faqat kuchlanish transformatorini yuqori chulg'amiga berilishi shart. Shuningdek, kuchlanish past kuchlanishli chulg'amga berilsa, u nominal qiymatga nisbatan bir necha marotaba yuqori qiymatga ega bo'ladi.

Kuchlanish transformatorlarini birlamchi chulg'amlariga davlat standartiga ko'ra, beriladigan nominal kuchlanishlar quyidagicha: 3 kV, 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV, 154 kV, 220 kV, 330 kV, 500 kV, 750 kV.

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish 100V ga teng.

O'lchov kuchlanish transformatorlari chulg'amini sxemasini o'rganish.

Laboratoriya ishining dasturi.

1.NTMI - 6 rusumidagi uch fazali kuchlanish transformator qurilmasi va uning chulgʻamlari ulanish sxemalarini oʻrganish. 8.1-rasmdagi sxemani yigʻish. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarni oʻlchash va kuchlanish vektor diagrammalarini surish.

2.NOM - 6 rusumdagi bir fazali qurilmani oʻrganish. 8.2 – 8.4 rasmlar bilan mos ravishda uchta bir fazali kuchlanish transformatorlarining har xil ulanish sxemalari navbatma-navbat yigʻiladi. Birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlardagi kuchlanishlar oʻlchanadi va kuchlanishni vektor diagrammalarini quriladi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi.

1.Transformatorni hamma qismlarini diqqat bilan koʻrib chiqish va tashqi elementlarga zarar yetmaganligi toʻgʻrisida ishonch hosil qilish, chulgʻam fazalarining kirish - chiqish belgilanishlariga eʼtibor berish.

2.NTMI-6 uch fazali kuchlanish transformatorining magnit oʻtkazgich va chulgʻamlarini ulanishini prinsipial sxemasini chizish.

3. 8.1-rasm sxemasini yigʻish va NTMI-6 yuqori kuchlanishli chulgʻamiga 220V kuchlanish beriladi. Yuqori va past kuchlanishli chulgʻamlardagi kuchlanishni oʻlchash. Voltmetrlar koʻrsatkichlari jadvalga yoziladi.

4.Uch fazali transformatorni normal simmetrik rejim uchun kuchlanishning vektor diagrammalarini qurish.

5.Bir fazali yerga qisqa tutashuv rejimi va normal rejimda magnit oqimining yoʻli NTMI-6 rusumdagi uch faza besh sterjenli kuchlanish transformatorining magnit oʻtkazishini chizmasida koʻrsatiladi.

8.2- jadval

Fazaviy	Liniyaviy											Qoʻshimcha a chulgʻamlar da
A- 0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0	A B	B C	CA	ab	bc	ca	a-x

6.Bir fazali kuchlanish transformatori uning ulanish sxemalarini yigʻish:

a) chulgʻamning yuqori kuchlanish chulgʻamini

"yulduz" ulanish sxemasi ko'rsatilgan (8.2- rasm);

b) kuchlanish transformator chulg'aming "ochiq uchburchak" ulash sxemasi (8.3- rasm);

v) kuchlanishni nolli ketma-ketligini olish uchun kuchlanish transformatorining past kuchlanish chulg'ami ochiq uchburchak, yuqori kuchlanish chulg'ami esa "yulduz" sxemasi bo'yicha yig'iladi (8.4- rasm).

Sxema to'liq yig'ib chiqiladi, kuchlanish transformatorining yuqori kuchlanishli fazalaridagi kuchlanishlarni o'lchanadi. Voltmetrlar ko'rsatkichlari jadvalga yoziladi.

8.3 – «yulduz» sxema uchun jadval

Fazaviy						Liniyaviy					
Yuqori kuchlanish-li faza			Past kuchlanishli faza			AB	BC	CA	ab	bc	c a
A-0	B-0	C-0	a-0	b-0	c-0						

8.4- «To'liq bo'lmagan uchburchak» sxema uchun jadval

Liniyaviy			
Yuqori kuchlanish faza		Past kuchlanish fazalar	
AB	BC	Ab	bc

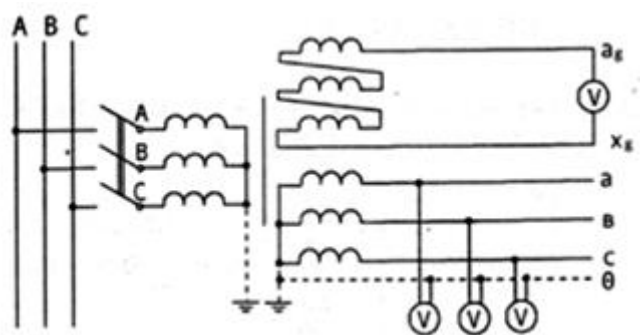
8.5-jadval. «Ochiq uchburchak» shaklida ulangan kuchlanish transformatori sxemalari (yuqori tomoni «yulduz», pastkisi «ochiq uchburchak») uchun jadval.

Yuqori kuchlanish			Past kuchlanish			Ochiq uchburchak (qo'shimcha chulg'am)
A-0	B-0	C-0	ab	bc	ca	

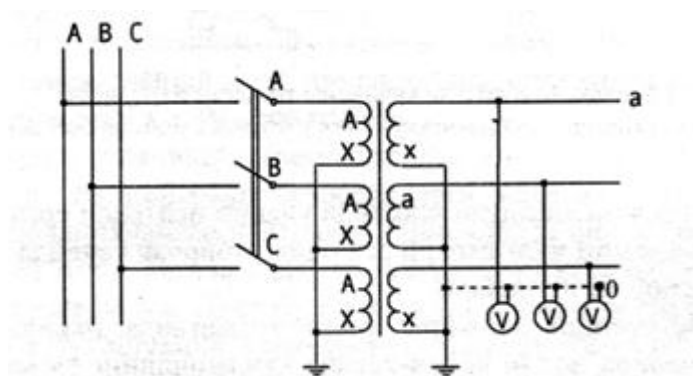
--	--	--	--	--	--	--

Yuqori kuchlanishli fazalar bilan yulduz neytral yerga tutashtiriladi.

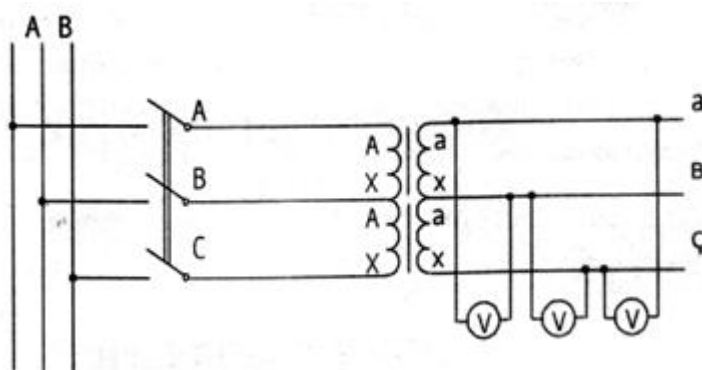
Nolli ketma-ket kuchlanish filtri «yulduz–ochiq uchburchak»da kuchlanish transformatorini ulash sxemasi. Bir fazali kuchlanish transformatorlari yoki uch fazali besh o‘zakli kuchlanish transformatorlaridan nolli ketma-ket kuchlanishini olish mumkin.



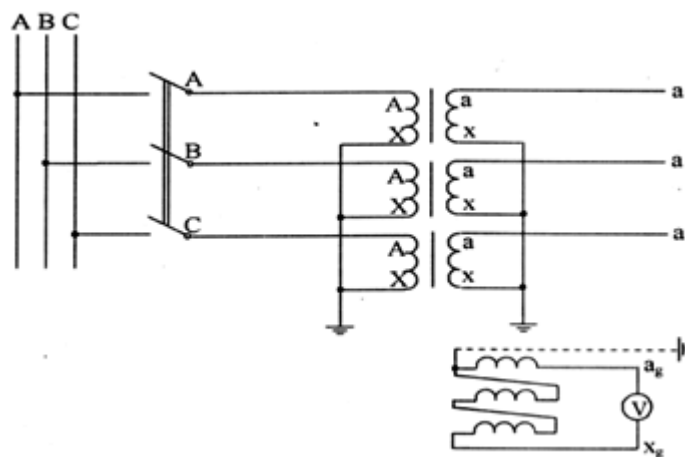
8.1. rasm HTMI-6 kuchlanish transformatori chulg‘aming ulanish sxemasi



8.2-rasm. Y/Y (bir fazali) kuchlanish transformatori chulg‘amlarini ulanish sxemasi.



8.3- rasm. To‘liq bo‘lmagan uchburchakda bir fazali kuchlanish transformatorini ulanish sxemasi.



8.4- rasm. Bir fazali kuchlanish transformatorining chulgʻamlarining “ yulduz – yulduz –ochiq uchburchak ”ulanish sxemasi.

Birlamchi chulgʻami mustahkam yerga tutashtirilgan neytral bilan yulduz ulanadi. Yuqori kuchlanishli zanjiriga qisqa tutashganda ikkilamchi qoʻshimcha chulgʻamlar qisqichlarga nolli ketma-ketlikni uch marotaba kuchlanish qiymati ortish sodir boʻladi.

