

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

ABU RAYHON BERUNIY nomidagi
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKASI

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun
uslubiy ko‘rsatmalar

5310200 – Elektr energetikasi yo‘nalishi talabalari uchun

Toshkent–2015

Tuzuvchilar: Rismuxamedov D.A., Mamarasulova F.S.,
To‘ychiyev F.N.

Uslubiy ko‘rsatmalar «Releli himoya va avtomatikasi» fanining asosiy bo‘limlarini o‘z ichiga oluvchi laboratoriya ishlarini bajarish uchun tuzilgan.

Laboratoriya ishlari maxsus stendlarda bajariladi. Ularning bajarilishi talabalarda fan haqida aniq ma’lumotlar yaratadi va bilim darajalarini oshirishda ko‘maklashadi.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Ilmiy – uslubiy kengashining qaroriga asosan chop etilgan.

Taqrizchilar:

Mirzayev A.T. – «O‘zbekenergo» DAK «O‘zelektrtarmoq» UK Milliy dispetcherlik, boshliq o‘rinbosari, t.f.n.

Haydarov S.J. – ToshDTU «Elektr stansiyalar, tarmoqlar va tizimlar» kafedrasida dotsenti, t.f.n.

1 – laboratoriya ishi

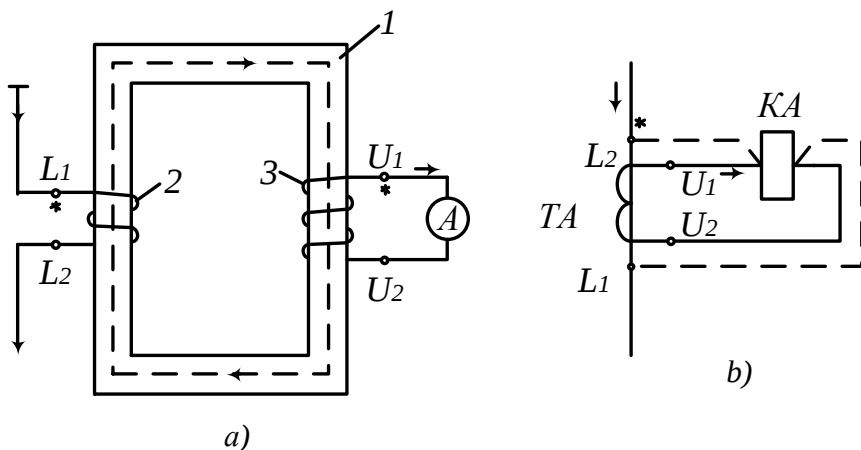
Tok transformatorlari va relelarning ulanish sxemalarini tekshirish.

(ishning davom etishi – 2 soat)

Ishning maqsadi: Tok transformatorlarining (TT) ikkilamchi chulgʻamlariga ulanadigan rele sxemalarini oʻrganish, vektor diagrammalarini tuzish.

Umumiy maʼlumotlar

1.1 – rasmda tok transformatorining sxemasi koʻrsatilgan. Uning asosiy elementlariga **1** – poʻlatdan yasalgan magnit oʻzak, **2** – birlamchi chulgʻam va **3** – ikkilamchi chulgʻamlar kiradi. Nazorat qilinayotgan zanjirga TT birlamchi chulgʻami ketma – ket ulanadi, ikkilamchi chulgʻamga esa oʻlchov asboblari (1.1a-rasm) yoki rele (1.1b-rasm) ulanadi. Sxemada birlamchi chulgʻamning uchlari «**L1**» va «**L2**», ikkilamchi chulgʻamning uchlari esa «**U1**» va «**U2**» harflar bilan belgilangan boʻlib, tokning yoʻnalishlari ham koʻrsatilgan.



1.1 – rasm. Tok transformatori:
a) ishlash prinsipi; b) sxemalarda belgilanishi

Ulanish sxemalari

Himoya sxemalarida quyidagi 4 ta ulanish sxemalari qoʻllaniladi:

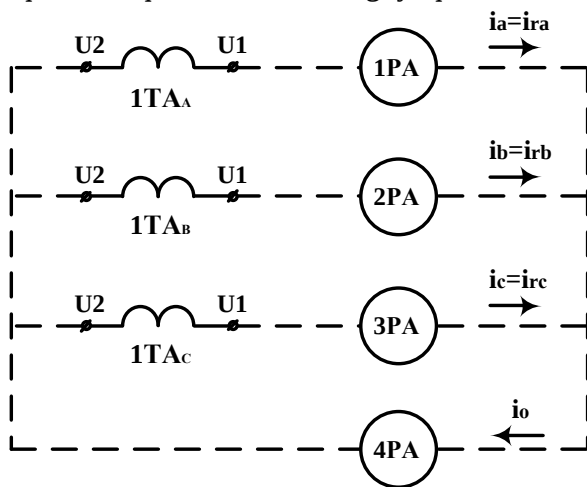
1. Toʻliq yulduz (uch fazali, uchta releli);

2. To‘liq bo‘lmagan yulduz (ikki fazali, ikkita releli);
3. Releni toklarning ayirmasiga ulash (ikki fazali, bitta releli);
4. TT ning ikkilamchi chulg‘amlarini uchburchak, releni esa yulduz usulida ulash (uch fazali, uchta releli).

Har bir sxema uchun sxema koeffitsiyenti, ya‘ni reledagi tokni TTning ikkilamchi chulg‘amidan o‘tayotgan faza tokiga nisbati aniqlanadi:

$$k_{sx} = \frac{I_r}{I_{2f}}$$

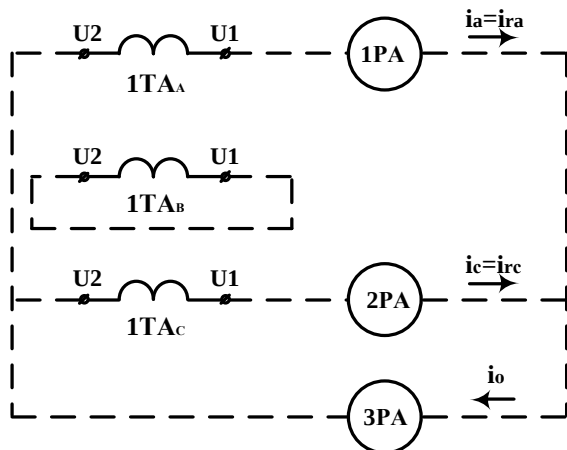
To‘liq yulduz sxemasi (1.2 – rasm). Har bir TT ning “U2” chiqishlari umumiy nuqtaga birlashtirilib, “U2” chiqishlariga PA rele yoki ampermetr ulanadi, uchta relening umumiy nuqtasi bilan nol sim orqali bog‘lanadi. Bu sxema neytrali yerga zaminlangan tarmoqlarda qo‘llaniladi, shu sxema asosida ulangan himoya qisqa tutashuvning barcha turlariga ta’sir javob beradi. $k_{sx} = 1$, uchta TT va uchta rele ishtirok etadi. Sxema qimmatroq, lekin ishonchliligi yuqori.



1.2 – rasm. To‘liq yulduz sxemasi

To‘liq bo‘lmagan yulduz sxemasi (1.3 – rasm). Tok transformatorlari A va C fazalarda o‘rnatilgan, $k_{sx} = 1$. Bu sxema neytrali izolyatsiyalangan tarmoqlarda qo‘llaniladi. Bir fazali qisqa tutashuvlarni

bunday tarmoqlarda o‘chirish shart emas. Fazalararo qisqa tutashuvlarni barcha turlarini o‘chira oladi.



1.3 – rasm. To‘liq bo‘lmagan yulduz sxemasi

Ish dasturi

1. TTning tuzilishi, stendda sxemalarni ulash yo‘llari va **VAF–85** o‘lchov asbobining ish prinsiplari bilan tanishish.

2. TTning ikkilamchi chulg‘amlarini va releni nol sim bilan to‘liq yulduz usulida ulang va tekshiring (1.2 – rasm).

3. TTning ikkilamchi chulg‘amlarini va releni to‘liq bo‘lmagan yulduz usulida ulang va tekshiring (1.3 – rasm).

Ishni bajarish tartibi

1. Sinash sxemasi (1.4 – rasm) va **VAF–85** asbobi yordamida o‘lchovlarni o‘tkazish uslubi bilan tanishish (ilovaga qarang).

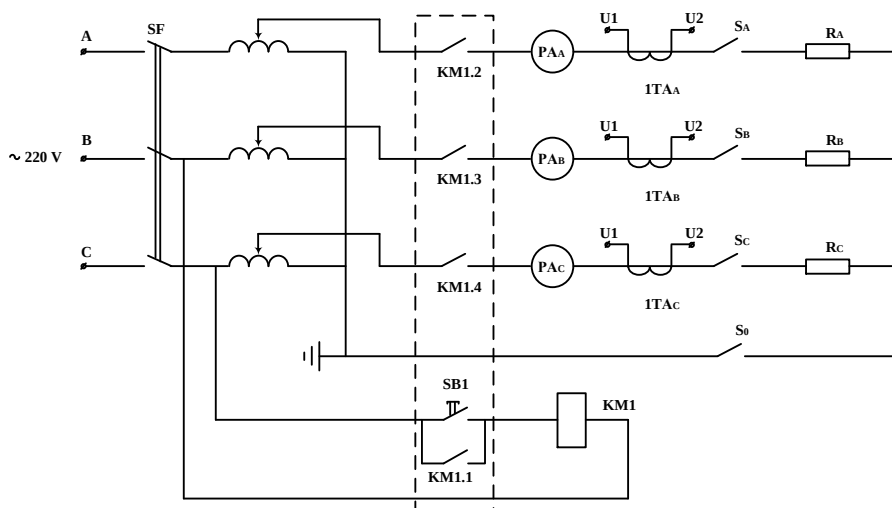
Stend **220 V** kuchlanishli tarmoqdan **SF** avtomati orqali ta‘minlanadi. Yuklamalar R_A , R_B , R_C ga bir qutbli S_0 , S_A , S_B , S_C tumblarlar orqali kuchlanish beriladi. $1TA_A$, $1TA_B$, $1TA_C$ TTlar reostatlar bilan ketma – ket ulangan, ikkilamchi chulg‘amlarning ochiq klemmalariga avval ampermetrlarni ulab (1.2 va 1.3 – rasmlar asosida) keyin stendni qo‘shish kerak. Laboratoriya davomida S_0 , S_A , S_B , S_C tumblarlar yordami bilan qisqa tutashuvning har xil turlariga taqlid qilinadi.

2. Sinov sxemasini yig‘ing (1.2 – rasm). Undagi shtrix chiziqlar bilan ko‘rsatilgan zanjirlarnigina ulang, chunki qolgan zanjirlar sinov

uchun tayyor qilib qo'yilgan. Barcha uzib ulagichlar – **SA1, SA2, SA3, SA8** ni o'rta holatga keltiring. **1TA_A, 1TA_B, 1TA_C, 2TA_A** va **2TA_C** TTning birlamchi chug'lam zanjirlariga shtekkerlarni ampermetr ko'rsatkichlariga mos ravishda joylashtiring.

3. **SF** avtomatni yoqib, **SB1** tugmani bosib manbani ulang.

4. **S_A, S_B, S_C** tumblerlarni qo'shib uch fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qiling. Ampermetr ko'rsatkichlarini 1.1 – jadvalga yozib oling. VAF – 85 asbobining tok o'lchovchi qisqichlari yordamida birlamchi va ikkilamchi toklarning burchagini o'lchang. Ilovada ko'rsatilgandek, birlamchi toklar **1TA_A, 1TA_B, 1TA_C** TTning yonida, stenddan chiqib turgan simlarni qisqich bilan qurshab olib o'lchanadi. Ikkilamchi toklar esa **PA1 – PA6** ampermetrlarni bog'lovchi simlardan o'lchanadi.



1.4 – rasm. TT ni sinovchi stend sxemasi

5. **S_A, S_B, S_C, S₀** tumblerlarni yoqib ketma – ket uch fazali, ikki fazali yerga, ikki fazali va bir fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qilib, 4 – punktdagidek o'lchovlarni bajaring, natijalarni 1.1 – jadvalga yozib boring.

6. **SF** avtomat yordamida stendni o'chiring.

7. TTlarining transformatsiyalash koeffitsiyentini aniqlang:

$$n_{TT} = \frac{I_I}{I_{II}} = \frac{I_A}{i_a} \quad (1.1)$$

8. Sxema koeffitsiyentini aniqlang:

$$k_{sx} = \frac{i_{ra}}{i_a} = \frac{i_{rb}}{i_b} = \frac{i_{rc}}{i_c} \quad (1.2)$$

9. Sinov sxemasini 1.3 – rasm asosida yig‘ing. 3 ÷ 8 – punkt-lardagi ishlarni ushbu sxema uchun bajaring.

1.1 – jadval

QT turi	Oʻlchaniladigan kattaliklar																		
	I_A	I_B	I_C	i_a	i_b	i_c	i_0	i_{ra}	i_{rb}	i_{rc}	φ_{AI}	φ_{BI}	φ_{CI}	φ_{ai}	φ_{bi}	φ_{ci}	φ_{rd}	φ_{rb}	φ_{rc}
3-f																			
2-f yerga																			
2-f																			
1-f																			

Hisobot tayyorlash

Hisobotda quyidagilar ko‘rsatiladi:

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

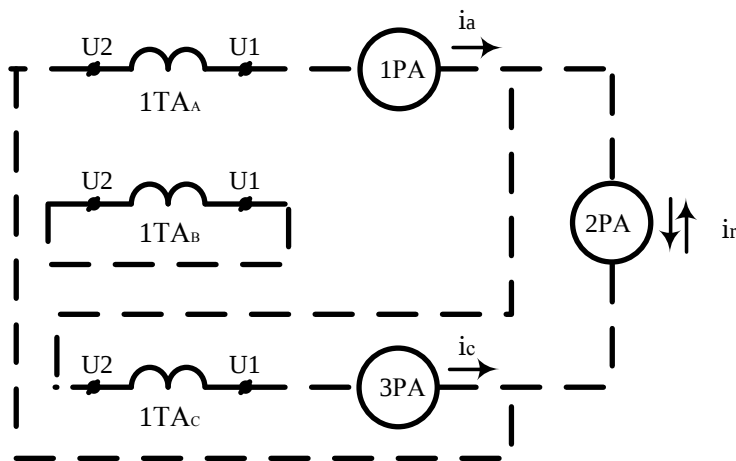
2 – laboratoriya ishi

Tok transformatorlari va relelarning ulanish sxemalarini tekshirish (davomi)

(ishning davom etishi – 2 soat)

Ishning maqsadi: Tok transformatorlarining (TT) ikkilamchi chulgʻamlariga ulanadigan rele sxemalarini oʻrganish, vektor diagrammalarini tuzish.

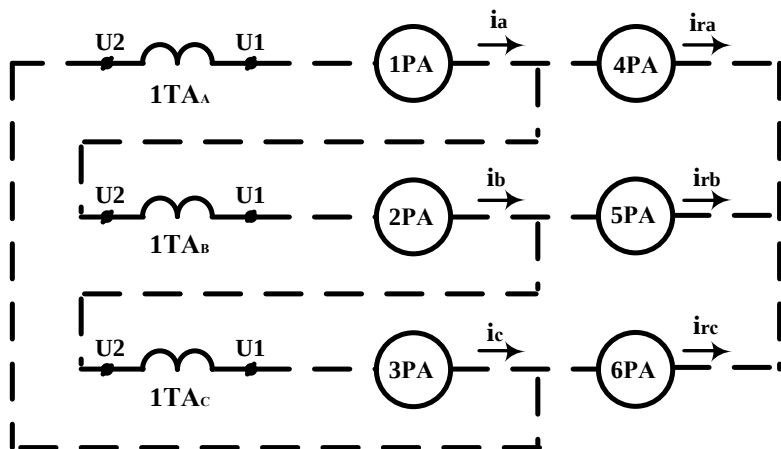
Releni toklarning ayirmasiga ulash sxemasi (2.1 – rasm). Reledan A va C fazalarga oʻrnatilgan TT ikkilamchi chulgʻamlari toklarning ayirmasiga teng tok oʻtadi $I_r = I_a - I_c$; $k_{sx} = \sqrt{3}$. Sxema sodda, arzon boʻlganligi bilan birgalikda sezgirliги avvalgi sxemalarga qaraganda pastroq. Sezgirliги va harakat zonasi shikastlangan fazalarning kombinatsiyasiga bogʻliq. Masalan, A va C fazadagi qisqa tutashuv boʻlsa sezgirlik A va B fazalardagi qisqa tutashuvga (hamda B va C) nisbatan ikki marta yuqori, shu sababli bu sxema liniyalarning uch pogʻonalik himoyasida ishlatilmaydi.



2.1 – rasm. Releni toklarning ayirmasiga ulash sxemasi

TT ning ikkilamchi chulgʻamlarini uchburchak, releni esa yulduz usulida ulash sxemasi (2.2 – rasm). TT ning ikkilamchi chulgʻamlari uchburchak shaklida ulanadi, bu uchburchakning qirralariga esa oʻzaro yulduz shaklida ulangan relelar ulanadi. Simmetrik rejim-

da, ya'ni uch fazali qisqa tutashuvda yoki normal rejimda relelardan faza tokiga nisbatan $\sqrt{3}$ marta katta tok o'tadi. Bunday sxemalar qo'llangan himoya qisqa tutashuvning barcha turlariga ta'sir javob beradi, reledagi tokning faza tokiga nisbati qisqa tutashuvning turiga qarab o'zgaradi, nol ketma – ketlik toklari uchburchakdan tashqariga chiqmaydi.



2.2 – rasm. TT ning ikkilamchi chulg'amlarini uchburchak, releni esa yulduz usulida ulash sxemasi

Ish dasturi

1. TTning tuzilishi, stendda sxemalarni ulash yo'llari va **VAF-85** o'lchov asbobining ish prinsiplari bilan tanishish.
2. Releni toklar ayirmasiga ulang va tekshiring (2.1 – rasm).
3. TTning ikkilamchi chulg'amlarini uchburchak, releni yulduz usulida ulang va tekshiring (2.2 – rasm).

Ishni bajarish tartibi

1. Sinash sxemasi (1.4 – rasm) va **VAF – 85** asbobi yordamida o'lchovlarni o'tkazish uslubi bilan tanishish (ilovaga qarang).

Stend 220 V kuchlanishli tarmoqdan **SF** avtomati orqali ta'minlanadi. Yuklamalar **R_A**, **R_B**, **R_C** ga bir qutbli **S₀**, **S_A**, **S_B**, **S_C** tum-

blerlar orqali kuchlanish beriladi. $1TA_A$, $1TA_B$, $1TA_C$ TTlar reostatlar bilan ketma – ket ulangan, ikkilamchi chulg‘amlarning ochiq klemmalariga avval ampermetrlarni ulab (2.1 va 2.2 – rasmlar asosida) keyin stendni qo‘shish kerak. Laboratoriya davomida S_0 , S_A , S_B , S_C tumblerlar yordami bilan qisqa tutashuvning har xil turlariga taqlid qilinadi.

2. Sinov sxemasining yig‘ing (2.1 – rasm). Undagi shtrix chiziqlar bilan ko‘rsatilgan zanjirlarnigina ulang, chunki qolgan zanjirlar sinov uchun tayyor qilib qo‘yilgan. Barcha uzib ulagichlar – $SA1$, $SA2$, $SA3$, $SA8$ ni o‘rta holatga keltiring. $1TA_A$, $1TA_B$, $1TA_C$, $2TA_A$ va $2TA_C$ TTlarining birlamchi chug‘lam zanjirlariga shtekkerlarni ampermetr ko‘rsatkichlariga mos ravishda joylashtiring.