Eslatma. ZOM, ZNOM va NKF rusumlaridagi bir fazali kuchlanish transformatorining ikkita ikkilamchi chulgʻamlar yigʻilgan holatda bajariladi.

Hisobotni rasmiylashturish tartibi.

Laboratoriya ishi boʻyicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varagʻi
- b) ishning maqsadi
- v) Hisobotda ish dasturi,
- g) sinash sxemalari,
- d) oʻlchov natijalari,
- e) kuchlanish vektor diagrammalari
- f) laboratoriya boʻyicha xulosalar bayon qilinishi lozim.

Sinov savollari.

- 1.Kuchlanish transformatorining vazifasi ?
- 2.Kuchlanish transformsatorining ikkilamchi chiziqli kuchlanishi qanday?
- 3.Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulgʻamini qanday ulanish sxemalari mavjud?

4.Kuchlanish ransformatorining ikkilamchi chulg‘ami nima uchun yerga tutashtiriladi ?

5.Kuchlanish transformatorini qo‘shimcha ikkilamchi chulg‘amlar, to‘liq bo‘lmagan uchburchak ulanishni vazifasi qanday?

9 – LABORATORIYA ISHI

MOYLI UZGICH VA UNING YURITMA

MEXANIZMLARINI TEKSHIRISH

Ishning maqsadi: Yuqori voltda qo‘llaniladigan (VMP -(6 - 10kV)) moyli uzgich va uning yuritma mehanizmini o‘rganishdan iborat.

Qisqacha nazariy malumot. Yuqori voltli uzgichlar asosan, yuklama ostida elektr-qurilmalarini elektr zanjiriga ulash va uzish uchun mo‘ljallangan elektr apparatdir. Yuqori voltli uzgichlar yuklama ostida elektr zanjirini ulaganda yoki uzganda uning kontaktlari orasida elektr yoyi hosil bo‘ladi. Unda hosil bo‘lgan elektr yoyi mahsus yoy qo‘ndiruvchi kamerada o‘chiriladi. Elektr yoyi - mahsus kameraning bo‘ylama yoki ko‘ndalang qo‘ndiruvchilarida hosil bo‘lgan elektr yoyini o‘chiradi. Elektr yoyi tokni o‘zgarish qqiymatining nol chegarasida bo‘lganda o‘chiriladi. Kuchlanishning tiklanishidan, yuqori voltli ulab-uzgich kontaktlari oraligida havoni ionlanishi natijasida, yana elektr yoyi hosil bo‘ladi. Shuning uchun kontaktlar orasidagi oraliq masofa ma'lum bir minimal qiymatiga etgunga qadar yoy qo‘nmaydi.

Yuqori voltli ulab-uzgichlarning quyidagi turlari mavjud:

1. Kichik va katta xajmli moyli;
2. Xavoli;
3. Elegazli (yoy so‘ndiruvchi birikma- SF_6 , oltingugurt ftor olti);
4. Elektr magnitli;
5. Vakuumli.

Yuqori voltli uzgichlardan tashqari, tokni o‘zgarish qiymatining nol chegarasida kontaktlarni uzadigan sinxron uzgichlar xam mavjud.

Laboratoriya ishining dasturi.

1. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgich moyining izolyatsiya qarshiligi o‘lchanadi;

2. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgich kontaktidagi o‘tkinchi qarshiligi o‘lchanadi;

3. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgichni ulash va uzish vaqti o'lanadi;

4. Ulovchi va uzuvchi elektr qurilmalarni tekshirishda quyidagilar o'lanadi:

- a) galtakning izolyatsiya qarshiligi;
- b) galtakning Om qarshiligi;
- v) galtakning uzish kuchlanishi;
- g) elektrmagnit ulagichni ishlash va qaytish kuchlanishlari.

5. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgichni uchala fazasini bir vaqtda qo'shib uzishini aniqlash;

6. Kichik xajmli moyli uzgich elektr yuritmasining ishlashini aniqlash;

7. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgich kontaktlarning bir vaqtda ulab-uzishini o'lchov asboblari orqali aniqlash.

Eslatma: ishlab chiqarish shartida yuqorida sanab o'tilgan laboratoriya ishlariga qo'shimcha quyidagi laboratoriyalar o'tkaziladi:

1. Yuqori voltli elektr qurilmani kirish va dielektrik elementlarning yo'qotish burchagi o'lanadi (chinni izolyatordan tashqari). O'lchov ishlari asosan Shering ko'prigi yordamida amalga oshiriladi;

2. Yuqori voltli kuchlanishga mo'ljallangan ikkilamchi kommutatsiya apparatlar, galtak va izolyatsiya qatlamlari yuqori voltli mahsus elektr apparatlarida o'tkaziladi.

3. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgichning harakatlanuvchi kontaktlarning ulash va ajratish tezligini anislash;

4. Uning elektr zanjiriga ulangan tok transformatorlarining ishlashini tekshirish;

5. Yusori voltli kichik xajmli moyli uzgichni elektr zanjirga bir necha marotaba ulab va uzib tekshirib ko'rish. Bunday tekshiruvlar, tezkor tokning kichik va yusori voltli kuchlanishlarida besh marotabadan tekshiriladi;

6. Yusori voltli moyli uzgichning moyi maxsus laboratoriya tekshiruvidan o'tkazish;

7. Tirkamalar yo'nalishni aniqlash.

Laboratoriya ishni bajarilish tartibi.

1. Elektr apparatni ko'zdan kechirish va uning ishlay olish yoki ishlay olmasligini aniqlash. Yuqori voltli kichik xajmli moyli uzgichning pasport ma'lumotlari yozib olinadi.

2. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning soʻzga-luvchan va soʻzgalmas kontaktlarini korpus bilan hamda ular orasidagi izolyatsiya qarshiligi megoommetr bilan oʻlchanadi: "A" faza uchun:

$R(\text{oʻzgaluvchi kontakt - korpus}) = \dots;$

$R(\text{oʻzgalmas kontakt - korpus}) = \dots;$

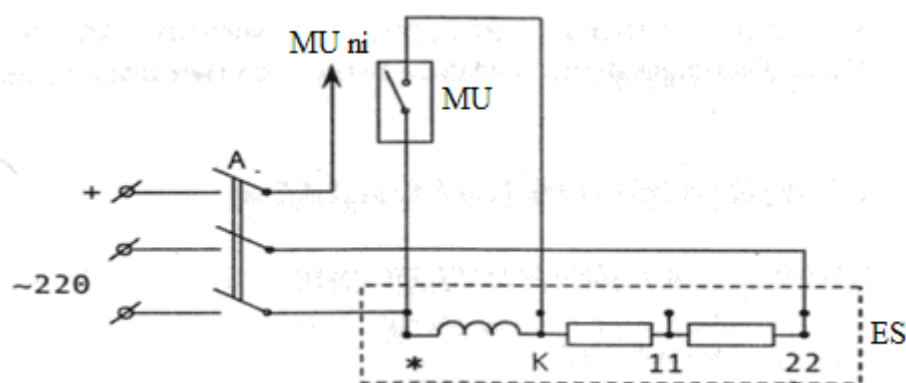
$R(\text{oʻzgaluvchi kontakt - oʻzgalmas kontakt}) = \dots;$

Bunday oʻlchashlar boshqa fazalar uchun ham, huddi shunday usulda amalga oshiriladi.

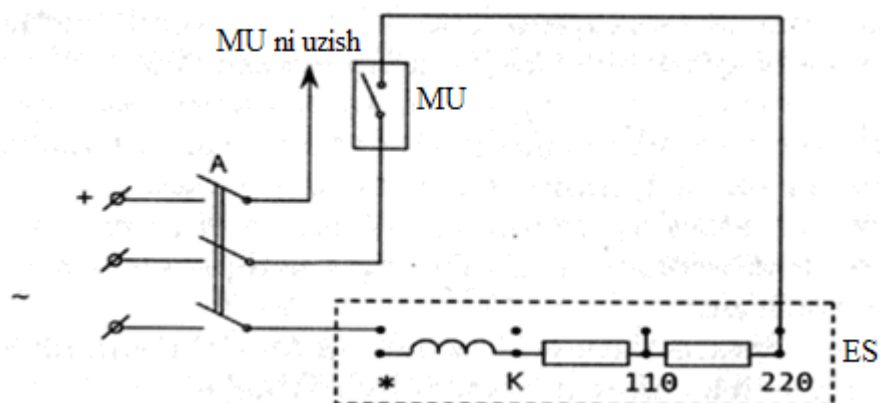
3. Yuqori volt kichik xajmli uzgich kontaktlarini oʻtish qarshiligi oʻlchanadi. Oʻlchov har bir faza uchun Vitston koʻprigi orqali amalga oshiriladi. Oʻlchov ishlari olib borilayotgan paytda ulangan holatda boʻlishi kerak.

4. Uning kontaktlarini ulash va uzish vaqti elektr sekund oʻlchagich yordamida oʻlchanadi. Uning ulanish vasti (9.1 - rasm) sxema boʻyicha aniqlanadi. Uning oʻz vaqti esa, 9.2 - rasmdagi shema boʻyicha aniqlanadi. Uning kontaktlariga kuchlanish bir vaqtda berilishi uchun (R) biriktirib - uzgichni qoʻllanadi.