3. SF avtomatni yoqib, $SB1$ knopkani bosib manbani ulang.

4. S_A , S_B , S_C tumblerlarni qo‘shib uch fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qiling. Ampermetr ko‘rsatkichlarini 2.1 – jadvalga yozib oling. $VAF - 85$ asbobining tok o‘lchovchi qisqichlari yordamida birlamchi va ikkilamchi toklarning burchagini o‘lchang. Ilovada ko‘rsatilgandek, birlamchi toklar $1TA_A$, $1TA_B$, $1TA_C$ TTlarining yonida, stenddan chiqib turgan simlarni qisqich bilan qurshab olib o‘lchanadi. Ikkilamchi toklar esa $PA1 - PA6$ ampermetrlarni bog‘lovchi simlardan o‘lchanadi.

5. S_A , S_B , S_C , S_0 tumblerlarni yoqib ketma – ket uch fazali, ikki fazali yerga, ikki fazali va bir fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qilib, 4 – punktdagidek o‘lchovlarni bajaring, natijalarni 2.1 – jadvalga yozib boring.

6. SF avtomat yordamida stendni o‘chiring.

7. TTlarining transformatsiyalash koeffitsiyentini aniqlang:

$$n_{TT} = \frac{I_I}{I_{II}} = \frac{I_A}{i_a} \quad (2.1)$$

8. Sxema koeffitsiyentini aniqlang:

$$k_{sx} = \frac{i_{ra}}{i_a} = \frac{i_{rb}}{i_b} = \frac{i_{rc}}{i_c} \quad (2.2)$$

9. Sinov sxemasini 2.2 – rasm asosida yig‘ing. 3 ÷ 8 – punktlardagi ishlarni ushbu sxema uchun bajaring.

2.1 – jadval

QT turi	O'lchaniladigan kattaliklar																		
	I_A	I_B	I_C	i_a	i_b	i_c	i_0	i_{ra}	i_{rb}	i_{rc}	φ_{AI}	φ_{BI}	φ_{CI}	φ_{ai}	φ_{bi}	φ_{ci}	φ_{rd}	φ_{rb}	φ_{rc}
3-f																			
2-f yerga																			
2-f																			
1-f																			

Hisobot tayyorlash

Hisobotda quyidagilar ko'rsatiladi:

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

Nazorat savollari

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

3 – laboratoriya ishi

RT – 40 turidagi elektromagnit relelarini sinash

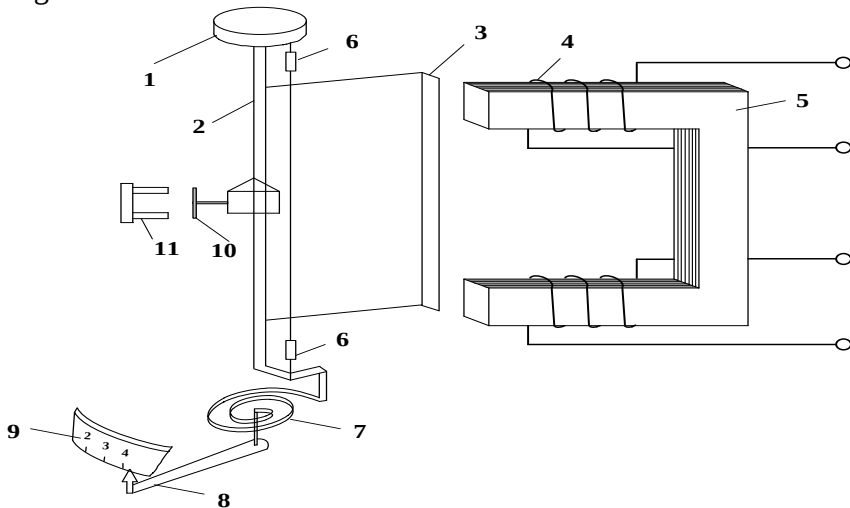
(ishning davom etish vaqti – 2 soat)

Ishning maqsadi: RT – 40 turidagi elektromagnit relelarning ish prinsipi va konstruksiyasini o‘rganish.

Umumiy ma’lumotlar

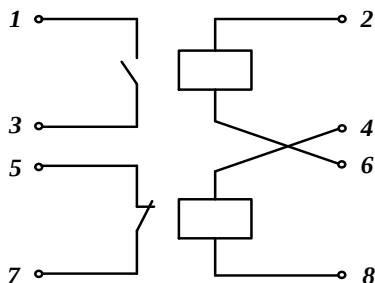
Relening konstruksiyasi. RT – 40 tipidagi maksimal tok releli rele himoyasi vositalarida ishlatiladi, nazorat qilinayotgan zanjirdagi tokning oshishiga tok releli ta’siran javob beradi.

RT – 40 turidagi relelarda ko‘ndalang yakorli sistema deb nomlanuvchi elektromagnit sistemasi ishlatilgan. Magnit sistemasi (3.1 – rasm) shixtalangan magnit o‘zakdan (5) va ikki o‘qda (6) aylanuvchi po‘lat yakordan (3) iborat. Qarshi harakat qiluvchi spiralsimon prujina (7) relening yakorini boshlang‘ich holda ushlab turadi, uning bir uchi yakor bilan, ikkinchi uchi esa o‘rnatma tok ko‘rsatkichi (8) bilan bog‘langan. Ko‘rsatkich burilganda prujinaning qarshi harakat qiluvchi momenti o‘zgaradi va shunga mos holda relening ishlash toki ham o‘zgaradi.



3.1 – rasm. Elektromagnit relelarining konstruktiv elementlari

Shkalada (9) oʻrnatma toklarning qiymati koʻrsatilgan. Yakorning tepa qismida toʻla barabancha (1) joylashtirilgan, uning ichida radial devorchalar boʻlib, uni ichi kvars qum bilan toʻldirilgan. Harakatlanuvchi qismning har qanday ravishda tezlanishi natijasida qum donachalari harakatga keladi. Yakorga yuborilgan energiyaning bir qismi qum donachalari orasidagi ishqalanishga sarf boʻladi. Bu esa



3.2 – rasm. Tok releining ichki ulanish sxemasi

harakatlanuvchi qism va kontaktlarning tebranishini pasaytiradi. Magnit oʻzakda chulgʻamlar (4) joylashgan boʻlib, uning uchlari relening sokoliga chiqarilgan (3.1 – rasm). Ular yordamida chulgʻamlarni parallel yoki ketma – ket ravishda ulab, oʻrnatma tokning qiymatini ikki marta oshirish mumkin (3.2 – rasm). Shkalada koʻrsatilgan sonlar chulgʻamlarni ketma – ket ulangan holatiga toʻgʻri keladi. Barcha elementlar alyumin qorishmadan tayyorlangan ramkada joylashtirilib plastmassa sokolga qotirilgan va oynasimon kojux bilan yopilgan.

Ishlash prinsipi. Chulgʻamdan oʻtayotgan tok magnit oqim hosil qiladi. Oqim oʻzak va yakor orqali tutashadi va yakorni magnitlaydi. Oʻtayotgan tokning (oqimning) kvadratiga proporsional va yakor bilan magnit oʻzakning qutblari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional boʻlgan elektromagnit kuch F_e taʼsirida yakor oʻzakning qutblariga tortiladi va bunda qoʻzgʻaluvchan kontakt (10) qoʻzgʻalmas kontakt (11) bilan qoʻshiladi. Yakor qoʻzgʻalmas oʻzakka tortilgandagi tokning qiymati relening ishlash toki I_{ish} deyiladi. Yakor boshlangʻich holga qaytgandagi tok relening qaytish toki I_q deb ataladi. Qaytish tokining ishlash tokiga nisbati k_q qaytish koeffitsiyenti deyiladi. Koʻrib chiqilgan rele konstruksiyalari nisbatan yuqori qaytish koeffitsiyentiga ega boʻlib 0,8 dan kam emas.

RT – 40 turdagi tok releining texnik maʼlumotlari

1. Rele oʻrnatma toklari 0,05 A dan 200 A gacha boʻladigan toʻqqiz xilda ishlab chiqariladi;

2. Relening qaytish koeffitsiyenti birinchi oʻrnatmada 0,85 qolgan oʻrnatmalarda 0,8 dan kam emas;

3. Relening ishlash tokidagi xatolik oʻrnatma tokiga nisbatan $\pm 5\%$ dan katta emas;

4. Ulanadigan kontaktning ulash vaqti tok $1,2 \cdot I_{ish}$ da 0,1 s gacha va tok $3 \cdot I_{ish}$ da 0,03 s gacha boʻladi;

5. Isteʼmol qiluvchi quvvat relening turiga bogʻliq;

6. Releda bitta ulaydigan va bitta uzadigan kontaktlar mavjud;

7. Oʻzgarmas tok zanjirida relening kontaktlari quvvati 60 Vt li induktiv yuklamani ulashi mumkin, oʻzgaruvchan tok zanjirida esa (quvvat koeffitsiyenti 0,5 dan kam boʻlmagan) bu quvvat 300 VA ga teng. Kuchlanishi 24 V dan 250 V gacha, toki esa 2 A gacha boʻladi.

Ish dasturi

1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing. Rele chulgʻamlarining parametriga, kontakt sistemasiga, chulgʻam va kontaktlarning uchlaridan chiqqan simlar soniga eʼtibor bering, rele paspor-tida koʻrsatilgan maʼlumotlarni yozib oling.

2. Chulgʻamlarni ketma – ket va parallel ulangan holatlarida shkaladagi barcha oʻrnatmalar uchun relening ishlash toki I_{ish} , qaytish toki I_q va qaytish koeffitsiyenti k_q ni aniqlang.

3. Tokning bir necha karra kattaliklarida relening ishlash vaqtini aniqlang.

RT–40 turdagi tok relesini sinashda bajariladigan ishlar tartibi

1.1. Sinash sxemasi bilan tanishib oling. Sxemada faqat uzoq – uzoq liniyalar bilan koʻrsatilgan zanjirni yigʻing, chunki qolgan zanjirlar sinashga uchun tayyor (3.3 – rasm).

1.2. Stendni ulash uchun:

1.2.1. **1KA** relening shkalaga eng kichik oʻrnatma tokini oʻrnatib. **2TR** avtotransformatorini relening eng kichik tokiga mos keladigan holatga qoʻying. **1TA_A** TT ning shtekkerini «**2A**» li yoki «**5A**» li uyachaga joylashtiring.

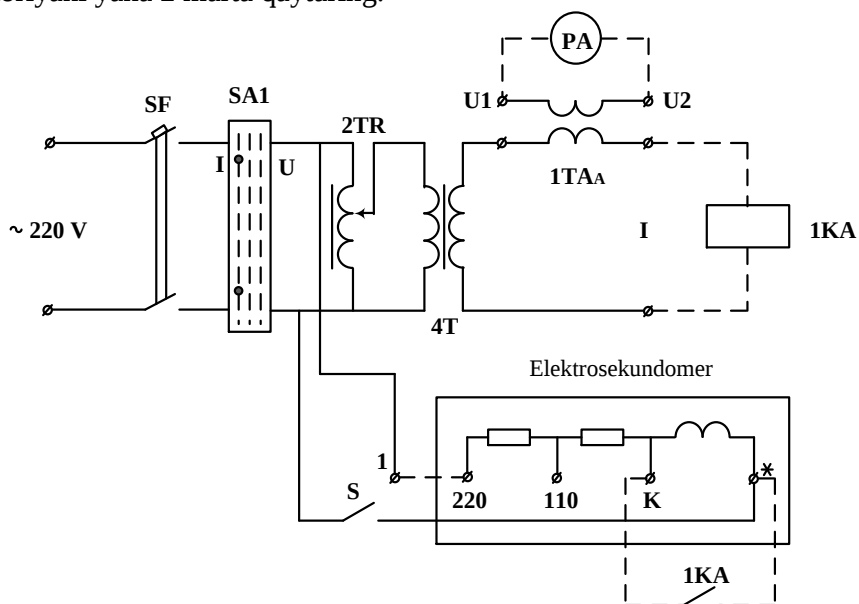
1.2.2. **SA1** kalitni oʻrta holatiga qoʻying, **S** tumblarni past tomonga oʻrnatib (bu sekundamerni oʻchgan holatiga toʻgʻri keladi).

1.2.3. **SF** avtomatni yoqib sinash sxemasiga kuchlanish bering.

1.3. **SA1** kalitni «I» tomoniga qo'yib, **2TR** avtotransformator yordamida **PA** ampermetr orqali tokni relening qo'zg'aluvchi kontaktlarining holati o'zgarguncha bir tekisda oshirib boring. Shunda reledan o'tayotgan tok, relening $I_{o'}$ o'rnatma tokidagi I_{ish} ishlash toki hisoblanadi.

1.4. Relening qaytish tokini I_q aniqlash uchun reledagi tokni I_{ish} dan biroz kattalashtirib, so'ngra qo'zg'aluvchi kontaktlar boshlang'ich holatiga qaytguncha kamaytirib borish kerak. So'ngra **SA1** kalitni o'rta holatiga qo'ying.

1.5. O'lchov natijalarini 3.1 – jadvalga yozib qo'ying va laboratoriyani yana 2 marta qaytaring.



3.3 – rasm. RT – 40 relesini sinash sxemasi

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

1.7. O'lchov natijalarini o'rtacha qiymatlariga asoslanib, qaytish koefitsiyentini va relening xatoligini aniqlang.

$$\Delta I_{o'rt} = \frac{I_{ish.o'rt} - I_{o'}}{I_{o'}} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

bu erda, $I_{ish.o'rt}$ – uch marta o'lgan ishlar tokining o'rtacha arifmetik qiymati, A; I_o – o'rnatma toki, A.

$$k_q = \frac{I_{q.o'rt}}{I_{ish.o'rt}} \quad (3.2)$$

Natijalarni 3.1 – jadvalga kiriting.

3.1 – jadval

RT – 40 releining parametri						
I_o, A						
I_{ish}	1-o'lg.					
	2-o'lg.					
	3-o'lg.					
	o'rtacha					
$\Delta I_{o'rt}$						
I_q	1-o'lg.					
	2-o'lg.					
	3-o'lg.					
	o'rtacha					
k_q						

1.8. Har xil karralik toklarda relening ishlash vaqtini aniqlang. Relening ishlash vaqti t_{ish} deb rele ga I_{ish} tokiga teng yoki undan katta bo'lgan tok berilgandan boshlab, to uning kontaktlari qo'shilguncha ketgan vaqtga aytiladi. Karralik bu rele ga berilgan I_r tokning ishlash toki I_{ish} ga nisbati $k = \frac{I_r}{I_{ish}}$ ga teng. Bu sinovni bajarish uchun rele ga

o'qituvchi tomonidan berilgan I_o o'rnatma toki o'rnatiladi, keyin stand manbaga **SF** avtomat bilan ulanadi, **SA1** kalit «I» holatiga qo'yiladi va avtotransformator yordamida $k = 1,1$ (berilgan o'rnatmada $I_r = 1,1 \cdot I_{ish}$) o'rnatiladi.

SA1 kalit o'rta holatga keltiriladi, **S** tumbler yoqiladi, ya'ni sekundomer ishga tushiriladi, **SA1** kalit «I» holatiga keltiriladi.

Sekundomer to'xtatgandan keyin **SA1** kalit o'rta holatga qaytariladi, relening ishlash vaqti t_{ish} sekundomerga qarab aniqlanadi. O'lchov natijalari 3.2 – jadvalga yoziladi. Tugma yordamida sekundomer boshlang'ich holatga qaytariladi.

1.9. Shu karralikda ($k = 1,1$) **SA1** kalit yordamida laboratoriya yana 2 marta qaytariladi.

1.10. Xuddi shunday sinovlar k ning 1,5; 2 va 3 ga teng bo'lgan qiymatlarida yana qayta bajariladi.

1.11. O'lchovlar natijalari asosida o'rtacha ishlash vaqti aniqlanadi.

3.2 – jadval

I_o, A					
k		1,1	1,5	2	3
I_r, A					
t_{ish}, s	1-o'lch.				
	2-o'lch.				
	3-o'lch.				
	o'rtacha				

Hisobot tayyorlash

Hisobotda quyidagilar ko'rsatiladi:

1. Rele haqida qisqacha ma'lumot;
2. Sinov sxemalari;
3. O'lchov natijalari yozilgan jadvallar;
4. Relelarni ishini ko'rsatuvchi grafiklar:

$$I_{ish, o'rt} = f(I_o);$$

$$I_{q, o'rt} = f(I_o);$$

$$\Delta I_{o'rt} = f(I_o);$$

$$k_q = f(I_o);$$

$$t_{ish} = f(k).$$

5. O'lchov natijalarini texnik ma'lumotlar bilan taqqoslash natijalari;

6. Laboratoriyadan qilingan xulosa.

Nazorat savollari:

1. Ishlash tokining o'rnatmalari qanday o'zgartiriladi?
2. Harakatlanuvchi qismga o'rnatilgan barabanchaning vazifasi nimadan iborat?
3. Chulg'amlar parallel ulanganda ishlash toki nima uchun 2 marta ortadi?
4. «Ishlash toki» va «qaytish toki» qanday ma'noni anglatadi?
5. Qaytish koeffitsiyenti nimani bildiradi va qanday aniqlanadi?
6. Relening ishlash vaqti nima?

4 – laboratoriya ishi

RN – 50 turidagi elektromagnit relelarini sinash

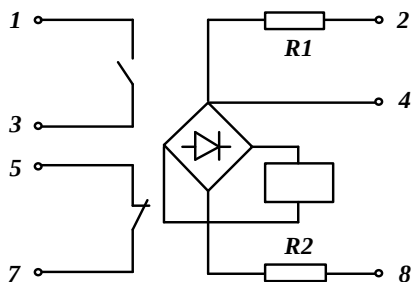
(ishning davom etish vaqti – 2 soat)

Ishning maqsadi: RN – 50 turidagi elektromagnit relelarning ish prinsipi va konstruksiyasini o‘rganish.

Umumiy ma’lumotlar

RN – 50 kuchlanish relei tuzilishining o‘ziga xos xususiyatlari. RN – 50 tipidagi kuchlanish relei rele himoyasi vositalarida ishlatiladi, nazorat qilinayotgan zanjirdagi kuchlanishning oshishiga ta’siran javob beradi. Kuchlanish relesining tuzilishi tok relesining tuzilishiga o‘xshash bo‘lib, unda kontaktlar tebranishini pasaytiruvchi barabancha yo‘q, chunki nazorat qiluvchi zanjirga relening chulg‘amlari to‘g‘rilovchi ko‘prikcha va «R1», «R2» rezistorlar orqali ulanadi (4.1 – rasm). Shu usul bilan oqimning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi yo‘qotiladi.

Kuchlanish relesining ichki ulanish sxemasi 4.1 – rasmda ko‘rsatilgan. Relelari o‘rnatmalarining ikki xil diapazoni mavjud. Kichik o‘rnatmalarda rele nazorat qilinayotgan zanjirga qo‘shimcha rezistor **R2** orqali ulanadi, katta o‘rnatmalarda esa ketma – ket ulangan **R1** va **R2** rezistorlar orqali amalga oshiriladi.



4.1 – rasm. kuchlanish releining ichki ulanish sxemasi

Ishlash prinsipi. Chulg‘amdan o‘tayotgan tok magnit oqim hosil qiladi. Oqim o‘zak va yakor orqali tutashadi va yakorni magnitlaydi. O‘tayotgan tokning (oqimning) kvadratiga proporsional va yakor bilan magnit o‘zakning qutblari orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo‘lgan elektromagnit kuch F_e ta’sirida yakor o‘zakning qutblariga tortiladi va bunda kontaktlar qo‘shiladi. Yakor qo‘zg‘almas o‘zakka tortilgandagi kuchlanishning qiymati relening ishlash kuchlanishi U_{ish} deyiladi. Yakor boshlang‘ich holga qaytgandagi kuchlanish relening qaytish kuchlanishi U_q deb ataladi. Qaytish kuchlanishining ishlash kuchlanishiga nisbati k_q qaytish koeffitsiyenti

deyiladi. Ko'rib chiqilgan rele konstruksiyalari nisbatan yuqori qaytish koeffitsiyentiga ega bo'lib 0,8 dan kam emas.