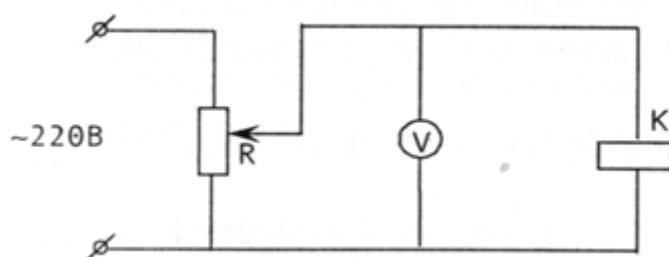
5. VMB-10 rasumdagi yuqori voltli kichik hajmli uzgichni ulash va uzish PS-10 rusumdagi elektr magnitli yuritma mexanizmi soʻllaniladi. PS-10 rusumli yuritma mexanizmi asosan, ulash va uzish galtaklariga ega. Uning ulash galtagi 40-50A oʻzgaras tok talab qiladi, u doimiy tok elektrmagnitli ulagich yordami bilan ulanadi.



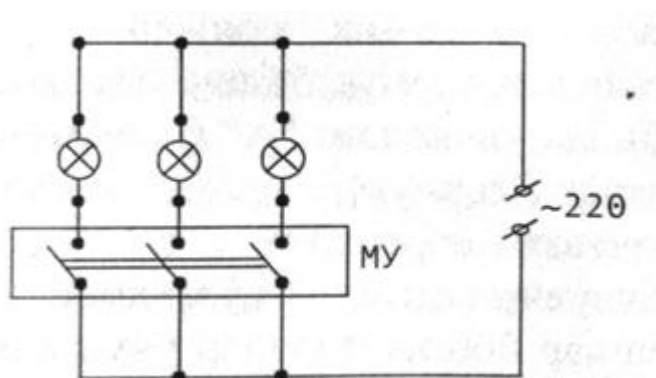
9.1. Uzgichni oʻlchach baqtini oʻlchobchi sxemasi



9.2. Uzgichni uzatish daqtini o'lchovi



9.3. Elektromagnitli uzgich va ajratish g'altaklarini qatarish va ishlash kuhlanishlarini.



9.4. Fazalarni bir vaqtda ulanishini aniqlovchi sxema.

Moyli uzgich elektr zanjirini uzish uchun uzish galtagiga 5A o'zgarmas tok beriladi.

Hozirgi kunda ishlab chisarishda to'rt hil elektr yuritma mexanizmlari so'llaniladi. Ular quyidagicha:

- 1..Prujinali yoki prujina elektr yuritgichli;
2. Elektr magnitli;
3. Pnevmatik (Xavoli);
4. Pnevmodravlik;

Moyli uzgichning yuritma mexanizmlaridagi galtak quyidagi tartibda tekshiriladi:

a) izolyatsiya qarshiligi 1000V li megommetr yordamida o'lchanadi;

b) uning kontaktlari, galtakning Om qarshiligi Vitston ko'prigi yordamida o'lchanadi;

v) elektr magnitli ulagich va galtaklari va ulash hamda uzish kuchlanishlari voltmeter yordamida o'lchanadi. O'lchov 9.3-rasmdagi shema asosida amalga oshiriladi, bunda, $R = 1000 \text{ Om}$; $V = 0 \div 300\text{V}$ (voltmetr).

Sxemaga kuchlanish beriladi. Galtakka kuchlanish uning ishlaguniga qadar oshirib boriladi. Uning ishlash kuchlanishi voltmeter yordamida o'lchanadi. Shundan so'ng, elektrmagnitli ulagich qaytguniga qadar kuchlanish pasaytiriladi. Moyli uzgich elektr magnitli yuritma mexanizmining ulagichni qaytish kuchlanishi voltmeter yordamida o'lchanadi. Amalga oshirilgan uchta o'lchov natijalarining o'rtacha qiymati asos qilib olinadi.

6. Fazani bir vastda ulanishini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi. 9.4 - rasmdagi shema yigiladi. Yuritma mexanizmi so'l kuchi yordamida sekinlik bilan harakatlantirilib, yuqori voltli kichik xajmli uzgich ulanadi. Uning har bir fazalarni ulash hasidagi xabarni berish, zanjirga ulangan hamma chiroqlarni bir vaqtda yonishi bilan aniqlanadi.

Yuqori voltli kichik xajmli ulab - uzgichni ulash va uzish, yordamchi apparatlar va uning yuritma mexanizmlarini ishlashi kuzatiladi.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) ishni dasturi,
- g) shemalar va laboratoriya natijalari bo'lishi shart.
- d) uni bajarishda xavfsizlik texnikasiga qat'iy rioya qilinishi shart.

Sinov savollari.

1. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichlarning vazifasi nimadan iborat ?

2. Uzgichlarning qanday rusumlari mavjud ?

3. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichning handay yuritmalari mavjud ?

4. Yuqori voltli kichik hajmli moyli uzgichlarni sinash, o'lchash dasturiga nimalar kiradi ?

10- LABORATORIYA ISHI

UZGICHLARNI MASOFALI BOSHQARISH.

Ishdan maqsad: Yuqori kuchlanishli uzgichlarni masofali boshqarish sxemasi bilan tanishish hamda sinab ko'rish.

Qisqacha nazariy malumot. Yuqori kuchlanishli uzgichlarning masofali boshqarish sxemalariga qat'iy talablar qo'yiladi, chunki uzgichning ishlamay qolishi energetika tizimida og'ir holatlarga olib kelishi mumkin.

Uzgichning boshqarish sxemasi bir qancha element va zanjirlardan tashkil topgan bo'lib, ushbu zanjirlarning uzunligi ba'zi hollarda bir necha 100 metrlarni tashkil etishi mumkin. SHuning uchun uzgichning boshqarish sxemasidagi biror qismining buzilish ehtimolligi uzgichning o'zining buzilish ehtimolligidan yuqoridir. SHuni hisobga olgan holda uzgichning boshqaruv sxemasi avtomatik tarzda asosiy boshqaruv zanjirlarini tekshirib turishi, nosozlik vujudga kelganda esa markaziy xabar tizimi bu haqda navbatchi xodimni ogohlantirishi lozim.

G'altak yuritmalari moyli uzgichning ishlashini qurib chiqamiz.

Qo'shish g'altagi (QG) yuritma doimiy tok bilan ta'minlanuvchi kuchli elektr magnit ko'rinishiga ega. 6-10 kV li zanjirlarni qo'shishda 50-60 A ni, 110-220 kV li zanjirlarni qo'shishda esa 500-700 A ni iste'mol qiladi. Qo'shish g'altagi yuritma stansiya va podstansiyalarda o'rnatilgan maxsus akkumlyator batareyalaridan ta'minlanadi. Bunday toklarni kommutatsiyalash uchun bevosita uzgichda uzgarmas tok bilan ta'minlanuvchi katta quvvatli kontaktorlar o'rnatiladi. Uzgichni notug'ri ishlashida kontaktor uzoq vaqt ish holatida qolishi tijasida g'altakli yuritmani ishdan chiqishi, unga keluvchi kabellarning qizishiga, akkumlyator batareyalarining plastinkalarini buzilishiga olib kelishi mumkin. SHuning uchun ushbu zanjir saqlagichlar (1PR, 2PR) bilan yoki avtomat bilan himoyalangan.

Qo'shish g'altagiga manba ta'minlash shinasidan (TSH) amalga oshiriladi. Ushbu shinalar ikkita manbadan ta'minlandi (10.1-rasm). Ikkita ta'minlovchi kabellar ulagichlar bilan birga ta'minlash halqasi ko'rinishida ishonchli sxemani xosil qilib, biror bir kabelning ishdan chiqishidan ham ta'minot uzilmaydi.

Uzgich ishga tushgandan so'ng uning holati maxsus ilgak bilan chegaralanadi, va ushbu holatda uzgich uzoq muddat qolishi mumkin.

Uzgichni uzish maxsus qaytaruvchi prujinalarning energiyasi va kontakt tizimining o'z og'irligi amalga oshiriladi.

Uzgichni uzish uchun ilgakni bo'shatish lozim. Ilgakni bo'shatish maxsus kam quvvatli elektr magnit orqali amalga oshiriladi (uzish g'altagi). Uzish g'altagi 5-15 A tok iste'mol qilganligi sababli uni manba bilan ta'minlash operativ zanjirlar orqali amalga oshiriladi. Uzgichni uzish va qo'shish qisqa vaqt ichida amalga oshganligi sababli (1 soniyadan kam) g'altaklarning cho'lg'ami uzoq muddatli tok oqishiga muljallanmagan. SHuning uchun uzgichni ko'shish va uzish impulsi kerakli amal bajarilgandan so'ng avtomatik tarzda olinadi.

Uzgich holatining nazorati va turli xil avtomatik operatsiyalar uchun uzgich kam quvvatli «takrorlovchi kontaktlar» bilan jixozlangan bo'lib ushbu kontaktlar blok –kontakt (BK) deb yuritiladi.