RN – 50 turdagi relesining texnik ma'lumotlari

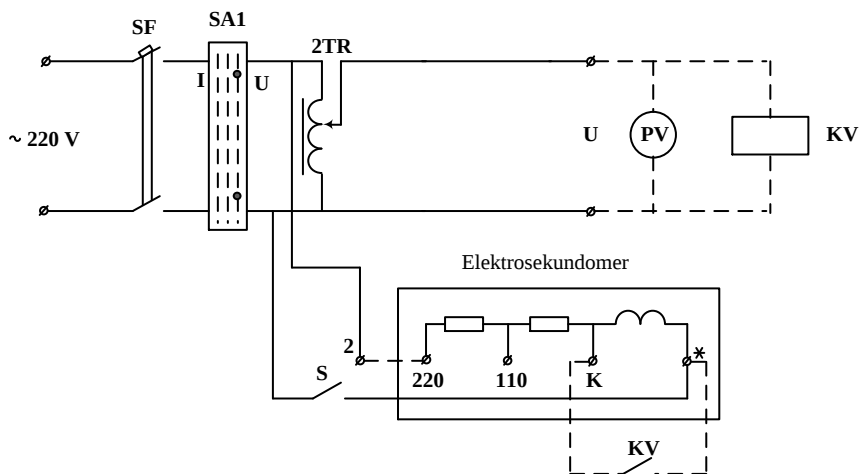
1. Relening o'rnatma kuchlanishi 15 V dan 400 V gacha teng oraliqdagi uch xil tuzilishda ishlab chiqariladi;
2. Kuchlanish bo'yicha xatolik o'rnatma kuchlanishga nisbatan $\pm 10\%$ dan oshmaydi;
3. Qaytish koeffitsiyenti 0,8 dan kam emas;
4. Ulaydigan kontaktning ulash vaqti kuchlanish $1,2 \cdot U_{ish}$ ga teng bo'lganda 0,1 s dan ko'p emas va kuchlanish $2 \cdot U_{ish}$ ga teng bo'lganda 0,003 s dan ko'p emas;
5. Iste'mol qiluvchi quvvat birinchi diapazon minimal o'rnatma kuchlanishida 1 VA dan oshmaydi;
6. Kontakt sistemasi RT – 40 relesiga o'xshash bo'ladi.

Ish dasturi

1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing. Rele chulg'amlarining parametriga, kontakt sistemasiga, chulg'am va kontaktlarning uchlaridan chiqqan simlar soniga e'tibor bering, rele pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlarni yozib oling.
2. Shkaladagi barcha o'rnatmalar uchun relening ishlash kuchlanishi U_{ish} , qaytish kuchlanishi U_q va qaytish koeffitsiyenti k_q ni aniqlang.
3. Kuchlanishning bir necha karra kattaliklarida relening ishlash vaqtini aniqlang.

RN – 50 relesini sinashda bajariladigan ishlar tartibi

- 1.1. Sinash sxemasi bilan tanishib oling. Sxemada faqat uzuq – uzuq liniyalar bilan ko'rsatilgan zanjirni yig'ing, chunki qolgan zanjirlar sinashga uchun tayyor (4.2 – rasm).
- 1.2. Stendni ulash uchun:
 - 1.2.1. **KV** relening shkalaga eng kichik o'rnatma kuchlanishini o'rnatib. **2TR** avtotransformatorini eng past holatiga o'rnatib, **S** tumblarni o'chiring.
 - 1.2.2. **SA1** kalitni o'rta holatiga qo'ying, **S** tumblarni past tomonga o'rnatib (bu sekundomerni o'chgan holatiga to'g'ri keladi).
 - 1.2.3. **SF** avtomatni yoqib sinash sxemasiga kuchlanish bering.



4.2 – rasm. RN – 50 releini sinash sxemasi

1.3. Relening ishlash kuchlanishi U_{ish} ni aniqlash uchun **SA1** kalitni «U» tomoniga qo'yib, **2TR** avtotransformator yordamida **PV** voltmeter orqali kuchlanishni relening qo'zg'aluvchi kontaktlarining holati o'zgarguncha bir tekisda oshirib boring.

1.4. Relening qaytish kuchlanishi U_q ni aniqlash uchun kuchlanishni U_{ish} dan biroz oshirib, so'ngra qo'zg'aluvchi kontaktlar boshlang'ich holatiga qaytguncha kamaytirib borish kerak.

1.5. O'lchov natijalarini 4.1 – jadvalga yozib qo'ying va laboratoriyani yana 2 marta qaytaring.

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

1.7. O'lchov natijalarini o'rtacha qiymatlariga asoslanib, qaytish koeffitsiyentini va relening xatoligini aniqlang.

$$\Delta U_{o'rt} = \frac{U_{ish.o'rt} - U_{o'}}{U_{o'}} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

bu yerda, $U_{ish.o'rt}$ – uch marta o'lchangan ish tokining o'rtacha arifmetik qiymati, A; $U_{o'}$ – o'rnatma toki, A.

$$k_q = \frac{U_{q.o'rt}}{U_{ish.o'rt}} \quad (4.2)$$

Natijalarni 4.1 – jadvalga kiriting.

4.1 – jadval

RN – 50 releining parametri						
U_o, A						
U_{ish}	1-o'lch.					
	2-o'lch.					
	3-o'lch.					
	o'rtacha					
$\Delta U_{o'rt}$						
U_q	1-o'lch.					
	2-o'lch.					
	3-o'lch.					
	o'rtacha					
k_q						

1.8. Har xil karralik toklarda relening ish vaqtini aniqlang. Relening ishlash vaqti t_{ish} deb relega U_{ish} kuchlanishiga teng yoki undan katta bo'lgan kuchlanish berilgandan boshlab, to uning kontaktlari qo'shilguncha ketgan vaqtga aytiladi.

Karralik bu relega berilgan U_r kuchlanishning ishlash kuchlanishi U_{ish} ga nisbati $k = \frac{U_r}{U_{ish}}$ ga teng. Bu sinovni bajarish uchun relega

o'qituvchi tomonidan berilgan U_o o'rnatma toki o'rnatiladi, keyin stend manbaga **SF** avtomat bilan ulanadi, **SA1** kalit «U» holatiga qo'yiladi va avtotransformator yordamida $k = 1,1$ (berilgan o'rnatmada $I_r = 1,1 \cdot U_{ish}$) o'rnatiladi.

SA1 kalit o'rta holatga keltiriladi, **S** tumbler yoqiladi, ya'ni sekundomer ishga tushiriladi, **SA1** kalit «U» holatiga keltiriladi.

Sekundomer to'xtagandan keyin **SA1** kalit o'rta holatga qaytariladi, relening ishlash vaqti t_{ish} sekundomerga qarab aniqlanadi. O'lchov natijalari 4.2 – jadvalga yoziladi. Knopka yordamida sekundomer boshlang'ich holatga qaytariladi.

1.9. Shu karralikda ($k = 1,1$) **SA1** kalit yordamida laboratoriya yana 2 marta qaytariladi.

1.10. Xuddi shunday sinovlar k ning 1,3; 1,5; 1,8; 2 ga teng bo'lgan qiymatlarida yana qayta bajariladi.

1.11. O'lchovlar natijalari asosida o'rtacha ishlash vaqti aniqlanadi. Olingan natijalarni relening texnik ma'lumotlar bilan solishtiring

3.2 – jadval

U_o, A						
k						
U_r, A						
t_{ish}, s	1-o'lch.					
	2-o'lch.					
	3-o'lch.					
	o'rtacha					

Hisobot tayyorlash

Hisobotda quyidagilar ko'rsatiladi:

1. Rele haqida qisqacha ma'lumot;
2. Sinov sxemalari;
3. O'lchov natijalari yozilgan jadvallar;
4. Relarning ishini ko'rsatuvchi grafiklar:

$$U_{ish.o'rt}=f(U_o.);$$

$$U_{q.o'rt}=f(U_o.);$$

$$\Delta U_{o'rt}=f(U_o.);$$

$$k_q=f(U_o.);$$

$$t_{ish}=f(k)$$

5. O'lchov natijalarini texnik ma'lumotlar bilan taqqoslash natijalari;

6. Laboratoriyadan qilingan xulosa.

Nazorat savollari:

1. Ishlash kuchlanishining o'rnatmalari qanday o'zgartiriladi?
2. «Ishlash kuchlanishi» va «qaytish kuchlanishi» qanday ma'noni anglatadi?
3. Qaytish koeffitsiyenti nimani bildiradi va qanday aniqlanadi?
4. Relening ishlash vaqti nima?
5. Nima uchun $R_N - 50$ turidagi relelarga barabancha yo'q?
6. R_1, R_2 rezistorlarning vazifasi nimadan iborat?

5 – laboratoriya ishi

Mantiqiy relelarni sinash. Vaqt relesi.

(ishning davom etishi – 2 soat)

Ishning maqsadi: Vaqt relesining tuzilishi, ishlash prinsipi, parametrlari va xarakteristikallari bilan tanishish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

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

Vaqt relesi sabr vaqtini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Hozir sanoatda ishlab chiqariladigan o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan soat mexanizmlari vaqt relesi keng tarqalgan. Qurilmaning asosiy qismini aniq yuradigan soat mexanizmi tashkil qiladi.

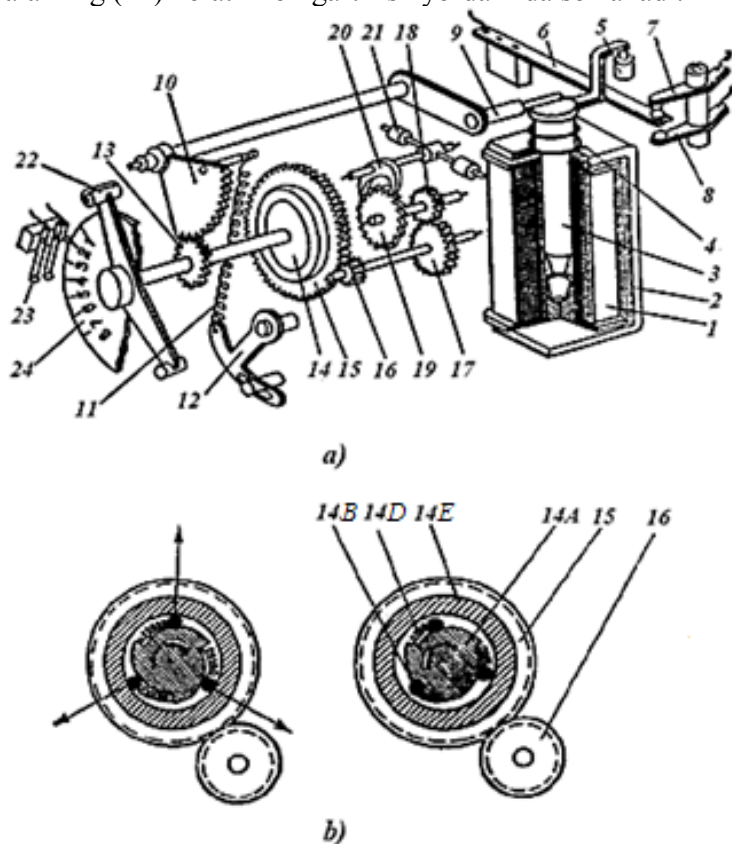
Vaqt relesiga bir necha talablar qo'yiladi:

- ishlash vaqti bo'yicha cheklanishi kichik bo'lishi;
- ishlash vaqti o'rnatmasini keng oraliqda bir tekis o'zgarishi;
- kuchlanish olingandan so'ng dastlabki holatga tez qaytishi.

O'zgaruvchan operativ tokda ishlovchi RV–200 turidagi elektromagnit vaqt relesi 100, 127, 220, 380 V li kuchlanish uchun, o'zgarmas operativ tokda ishlovchi RV–100 vaqt relesi esa 24, 48, 100 va 220 V li kuchlanish uchun ishlab chiqariladi. Bu relelarning hammasi (RV–215, RV–245 lardan tashqari) rele chulg'ami kuchlanish ostida bo'lganda harakatga keladi. Bu relelarda vaqtni o'zgartirish 0,1–1,3; 3; 0,25–3,5; 0,5–3 sek va 2–20 sek oraliqlarda bo'ladi. Berilgan sabr vaqt bilan yopiladigan kontaktlardan tashqari relelarda tez qayta ulash kontakti bo'ladi, ayrim relelar esa asosiy kontaktga o'xshab yopiladigan (sekundning o'ndan bir qismidan oshmaydigan vaqtga) sabr vaqti berilgan qo'shimcha suriluvchan kontaktga ega.

EV – 200 relesining tuzilishi (5.1 – rasm). Soat mexanizmining prujinasi (11) doim tortilgan holatda bo'ladi. Chulg'amga (1) kuchlanish berilganda yakor (3) qaytaruvchi prujina (4) qarshiligini yengib, tortiladi va soat mexanizmining richagini (9) qo'yib yuboradi. Soat mexanizmi prujina (11) ta'sirida harakatlana boshlaydi va qo'zg'aluvchan kontakt (22) bir tekis harakatlanishini ta'minlaydi, u esa berilgan vaqt oralig'idan so'ng qo'zg'almas kontakt (23) yopadi. (22) va (23) kontaktlarning yopilish vaqti (23) kontaktning holatini o'zgartirish yo'li bilan o'zgartiriladi. Soat mexanizmining bir tekis harakatlanishi ankerli

mexanizm (20) yordamida ta'minlanadi, uning harakatlanish tezligi yukchalarning (21) holatini o'zgartirish yordamida sozlanadi.



5.1 – rasm. EV – 200 releining tuzilishi: a) kinematik sxemasi;

b) friksion ulash mexanizmining holati:

- 1–chulg'am; 2–magnit o'tkazgich; 3–yakor; 4–qaytaruvchi prujina;
 5–o'tkazgich simcha; 6–qo'zg'aluvchan kontakt; 7 va 8–qo'zg'almas kontaktlar; 9–richag; 10–tishli sektor; 11–harakatlantiruvchi prujina;
 12–prujinani tortish uchun skoba; 13–tishli g'ildirak; 14–friksion ulash mexanizmi; 15–harakatlantiruvchi tishli g'ildirak; 16–soat mexanizmining trubkasi; 17 va 18–tishli uzatma; 19–ankerli tishli g'ildirak;
 20–ankerli skoba; 21–yukchalar; 22–qo'zg'aluvchan kontakt;
 23–qo'zg'almas kontakt; 24–shkala

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

Ish dasturi

1. Vaqt relesining tuzilishi, ishlash prinsipi va pasportidagi ma'lumotlar bilan tanishing;

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

a) U_{nom} da shkala bo'yicha barcha o'rnatmalar uchun releni ishlash vaqtini;

b) relening ishlash va qaytish kuchlanishini.

Ishni bajarish tartibi va uslubi

1. Vaqt relesini magnit va kontakt sistemalarini ko'rib chiqing. Vaqtning o'zgartirish usuli bilan tanishing va uning ma'lumotlarini yozing.

2.1. Vaqt relesini sinash sxemasi bilan tanishing (5.4–rasm). **SA1** kalitni o'rta holatga, **S** tumblarni past o'chirilgan holatga, **2TR** avtotransformator yordamida kuchlanishning minimal holatiga to'g'ri keladigan oxirgi chap holatga o'rnatish. 5.4–rasmga tasvirlangan zanjirni ulang. Uzuq–uzun liniyalarni yig'ing, qolganlari esa sinovga tayyor holatda turibdi.

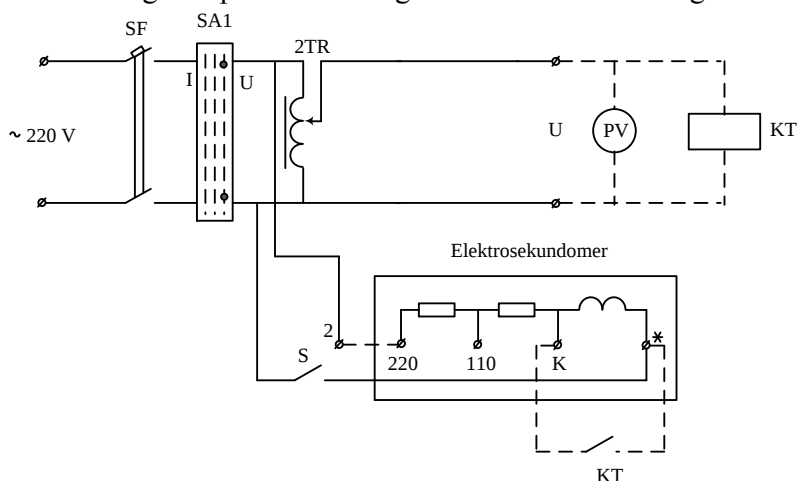
2.2. **KT** vaqt relesining ishlash vaqtini shkaladagi barcha o'rnatma qiymatlarida aniqlang. Releni ishlash vaqti (sabr vaqti) deb relega kuchlanish berilgandan kontaktlarning yopilishigacha bo'lgan vaqtga aytiladi. Shuning uchun, sinov o'tkazish tartibini quyidagicha ta'minlash zarur:

2.2.1. Shkalada minimal o'rnatmani o'rnatish. Buning uchun vint yordamida qo'zg'almas kontaktni bo'shating va uni shkalada tanlangan o'rnatma qarshisiga to'g'ri keladigan holatga olib qo'ying.

2.2.2. **SF** avtomatni ulab standga kuchlanish bering, **SA1** kalitni «U» holatga o'tkazish va **2TR** avtotransformator bilan reledagi

kuchlanishni **PV** voltmeter orqali 220 V gacha ko'taring, **SA1** kalitni o'rta holatiga o'tkazing.

2.2.3. **S** tumblarni ulang, **SA1** ni «**U**» holatga o'tkazing. Bunda rele chulg'ami va elektrosekundomer bir vaqtda kuchlanish ostida bo'ladi. Relening o'rnatmasi bilan aniqlanadigan vaqtdan so'ng kontaktlar yopiladi, sekundomer chulg'ami zanjiri shuntlanadi va u ishlaymay qoladi, ya'ni relening harakatlanish vaqtini qayd etadi. Sekundomer ko'rsatkichini 5.1–jadvalga yozing, **SA1** kalitni o'chiring va sekundomerdagi knopka bilan uning ko'rsatkichini tushiring.



5.4 – rasm. Vaqt relesini sinash sxemasi

2.2.4. Ushbu o'rnatmada, faqat **SA1** kalitdan foydalanib, laboratoriyani ikki marta qaytaring.

5.1–jadval

$t_o' (s)$							
t_{ish1}							
t_{ish2}							
t_{ish3}							
$t_{ish.o'rt}$							
Δt							

2.2.5. Shunga o'xshash laboratoriyalarni boshqa vaqt o'rnatmalari uchun o'tkazing. O'rnatmani o'zgartirishdan oldin reledagi kuchlanish **SA1** kalit yordamida tushiriladi.

2.2.6. Laboratoriya natijalarini 5.1 – jadvalga kiriting. O'rtacha ishlash vaqti $t_{ish,o'rt}$ va sabr vaqt xatoligini hisoblang:

$$\Delta t = \frac{t_{ish,o'rt} - t_{o'}}{t_{o'}} \cdot 100\%$$

$t_{ish,o'rt} = f(t_{o'})$; $\Delta t = f(t_{o'})$ ga asosan grafik chizing.

2.2.7. **SA1** kalitni va **S** tumblarni o'chiring

2.3. Relening ishlash va qaytish kuchlanishlarini aniqlang. Buning uchun **SA1** kalit o'chirilganda **2TR** laboratoriya avtotransformatorini nol holatga chiqaring. Minimal vaqt o'rnatmasini o'rnatib va **SA1** kalitni ulang. Kuchlanishni bir tekis ko'tarib rele yakori tortiladigan U_{ish} kuchlanishni qayd eting. So'ngra, kuchlanishni bir tekis tushirib yakor tushadigan va oldingi holatiga qaytadigan kuchlanishni U_q ni qayd eting.

2.3.1. Laboratoriyani uch marta qaytaring. **SA1** kalitni va **S** tumblarni o'chiring. Natijalarni 5.2 – jadvalga kiriting. $k_q = \frac{U_q}{U_{ish}}$ ifoda yordamida k_q ni aniqlang. Ishlash kuchlanishi $0,8 \cdot U_{nom}$ dan kam bo'lmasligi kerak.