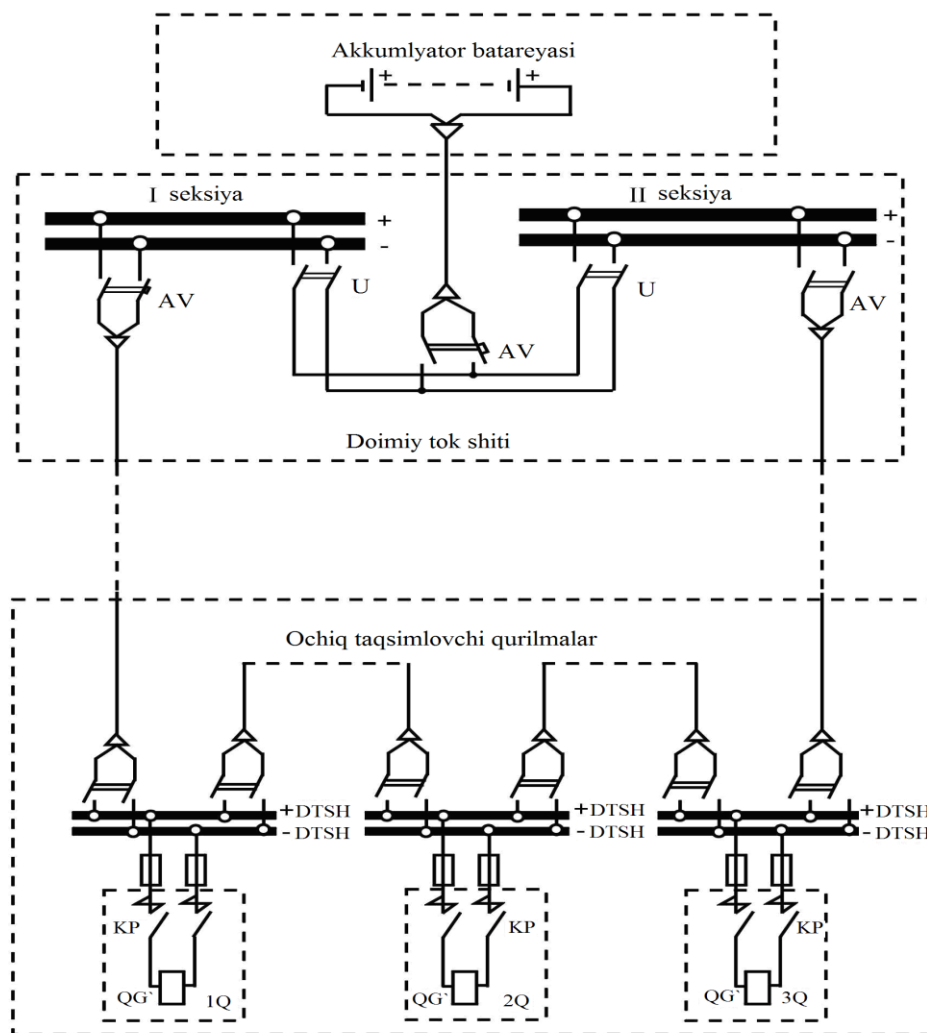
Uzgichning masofali boshqarish sxemasining ishlash prinsipi.

Avtomat A bilan operativ tok berilgandan so'ng uzgichning boshqarish sxemasini holatini tekshiramiz. Moyli uzgich V uzilgan va uning blok –kontakti BKV-1 yopiq holatda. Ushbu holatda quyidagi zanjir yig'iladi: (+SHU) – 1S qarshilik, UXR cho'lg'ami (11-12 klemmlar), RBM releining 1-2 kontaktlari, uzgichning blok – kontakti BKV–1, doimiy tok kontaktorining cho'lg'ami KP - (-SHU). «Uzilgan» holatidagi rele (UXR) qaraganda kontaktor cho'lg'aming qarshiligi nisbatan kichik bo'lib uning ishlash toki ancha kattadir. SHuning uchun UXR ishga tushadi va uzinnig normal ochiq kontaktlari 3-4 bilan yashil chiroqni ishga tushiradi va u o'z navbatida uzgichning uzilgan holati va qo'shish zanjiri butligini bildiradi. Uzgichni masofali boshqarishning qo'lda bajarilishi uchta holatga ega bo'lgan boshqaruv kaliti (BK) orqali amalga oshiriladi. Boshqaruv kalitlari qoidaga ko'ra boshqaruv panellarida, qolgan boshqa apparatlar avtomatlar panelida yoki avtomatik qayta ulagich panelida o'rnatiladi.

Uzgichni qo'shish quyidagi tartibda bajariladi: boshqaruv kaliti BK o'ng tomonga «V»- holatiga (qo'shish) qo'yiladi, ushbu holatda kalitning 6-8 kontaktlari yopiladi va quyidagi zanjir yig'iladi: (+SHU)- boshqaruv kalitining 6-8 kontaktlari, UXR ning normal ochiq kontaktlari 9-10, «qo'shish»ga bo'yruq relisining (QBR) 11-12 klemmalari.

«Qo'shish»ga bo'yruk rele ishlaganda va uzining normal ochiq 7-8 kontaktlarini ulaydi. Operativ zanjirning «+» ishorasi kontakt nakladka 4 N, RBM releining 1-2 kontaktlari, uzgichning blok – kontakti BKV - 1 orqali doimiy tok kontaktorining cho'lg'amiga beriladi. Kontaktor ishga tushib o'zining kontaktlarini ulaydi va qo'shish g'altagi (QG')

uzgichni ulash jarayonini amalga oshiradi. Bir vaqtning o'zida «uzilgan» holatidagi releqa qisqa tutashtiriladi va u tarmoqdan uziladi.



10.1-rasm. Qo'shish g'altagining ta'minot sxemasi.

Uzgich ulangandan so'ng uning blok-kontaktlari qayta ulanadi. Uzgichnig blok-kontakti (BKV-1) uziladi, kontaktorning cho'lg'amidan tok o'tmaydi. Natijada kontaktor uzining kontaktlarini ajratib qushish g'altagini manbasiz qoldiradi. Uzgichning blok-kontakti (BKV-2) ulanishi natijasida uzish g'altagidan, ko'p marta ulashlarni oldini oluvchi rele (RBM) cho'lg'amidan, qayta ulovchi rele (RPV) cho'lg'amidan va qarshilikdan (2S) tok oqishni boshlaydi. Natijada qayta ulovchi rele (RPV) ishga tushadi va uning 3-4 kontaktlari ulanganda qizil rangli chiroq yonadi. Bu esa o'z nabatida uzgichni ulangan holatini bildiradi.

Uzgichni qulda uzish boshqaruv kalitini (BK) chapga burash orqali amalga oshiriladi. Bunda boshqaruv kalitining 5-7 kontaktlari ulanib «uzishga» bo'yruq relesini (UBR (RKO)) ishga tushiradi. U o'z navbatida «uzishga» bo'yruq relesi o'zining kontaktlari bilan 2S

qarshilikni va qayta ulovchi releni (RPV) qisqa tutashtiradi. Natijada ko'p marta ulashlarni oldini oluvchi rele (KOR (RBM) hamda uzish g'altagi ishga tushadi. Uzish g'altagi uzgich yuritmasini ilgakdan ajratishi natijasida uzgich uziladi. Bunda uzgichning blok-kontakti (BKV-2) ajralishi natijasida uzish g'altagi va ko'p marta ulashlarni oldini oluvchi rele manbasiz qoladi. So'ngra uzgichning blok-kontakti (BKV-1) ulanishi natijasida uzishga xabar relesi (UXR) ishga tushib uzgichning uzilgan holati va qushish zanjirlarining butligi haqida xabar beradi. Boshqaruv kalitini 7-8 kontaktlari qayd etish relesini (QR(RF)) boshlang'ich holatga qaytaradi.

Uzishga xabar va qayta ulovchi relelarining cho'lg'am zanjirlarida qarshiligi 1000 Om bo'lgan 1 S va 2S qarshiliklar o'rnatiladi. Ushbu qarshiliklar o'zlari o'rnatilgan relelar cho'lg'amlarini qisqa tutashtirganda tokni cheklashga hamda kontaktor va uzish g'altagini ishlashini oldini olish maqsadida o'rnatiladi. Ushbu qarshiliklar bo'lmagan vaqtda uzgichni notug'ri ulanishi va uzilish hollari kuzatilgan.

Avtomatik qayta ulash qurilmasi (AQU)

AQU uzgichning boshqaruv sxemasi bilan birlashtirilgan va qayta ulovchi RPV-58 turidagi rele asosida tayyorlangan.

AQU ning ikki xil vaziyatda ishlashini ko'rib chiqamiz.

1. Birlashmani AQU orqali qo'shish.

Liniyani birinchi marta ishga tushirishdan oldin biror bir shartlar bajarilishi lozim (misol uchun, ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniya sinxronizm sharti asosida ishga tushiriladi), ushbu jarayon AQU orqali boshqaruv kaliti (BK) yordamida amalga oshiriladi.

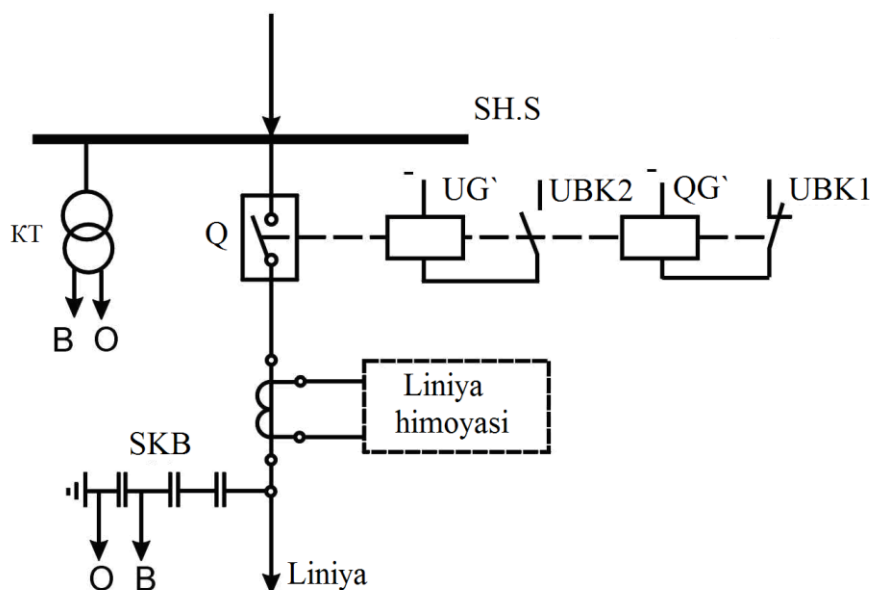
Buning uchun kontakt nakladkani (4N) 2-3 holatga qo'yilib, 1N, 2N, 3N nakladkalar zanjirini ajratish lozim. SHundan so'ng boshqaruv kalitining 6-8 kontaktlari ulangandan so'ng uzishga bo'yruq relesi (UBR) ishga tushadi. Uzishga bo'yruq relesining (UBR) 3-4 kontaktlaridan, uzilgan holatdagi relening (UXR) 7-8 kontaktlaridan, kuchlanish relelarining (1KR) va (KR) 5-7 kontaktlaridan va sinxronizmni nazorat relesining (SNR) 9-11 kontaktlaridan tok oqishi natijasida vaqt relesi (1RV) ishga tushadi (AQU ning ishga tushishi). Vaqt relesi (1RV) o'rnatilgan sabr vaqtini sanab o'zining kontaktlarini ulab oraliq relesining (1RP) cho'lg'amini qisqa tutashtirishi natijasida kondensatorni (S) razryadsizlanadi. Oraliq relesi (1RP) o'zining kontaktlarini ulashi natijasida o'zini –o'zi ta'minlash (samouderjanie)

holatiga tushib qoladi. Uzishga bo'yruq relesining (UBR) 5-6 kontaktlari ulanganligi sababli uzgichni AQU dan avtomatik ulanishini ko'rsatuvchi ko'rsatkich relesi ishga tushmaydi. Natijada kontaktor ishga tushadi va uzgich tarmoqdan uziladi.

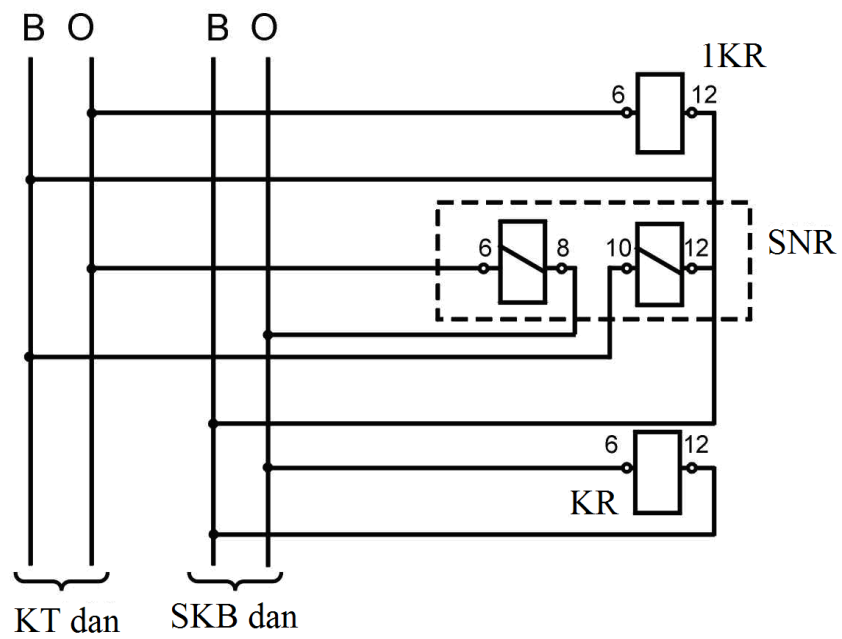
Uzgichning blok-kontakti BKV-1 kontaktorning katta tokini uzishi natijasida 1RP oraliq relesining cho'lg'ami manbasiz qoladi va kontaktlari ajraladi. SHu vaqtning o'zida uzilgan holatidagi rele (UXR) ham manbasiz qolishi natijasida 9-10 kontaktlarini ajratadi va uzishga bo'yruq relening (UBR) cho'lg'amini manbasiz qoldiradi. Uzishga bo'yruq relesining 7-8 kontaktlari AQU ni boshlang'ich holatga keltiradi. Uzishga bo'yruq relesining (UBR) 9-10 kontaktlari ko'rsatkich relesini qisqa tutashtiradi. Natijada navbatchi xodimga faqatgina qisqa muddatli impuls berishga imkon beradi. Qolgan jarayonlar sinxronizm sharti bajarilganda avtomatik tarzda amalga oshiriladi.

2. Avariya natijasida birlashma releli himoyadan uzilganda so'ng uzgichni AQU tomonidan tarmoqqa ulash.

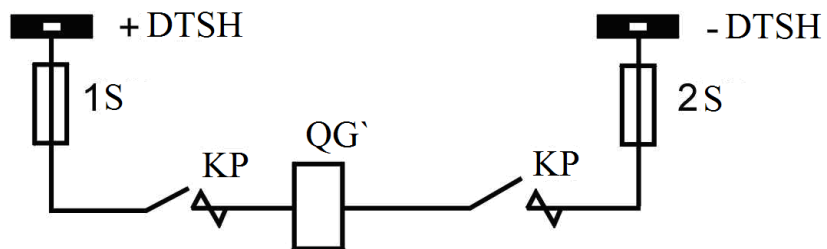
Buning uchun 1N va 3N nakladkalar 1-2 holatga keltiriladi. Ushbu holatda AQU ishga tushishi boshqaruv kalita orqali bajarilgan so'ngri amallar («qo'shish») uzgichning xolati (uzgich uzilgan) bilan mos kelmasligi natijasida yuzaga keladi. Agarda boshqaruv kaliti orqali «uzish» bo'yruq'i berilmagan bo'lsa qayd etish relesining (QR) kontaktlari va uzilgan holatidagi relening (UXR) 7-8 kontaktlari yopiq holatda bo'ladi. Ushbu kontaktlar orqali vaqt relesining (1RV) cho'lg'ami manba bilan ta'minlanadi va AQU ishga tushadi.



10.2-rasm. Tushuntiruvchi sxema



10.3- rasm. Kuchlanishlar zanjiri



10.4- rasm. Qo'shish g'altagining boshqaruv zanjiri.

6. Uzgichni avariyaaviy uzilish janjirlarini va AQU ni shiga tushirish zanjirlarini tekshirish.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi
- v) hisobotda uzgichni boshqarish sxemalari
- g) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- 1. Qayd etish relesining vazifasi nimadan iborat?
- 2. AQU ni ishga tushirish qanday amalga oshadi.
- 3. Uzilgan holatidagi rele va qo'shilgan holatdagi relelar nima maqsadda kerak?
- 4. Uzshi va qo'shish g'altaklarining vazifasi?

11 – LABORATORIYA ISHI ERUVCHAN SASLAGICHLARNI O'RGANISH

Ishdan maqsad: Saqlagichlarning tuzilishi va eruvchan elementning tavsifini o'rganish.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Saqlagichlar asosan, elektr qurilmalarni qissa tutashuv tokidan bir marotaba himoyalash uchun qo'llaniladi. Har hil tuzilishli saqlagichlar mavjud: probkali, fibralli, mayda kvarts qum to'ldirilgan, otiluvchilar shular jumlasidandir.

Saqlagichning asosiy qismi - eruvchan element, sim va yupqa metallardan iborat bo'ladi. Tok miqdorining ortishi bilan eruvchan element eriydi va tarmoq yoki elektr zanjiridan o'tadi. Eruvchan element orqali oqayotgan tokning miqdori belgilangan me'yordan qancha katta bo'lsa, u shuncha tez eriydi. Qisqa tutashuvdan elektr tarmoqni ajratish uchun ketgan vaqt orasidagi munosabat - eruvchan elementning himoya tavsifi deyiladi.

Saqlagich va eruvchan elementning nominal toki quyidagicha:

Saqlagichning toki deganda - tok o'tkazuvchi simlar, kontakt va eruvchan elementdan oqib o'tuvchi tok miqdori tushuniladi.