5.2 – jadval

	U_{ish}, V	U_q, V	k_q
1-o'lch.			
2-o'lch.			
3-o'lch.			
o'rtacha			

Hisobotni rasmiylashtirish tartibi

Hisobotga quyidagilar kiritiladi:

1. Rele haqida ma'lumotlar;
2. Relelarning prinsipial sinov sxemalari;
3. Sinov natijalari jadvali;
4. Rele ishini xarakterlovchi grafik bog'lanishlar;
5. Laboratoriya ishi bo'yicha xulosalar.

Nazorat savollari:

1. Vaqt relesining qanday turlarini bilasiz?
2. RV–200 releda sabr vaqt qanday hosil qilinadi?
3. Maksimal tokli himoyalarda sabr vaqt nima uchun zarur bo‘ladi?
4. Vaqt relesining sabr vaqti deganda nimani tushunasiz?

6 – laboratoriya ishi

Mantiqiy relelarni sinash. Oraliq va ko'rsatkich relesi.

(ishning davom etishi – 2 soat)

Ishning maqsadi: Oraliq va ko'rsatkich relelarni tuzilishi, ishlash prinsipi, parametrlari va xarakteristikalari bilan tanishish.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Oraliq relesi elektromagnit prinsipi asosida bajariladi, o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokda ishlaydi, u 1 dan 5 – 8 juftgacha kontaktlarga ega bo'ladi.

Oraliq relelarining vazifasi:

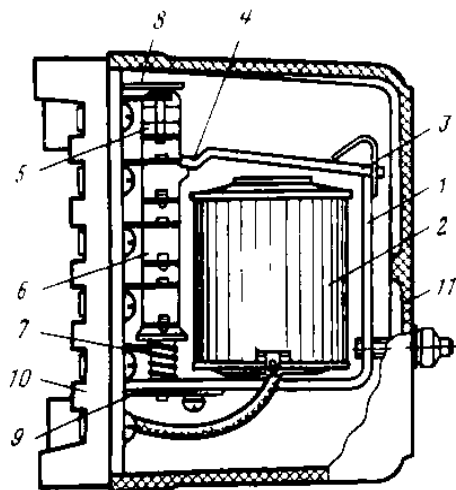
- bir nechta zanjirlar ishlashi kerak bo'lgan hollarda asosiy rele kontaktlarini ko'paytirish uchun;

- asosiy rele kontaktlari mo'ljallanmagan quvvatli zanjirlarni yopish zaruriyati bo'lganda asosiy rele kontaktlarini yengillashtirish uchun.

Oraliq relelari ishlatilishiga qarab chulg'amlari kuchlanishda yoki tokda yoki kuchlanishda ham tokda ham bir vaqtda ishlash uchun moslanib chiqariladi. Kuchlanish chulg'amli oraliq relesi manba operativ tokining to'la kuchlanishiga ulanadi. Tok chulg'amli rele boshqa apparatlarning (masalan, o'chirgichlarning o'chirish chulg'ami zanjiriga) chulg'am zanjirlariga ketma – ket ulanadi va bu zanjirdan oqayotgan tokda ishlaydi. O'zgarmas tok relesi 24, 48, 110, 220 V kuchlanishlarda va o'zgaruvchan tok relesi 127, 220, 380 V kuchlanishda ishlaydigan qilib bajariladi. Oraliq relelarning ko'p turi mavjud, ular bir – biridan kontaktlar sistemasi, chulg'amlari, iste'mol qilayotgan quvvati va relening ishlash vaqti bilan farq qiladi.

Operativ tok manbasining yuklamasi ortganda ham oraliq relelari ishlashi uchun, ularga talab qo'yiladi, ya'ni ular kuchlanish $0,8 \cdot U_{nom}$ dan past bo'lganda ham ishlashi kerak. Bunday turdagi relelar uchun qaytish koeffitsiyentining qiymati me'yorlanmaydi, chunki rele undan kuchlanish olib tashlangandan so'ng qaytadi. Bunda oraliq relesi 0,5 dan kichik qaytish koeffitsiyentiga ega bo'ladi.

Avtomatika va himoya sxemalarida tez ishlashi bo'yicha aksariyat oraliq relelariga qattiq talab qo'yiladi, shuning uchun ularning ishlash vaqti 0,01 – 0,03 sek dan yuqori bo'lmasligi kerak.



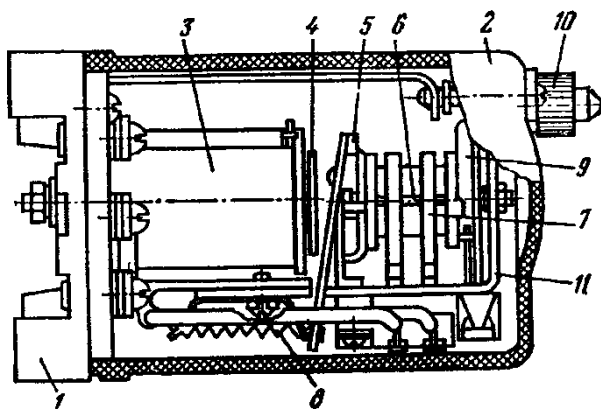
6.1 – rasm. RP – 23 turidagi oraliq relisi:

1 – elektromagnit, 2 – chulgʻam, 3 – yakor, 4 – dumsimon kontakt, 5 – qoʻzgʻalmas kontakt, 6 – qoʻzgʻaluvchan kontakt, 7 – qaytaruvchi prujina, 8 – tayanch, 9 – rostlovchi prujina, 10 – sokol, 11 – qoplam

Koʻrsatkich relelari rele himoyasi va avtomatika sxemalarida qurilmalarni ishlashini koʻrsatish uchun ishlatiladi. Ular oʻzgarmas va oʻzgaruvchan tokda elektromagnit prinsip asosida ishga tushadi.

Rele ketma – ket va parallel ulangan boʻladi. Ketma – ket ulangan relening chulgʻami boshqa rele va apparatlar chulgʻami zanjirlariga (masalan, oʻchirgichni oʻchirish chulgʻami zanjiriga) ulanadi va shu zanjirdan oqayotgan tokdan ishlab, uning ulanish faktini qayd etadi. Himoyalarda koʻpincha ketma – ket ulangan relelar ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda keng ishlatiladigan REU–21 turidagi koʻrsatkich relesining tuzilishi 5.3–rasmda koʻrsatilgan. Ketma–ket ulangan releni shunday tanlash kerakki, bunda uning chulgʻamidagi kuchlanish oqishi operativ tok manbasining $(0,05-0,1) \cdot U_{nom}$ dan oshmasligi kerak, bunda chulgʻamdagi tok ishlash tokining 1,5 karraligidan kichik boʻlmasligi kerak.



6.2 – rasm. REU – 21 turidagi ko‘rsatkich releisi:

1 – sokol; 2 – qoplama; 3 – chul‘g‘am; 4 – o‘zak; 5 – yakor; 6 – kontaktli ko‘prikcha; 7 – kontaktli plastinkalar; 8 – qaytarish prujinasi; 9 – bay-roqcha; 10 – qaytish tugmasi; 11 – skoba

Ish dasturi

1. O‘rganilayotgan relelarning tuzilishi va ishlash prinsipi hamda pasportidagi ma’lumotlar bilan tanishing;

2. Oraliq releisini sinash sxemasi bilan tanishing, uni yig‘ing va quyidagilarni aniqlang:

a) relening ishlash va qaytish kuchlanishini;

b) U_{nom} da ishlash vaqtini.

3. Ko‘rsatkich releisi bilan tanishing, sinov sxemasini yig‘ing va aniqlang:

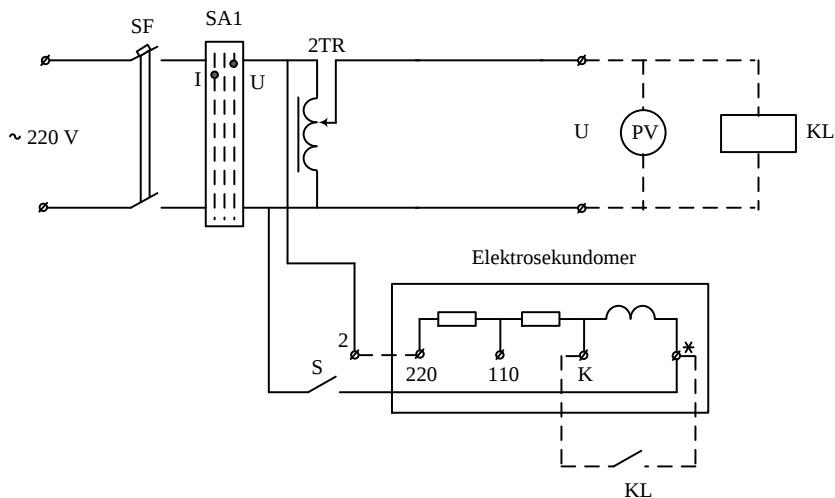
a) relening I_{ri} ishlash tokini;

b) U_{nom} da ishlash vaqtini.

Ishni bajarish tartibi va uslubi

1.1. Oraliq releisini magnit va kontakt sistemalarini ko‘rib chiqing va uning ma’lumotlarini yozing.

2.1. Oraliq releisini sinash sxemasi bilan tanishing (6.3 – rasm). **SA1** kalitni o‘rta holatga, **S** tumblarni past o‘chirilgan holatga, **2TR** avtotransformator yordamida kuchlanishni minimal holatiga to‘g‘ri keladigan oxirgi chap holatga o‘rnating. 6.3 – rasmda tasvirlangan zanjirni ulang. Uzuq – uzuq liniyalarni yig‘ing, qolganlari esa sinovga tayyor holatda turibdi.