Eruvchan elementning toki deganda, - eruvchan elementning o'zidan oqib o'tuvchi tok tushuniladi.

Eruvchan elementning nominal toki - uning uzoq vast erimasdan tok miqdori qabul qilinadi. Oqayotgan tokning miqdori, uning nominal qiymati 25-30% f dan oshganda, saqlagich elementi 1-2 soatda eriydi, 50% f dan oshganda 10 -15 minutda eriydi, agar 100% f zdan oshishi bilan -1 minutda eriydi.

Laboratoriya ishining dasturi

1. Eruvchan saqlagichlarning pasport ma'lumotlari bilan tanishish.
2. Eruvchan saqlagichlarni tavsifini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi.

1. Eruvchan elementning ximoya tavsifi (ampersekund)ni olish.
2. 11.1 - rasmda ko'rsatilgan laboratoriya stendida yigiladi.

Bunda,

PT-pasaytiruvchi transformatorlar (OSVU - 0,5; 220G'12V);

LATR-laboratoriya avtotransformatori;

SAS-so'shimcha aktiv qarshilik (5 Om);

A-ampermetr;

S-saqlagich;

Alyumin yoki mis simlardan kesim yuzasi 0,1 dan 1 millimetrgacha bo'lgan eruvchan qaslagich tayyorlanadi. Uning ximoya tavsifini olish uchun quyidagi ishlar amalga oshiriladi.

Sim qissichlarga mahkam ulanadi;

Biriktirib - uzgich ulanadi;

Elektr tarmoqqa kuchlanish beriladi va LATR yordamida tok 30A belgilanadi. Shundan so'ng, eruvchan element biriktirgich - ajratkich orqali ajratiladi va eruvchan elementning erish vaqti elektr sekund o'lchagich yordamida aniqlanadi;

Har hil toklarda laboratoriya natijalari bir necha marotaba olinadi va olingan qiymatlar 11.1-jadvalga yoziladi.

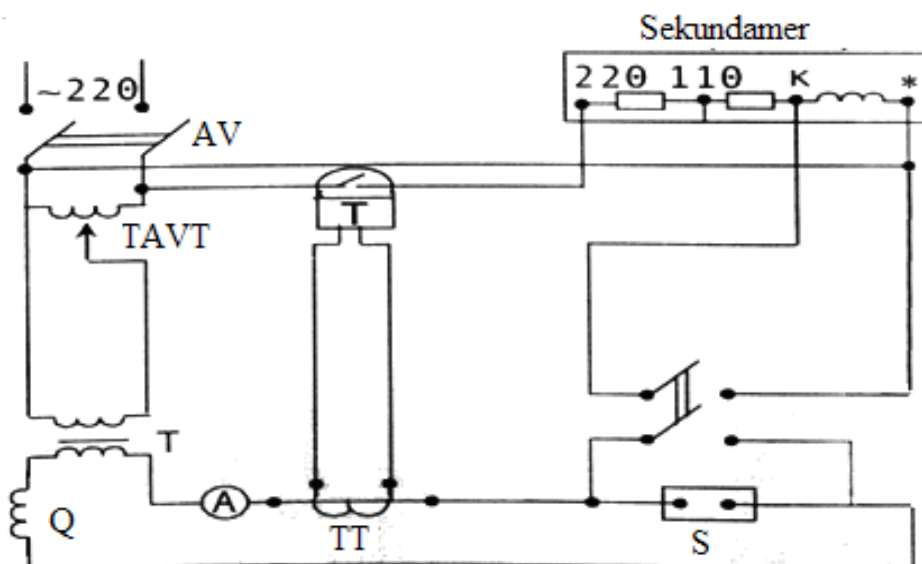
11.1-jadvaldan foydalanib, eruvchan elementning erish vaqti bilan tokning mikdori orasidagi egri chiziq kuriladi.

Eruvchan elementning nazariy himoya tavsifi 11.2 - rasmda o'z aksini topgan (bunda Imin eng kichik toki).

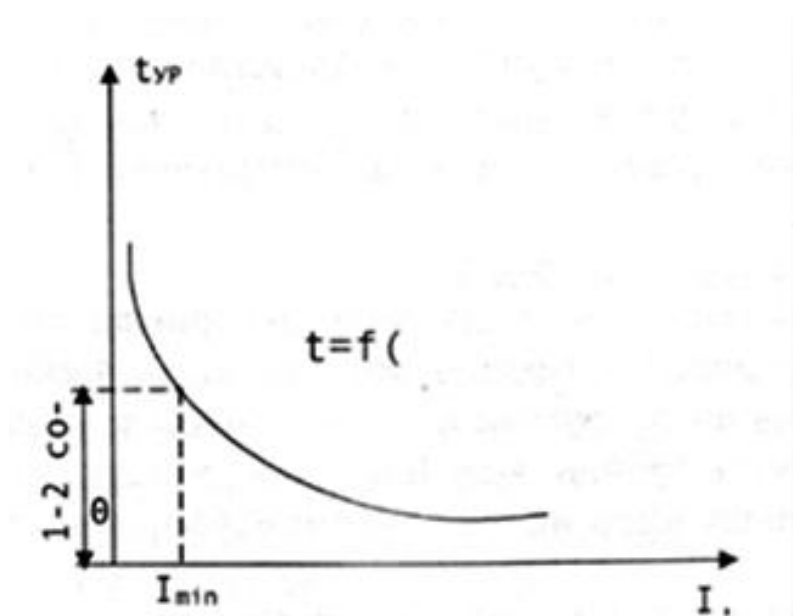
Saqlagichning eng kichik erish toki - bu shunday tokki, eruvchan element qizil rangga kiringuncha qiziydi, lekin erimaydi. Kichik erish toki - bu elektrqurilma yoki elektr tarmoqni katta miqdoridagi yuklanish toki tushuniladi. U xolda, saqlagich - elektr qurilmani himoya qila olmaydi va o'z ish faoliyatini tugatadi. Ba'zi bir saqlagichni eruvchan elementiga sharsimon element qo'yiladi. Sharsimon qalayli eruvchan element agar,ungao'rnatiladigan miqdordan ortis tok o'tishi natijasida u erib, tarmoq yoki elektr qurilmani bir marotaba himoyalashni ta'minlaydi.

11.1 – jadval

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



11.1- rasm. Eruvchan elementning himoya tavsifini oluvchi sxema



11.2- rasm. Eruvchan elementni himoya tavsifi.

Elektr tarmoqni uzishdan hosil bo'ladigan elektr yoyni o'chirish uchun saqlagichning ichiga mayda kvarts sumlari to'ldiriladi. Saqlagichlarning tashqi ko'rinishi silindr shaklida bo'lib, u chinni, shisha, fibra va boshqa elementlardan tayyorlanadi.

Laboratoriya ishini o'tkazishda xavfsizlik texnikasi qoidalariga qat'iy e'tibor qilinishi shart.

Hisobotni rasmiylashtirish.

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- a) standart shakildagi titul varag'i
- b) ishning maqsadi:
- v) eruvchan saqlagichlar haqida qisqacha ma'lumot,
- g) tajriba stedining sxemalari,
- d) o'lchov natijalari yozilgan jadvallar,
- e) laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- 1.Eruvchan elementning himoya tavsifi deb nimaga aytiladi ?
- 2.Eruvchan elementning nominal toki deganda nimani tushunasiz ?
- 3.Eruvchan elementli saqlagichlar qanday elektr tarmoq va elektr qurilmalarning himoyasida keng qo'llaniladi?
4. Saqlagichlar elektr zanjirga qanday ulanadi?
- 5.Saqlagichlarning qanday turlarini bilasiz?

12 - LABORATORIYA ISHI SHINALARNING O'ZARO ELEKTR DINAMIK ZO'RISISHLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad. shinalardan tokning oqishiga ko'ra, ularda sodir bo'ladigan ta'sir etuvchi kuchlarni analitik usul va laboratoriyadan olingan natijalarni taqqoslab ko'rishdan iborat.

Qisqacha nazariy ma'lumot. Shinalardan tokning oqishiga ko'ra, ular orasida o'zaro ta'sir etuvchi mexanik kuch paydo bo'ladi. Bunday kuchlar elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchlar deb yuritiladi. Uning qiymati o'tkazgichlarning barcha qismlaridagi tok kuchiga bogliq. Tok kuchining qiymati qisqa tutashuvning dastlabki momentidagi (qisqa tutashuvning zarba toki) elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchga bogliq.

Zamonaviy energosistemada sodir bo'lgan qisqa tutashuvning zarba toki bir necha yuz ming amperga etadi, uning tuzilishi va tok o'tkazuvchi qismlarda katta miqdorda elektr dinamik kuchni ta'sir etishga olib keladi.

Elektr qurilma va uning tuzilishida asosan, elektr dinamik muvozanat va tokni oqishidan elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchning paydo bo'lishini e'tiborga olish lozim.

Shinalar orasidagi elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch asosan, magnit maydon kuchlanganligi, muxitning tarkibi, tok kuchi va uning tuzilishiga bogliq. Ular asosan ikki hil usulda anihlanadi:

- a) Bio – Savar konuni;
- b) tugundagi energiyalarning o'zgarishi bo'yicha.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada ularni aniqlash asosan, ikkita parallel shinalar uchun Bio – Savar sonunidan foydalanib, elektr dinamik kuchni ko'rib chiqish bilan chegaralanilgan. Shinalarga magnit maydon ta'sir etishi bilan ularda sodir bo'ladigan kuchni aniqlash uchun Bio - Savar sonunidan foydalaniladi. U quyidagicha:

$$F = l \cdot H \cdot i \sin(H \wedge l) \quad [H] \quad (12.1)$$

bunda, F – shinaga ta'sir etuvchi kuch, H;

H – magnit maydon kuchlanganligi, A / H;

i – tok kuchi, A;

l – shinaning uzunligi, m.

To'g'ri burchakli parallel shinalarni o'zaro elektr dinamik kuch ta'siri uning geometrik o'qiga ko'ra, tokning oqishi esa, parallel shinalarning kesim yuzasi bo'yicha tokni taqsimlanishdagi haqiqiy qiymati bilan almashtirilib, shinalar orasidagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$F = H \cdot i_2 \cdot l \quad [H] \quad (12.2)$$

Chunki $\sin(H \wedge l)$ Parallel shinalardan biri orqali oqayotgan tokka to'g'ri proporsional bo'lib va unda hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi quyidagicha:

$$H = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot i_l}{a} \quad (12.3)$$

bunda, a - shinalar orasidagi masofa, mm.

(12.3) ni va (12.2) ga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \text{ [H]} \quad (12.4)$$

(12.4) da tok - amperda, masofa esa, millimetrda berilgan.

Musbat (Q) va manfiy (–) belgilar shinalarning o‘zaro bir biriga tortilishi, ular bo‘yicha tokning oqishi bilan bir hil yo‘nalish va aksincha, ularni bir-biridan itarilishi esa, har hil tomonga yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Ta'sir etuvchi kuchni aniqlashda (12.4) formulani har doim ham qo‘llash to‘g‘ri kelavermaydi. Bu formulaga rostlovchi forma koeffitsieynti kiritiladi va shinaning geometrik o‘lchamlari xisobga olinadi, u forma koeffitsieynti deb ataladi. U quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_u \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \text{ [H]} \quad (12.5)$$

bunda, K_u - shinaning o‘zaro geometrik o‘si orasidagi masofa.

Shakl koeffitsieyntining qiymati egri chiziq bo‘yicha aniqlanadi, u katalogdan olinadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, shinalar orasida o‘zaro ta'sir etuvchi kuchga nisbatan formulani qo‘llash to‘g‘ri bo‘ladi. Unga qo‘shimcha shina uzunligini hisobga oladigan (12.5) ga to‘ldiruvchi koeffitsient kiritiladi. Ularga ta'sir etuvchi elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni anihlash formulasi quyidagicha:

$$F = \pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot K_u \cdot K_m \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{a} \text{ [H]} \quad (12.6)$$

Shakl koeffitsieyntining (1.1- rasm) qiymati K_f - 0 dan 1,4 gacha bo‘lgan keng chegarada o‘zgaradi. Shinaning ko‘ndalang kesimi perimetriga ko‘ra, shinalar orasidagi masofa teng yoki katta bo‘lganda, amalda shakl koeffitsieynti 1 (bir) ga teng deb qabul silinadi.

Uch fazali qisqa tutashuvda shinalararo elektr zanjirga ta'sir etuvchi kuch asosan, o‘rtadagi shinaga ko‘ra aniqlanadi.

Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchning qiymati quyidagicha:

$$F_{\max} = \pm \sqrt{3} \cdot 10^{-7} \cdot i_{\text{zap}}^2 \cdot \frac{l}{a} K_u \text{ [H]} \quad (12.7)$$

bunda i_{zap} – qisqa tutashuvdagi tok, A;

l – shinaning uzunligi (mm, sm, m);

a – shinaning o‘zaro geometrik o‘slari orasidagi masofa, m,

0,87 – turli fazalarni suriladigan momentida, toklarni mos kelmasligining xisobga olish koeffitsienty.

Laboratoriya ishining dasturi

Uzunligi bir xil bo'lgan shinalar orasidagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchlarni tadsiq qilish va uni analitik (12.1) usullar bilan aniqlash:

$$a_1 = \text{const} \qquad a_2 = \text{const} \qquad a_3 = \text{const}$$

va shinalar orasidagi ta'sir etuvchi tokni o'zgarishidan, shinalarga o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash. a uchta o'zgarmas xar-xil qiymatga ega bo'lganda, $F = f(i)$ bo'yicha tadqiq qilish va uning xisobiy egri chizigini qurish.

Eslatma: Bir qancha egri chiziqlarni aralash grafikda qurish lozim.

1. Tokning o'zgarmas qiymatida shinalar orasida o'zaro ta'sir etuvchi kuchni analitik va tadqiqot natijalari quyidagicha aniqlanadi:

$$i_1 = \text{const} \qquad i_2 = \text{const} \qquad i_3 = \text{const}$$

va shinalar orasidagi masofa o'zgarganda xamda, $i = \text{const}$ bo'lganda $F = f(a)$ bo'yicha tadqiqot va xisobiy egri chiziqlari quriladi.

Laboratoriya ishini bajarishga oid tushunchalar.

Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash 12.2 - rasmda ko'rsatilgan. Unda bir-biriga gorizontal joylashtirilgan (1) va (2) mis shinalarni ko'rib chisamiz. Shinalar o'lchamlari: shinaning uzunligi l q 120 cm; uning eni h q 4 cm, uning qalinligi v q 0,5 sm.

Ishchi stolga gorizontal xolatda, qo'zg'almas tayanch izolyatorlari yordamida pastki shina (1) maxkamlanadi va xarakatlanuvchi shina (2) kronshteynlar yordamida, unga parallel o'rnatilgan. Pasaytiruvchi transformator (PT) ning ikkilamchi cho'lgami kabel tolasi orqali shinaga ulanadi. Shunday qilib, shinalardan har xil yo'nalishlarda tokning oqishi va ulardagi o'zaro ta'sir etuvchi elektr dinamik kuchni kuzatamiz.

Shinalardagi tok ampermetr yordamida aniqlanadi. Pastki shina (1) elektr zanjiriga ulanadi. Tenzometrik datchikning tarkibi asosan, qarshilik ko'prigidan iborat bo'lib, ular yordamida shinalarga ta'sir etuvchi kuch va shinalarning deformatsiya qiymatlari aniqlanadi.

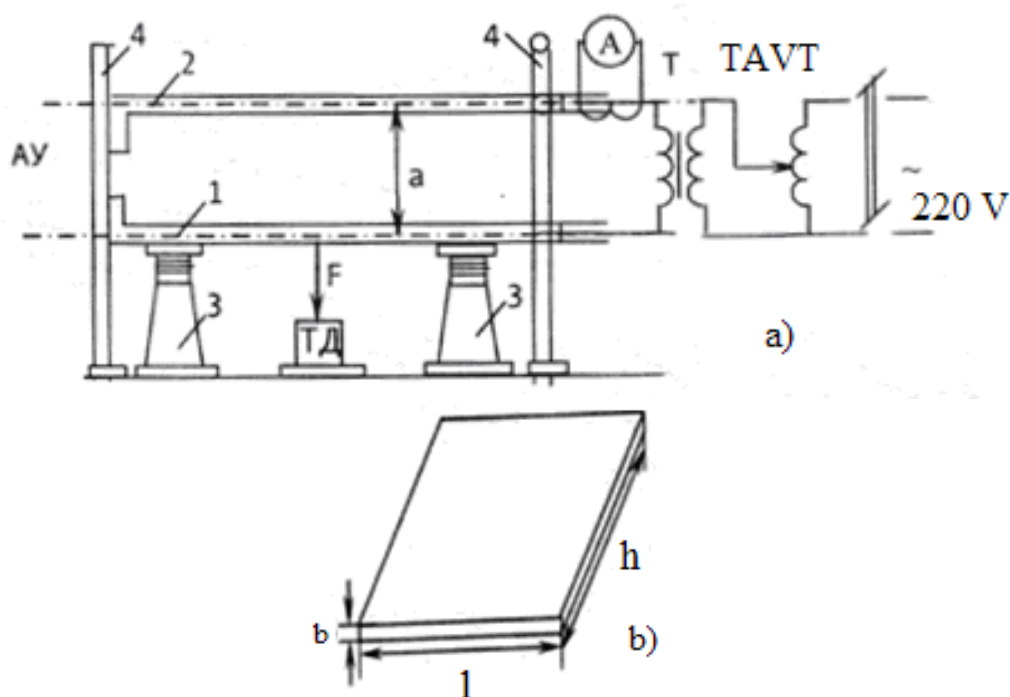
Unga asosan, ingichka mis tolasidan qarshiliklar tayyorlanadi va u ta'sir etuvchi kuch ta'siridan o'z uzunligini o'zgartiradi. O'lchov

asboblari orqali uning parametrlari o'lchanadi. Shinaning qarshiligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

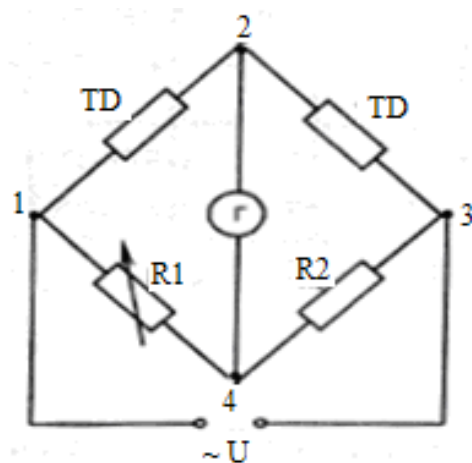
$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

O'tkazgichlar uzunligining ortishi va uning kesim yuzasi (S) ni kamayishi bilan qarshilikning miqdori o'zgaradi. Asbob sezgirligini orttirish uchun ikkita tenzo asbobdan iborat bo'lgan o'lchov organi yigiladi. O'lchov asbobi asosan, qarshiliklar ko'prigining qaramaqarshi elkasiga ulanadi. Qarshilikning o'zgarishi bilan (12.3 - rasm) qarshilik ko'prigida, uning o'zgarish balansi paydo bo'ladi. Bu balans tranzistorli kuchaytirgichga uzatiladi so'ngra, kuchaytirilgan signal o'lchov asbobiga yuboriladi. Shinalarning deformatsiyasi tenzoasbob qarshiligining o'zgarishiga proportsionaldir. Shu bilan bir qatorda uning deformatsiyasi, elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchga ham proportsionaldir. Ta'sir etuvchi elektr dinamik kuchning qiymati esa, o'lchov asbobi strelkasining ogishi bo'yicha aniqlanadi.

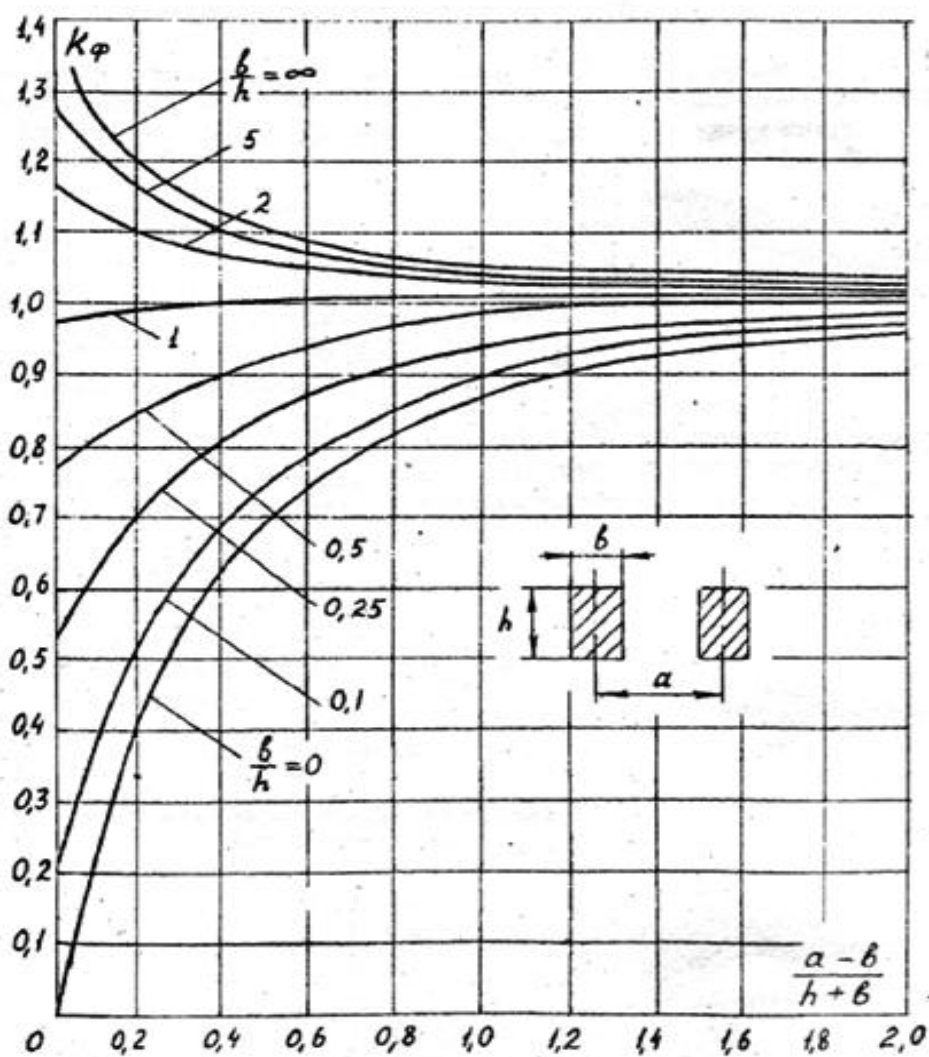
Shinalar orasidagi o'zgartiriluvchi masofa, tokning qiymatlari va laboratoriya ishida o'lchanadigan tadqiqot natijalari jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya ishidan olingan qiymatlarga ko'ra, egri chiziq grafiklari quriladi va ular o'zaro taqqoslanadi.



12.2 - rasm. Elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni aniqlash uchun qurilma: a)- Qurilma cxemasi, b)- shinanining o'lchamlari



12.3- rasm. Tenzodatchiklarni ulash sxemasi.



12 – rasm. Ko‘ndalang kesim yuzasi to‘gri burchakli shinalarning forma koefitsieyntini aniqlash uchun egri chiziqlar.

12.1 - jadval

a - bo'lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	$a = 1,5 \cdot 10^2_M$			$A = 2,5 \cdot 10^2_M$			$A = 3,5 \cdot 10^2_M$		
	F_{tadq}	F_{his}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}	K_{sh}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}
200									
250									
300									
350									
400									
500									

12.2 – jadval

a- bo'lganda, $F = f(a)$ ni aniqlash

I, A	I = 200 A			I = 300 A			I = 500 A		
	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}	F_{tadq}	F_{his}	K_{sh}
1,5									
2,5									
3,5									

Eslatma: Egri chiziq bo'yicha K_{sh} (1-A, 67- bet, 5.5.-rasm) topiladi

Hisobotni rasmiylashtirish

Laboratoriya ishi bo'yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim

- ishning maqsadi va uning dasturi,
- elektr qurilmaning sxemasi,
- hisoblash va tadqiqot natijalari, jadvallar,
- elektr dinamik ta'sir etuvchi kuchni analitik usulda aniqlash.
- laboratoriya ishidan qilingan xulosa.

Sinov savollari.

- Shinalardan tokni osishida ulardagi o'zaro elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch nimaga boglis?
- Shakl koeffitsientini deganda, nimani tushunasiz va u nimaga bogliq?
- Har hil fazalarga ta'sir etuvchi kuchlar, shinalarning qaysi fazasi bo'yicha tekshirib ko'riladi?
- Laboratoriya ishida elektr dinamik ta'sir etuvchi kuch qanday o'lchanadi?
- Tok o'tkazuvchilardagi o'zaro elektr dinamik ta'sir qisqa tutashuvning qaysi momentida qodir bo'ladi?

ADABIYOTLAR

1. Christophe Preve “Protection of electrical networks”, New York,Basel, “ISTE Ltd”, 2006.508 p.
2. Ruben D.Garzon, “High voltage circuit breakers” Design and Applications Second Edition, USA Marcel Dekker,Inc. All Rights Reseverd, 473 p.
- 3 . Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. «Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi».-O‘quv qullanma, –T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
4. Рожкова Л.Д. Карнеева Л.К. Чиркова Т.В. «Электрооборудование электрических станций и подстанций» 4-издания –М.: Издательский центр «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. Рожкова А.Д., Козулин В.С. Станция ва подстанцияларнинг электр асбоб-ускуналари. Дарслик, -Т.: Ўқитувчи,1986.
9. www.ziyonet.uz

1- laboratoriya ishi	Sinxron generatorni energetik tizimga ulash	3
2- laboratoriya ishi	Generatorlarning ish rejimlarini tadqiq qilish	8
3- laboratoriya ishi	Transformator chulgʻamlarining ulanish guruhlari, sxemalari va asosiy parametrlarini oʻrganish	11
4- laboratoriya ishi	Transformatorlarni parallel ishlatish	15
5- laboratoriya ishi	Transformatorlarning oʻtayuklanish qobiliyati	19
6- laboratoriya ishi	Oʻzgaruvchan tok tarmogʻida izolyatsiya nazorati sxemasini tekshirish	25
7- laboratoriya ishi	Tok transformatorlarini tekshirish	29
8- laboratoriya ishi	Kuchlanish transformatorini tekshirish	33
9- laboratoriya ishi	Moyli uzgich va uning yuritma mexanizmlarini tekshirish	41
10- laboratoriya ishi	Uzgichlarni masofali boshqarish	46
11- laboratoriya ishi	Eruvchan saslagichlarni oʻrganish	53
12- laboratoriya ishi	Shinalarning oʻzaro elektr dinamik zoʻrisishlarini aniqlash	56
Adabiyotlar		63

Muharrir Sidikov A. K.A.