6.3 – rasm. Oraliq relesini sinash sxemasi

2.1. Oraliq relesining (**KL**) ishlash va qaytish kuchlanishini aniqlang. Buning uchun **SA1** kalit oʻchirilganda **2TR** laboratoriya avto-transformatorini nol holatga chiqaring. Minimal vaqt oʻrnatmasini oʻrnatib va **SA1** kalitni ulang. Kuchlanishni **PV** voltmeter orqali bir tekis koʻtarib rele yakori tortiladigan U_{ish} kuchlanishni qayd eting. Soʻngra, kuchlanishni bir tekis tushirib yakor tushadigan va oldingi holatiga qaytadigan kuchlanishni U_q ni qayd eting. Natijalarni 6.1 – jadvalga yozing.

2.2. Laboratoriyani ikki marta qaytaring. **SF** avtomatni va **SA1** kalitni oʻchiring.

2.3. U_{ish} ni U_{nom} dan foiz hisobida aniqlang.

6.1 – jadval

	U_{ish}, V	U_q, V	k_q	$U_{o'r} (%)$
1-oʻlch.				
2-oʻlch.				
3-oʻlch.				
oʻrtacha				

3.1. Oraliq relesining ishlash vaqtini aniqlang. Buning uchun **SF** avtomat yordamida stendga kuchlanish bering, **SA1** kalitni «U» holatiga

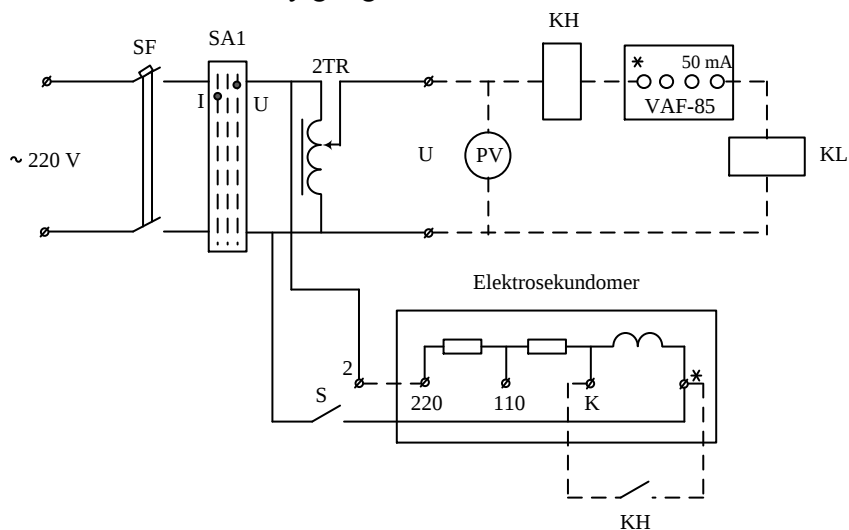
ulang va **2TR** avtotransformator bilan reledagi kuchlanishni $U_{nom}=220$ V gacha koʻtaring. **SA1** kalitni oʻchiring, **S** tumblarni ulang va **SA1** kalitni yana «U» holatga oʻtkazing. Sekundomer koʻrsatkichini 6.2 – jadvalga yozing. **SA1** kalitni oʻchiring, sekundomerni oldingi holatiga qaytaring.

6.2 – jadval

	1-oʻlch.	2-oʻlch.	3-oʻlch.	$t_{ish.oʻr}$ (s)
t_{ish} (c)				

4.1. Koʻrsatkich relesining magnit va kontaktlar sistemasi bilan tanishib chiqing. Pasportidagi maʼlumotlarni yozing.

4.2. Koʻrsatkich relesining sinash sxemasi bilan tanishing (6.4 – rasm). **SF** avtomat, **SA1** kalit va **S** tumblar oʻchirilgan holatdalgini tekshirib, sinash sxemasini yigʻing.



6.4 – rasm. Koʻrsatkich relesini sinash sxemasi

4.3. Ishlash tokini I_{ish} aniqlang. Buning uchun **SF** avtomat bilan stendga kuchlanish bering, **SA1** kalitni «U» holatga ulang va **2TR** avtotransformator yordamida kuchlanishni bir tekis koʻtarib, **KH** koʻrsatkich relesining yakori oʻzakka tortilish va «blinker»ni ozod etish tokini qayd eting. Releni ishlash tokini 6.3 – jadvalga yozing.

6.3 – jadval

	1-o'lch.	2-o'lch.	3-o'lch.	o'rtacha
$I_{ish} (A)$				

4.4. Laboratoriyani yana 2 – 3 marta qaytaring. **SA1** kalitni o'chiring.

4.5. Ishlash tokini o'rtacha qiymatini hisoblang.

4.6. Relening ishlash vaqtini t_{ish} aniqlang. Buning uchun, **SF** avtomatni ulang, **SA1** kalitni «U» holatiga o'rnatish va **2TR** avtotransformator bilan sxemadagi kuchlanishni $U_{nom} = 220 V$ gacha ko'taring. **SA1** kalitni o'chiring, **S** tumblar bilan elektrosekundomerni ulang va yana **SA1** kalitni «U» holatiga o'tkazing. Sekundomer ko'rsatkichlarini 6.4 – jadvalga yozing. **SA1** kalitni o'chiring va sekundomerni oldingi holatiga o'tkazing.

4.7. **SF** avtomatni, **SA1** kalitni va **S** tumblarni o'chiring.

6.4 – jadval

	1-o'lch.	2-o'lch.	3-o'lch.	$t_{ish.o'r} (s)$
$t_{ish} (C)$				

Hisobotni rasmiylashtirish tartibi

Hisobotga quyidagilar kiritiladi:

1. Rele haqida ma'lumotlar;
2. Relelarni prinsipial sinov sxemalari;
3. Sinov natijalari jadvali;
4. Rele ishini xarakterlovchi grafik bog'lanishlar;
5. Laboratoriya ishi bo'yicha xulosalar.

Nazorat savollari:

1. Oraliq relesining vazifasi nimadan iborat?
2. Ko'rsatkich relesi nima uchun kerak bo'ladi?
3. Ko'rsatkich relening qaysi ulanish sxemasi keng qo'llaniladi: ketma – ket yoki parallel?

7 – laboratoriya ishi

RT–80 turidagi induksion tok relesini sinash

(ishning davom etishi – 4 soat)

Ishning maqsadi: RT – 80 turdagi induksion maksimal tok relesini ish prinsipi va konstruksiyasini o‘rganish. Asosiy texnik parametrlari va xarakteristikasini aniqlash.

Umumiy ma’lumotlar

RT – 80 turidagi rele ishlash prinsipi bo‘yicha kombinatsiyalashgan hisoblanadi va ikkita elementdan iborat: induksion va elektromagnit. 7.1 – rasmda RT – 80 relesining konstruktiv tuzilishi ko‘rsatilgan.

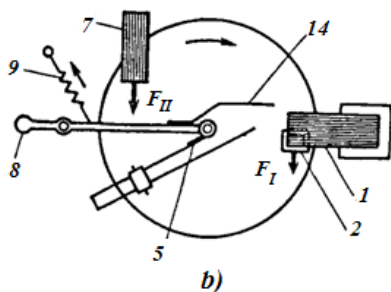
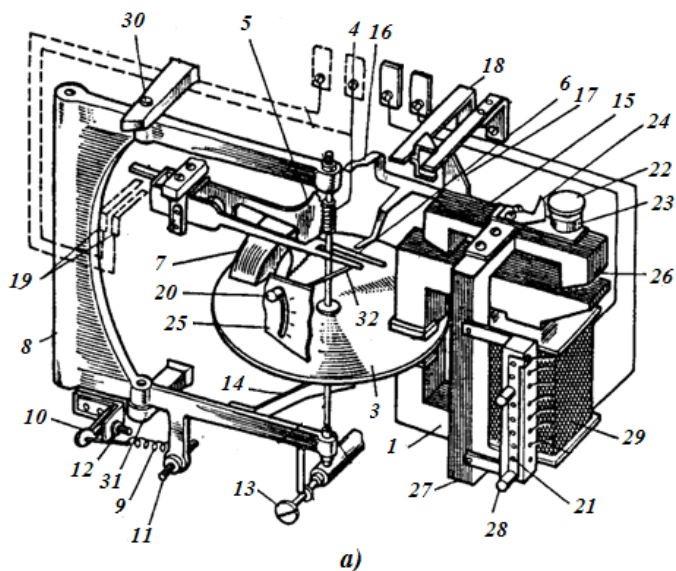
Induksion element quyidagilardan iborat: 1 elektromagnitning yuqori va past qutblarida ikkita qisqa tutashtirilgan o‘ram (ekran) 2; harakatlanuvchi ramka o‘qiga podshipniklar 30 va 31 uni kichik burchakka burishi mumkin; alyuminli disk 3 bilan bir o‘qqa mahkamlangan chervyak 4 aylanadi; po‘lat skoba 14 ramkaga mahkamlangan; tishli sektor 5 erkin turuvchi surgich 32 da turadi; tormozlovchi doimiy magnit 7 dan; sabr vaqtini rostlash qurilmasi shkala 25, vint 20 va surgich 32 dan iborat, ramkani boshlang‘ich holatga ushlab turish uchun burchak 10 ga mahkamlangan prujina 9 dan; ramkaning aylanish burchagi rostlash uchun 11, 12 va 13 vintlardan; tishli sektorning richagi qo‘shadigan signal kontaktlari 19 dan (faqat RT – 83, RT – 84, RT – 86 turidagi relelar uchun) iborat.

Elektromagnit element sabr vaqtsiz (oniy) tok relesini ifodalaydi, u po‘lat yakor 15, unga mahkamlangan shayin (koromilo) 16 yakor aylanishi uchun va qisqa tutashtirilgan o‘ram 26 titrashni yo‘qotish uchun, tutashgan sterjen 27 yakor bilan birgalikda elektromagnit elementning magnit o‘tkazgichini hosil qiladi, kesim boshqariluvchi vinti 22, shkala 23 va tirgakli plastinka 24 dan iborat.

Bundan tashqari, ikkita kontaktli vint 28 orqali kontaktli kolodka 21 ga chiqarilgan bo‘lingan chulg‘am 29, relening kontakti 18, yakor izolyatsion tirgak 17 ga tutashadi va mexanik ko‘rsatkich ikkala element uchun umumiy hisoblanadi.

Relening chulg‘amidan tok o‘tganda qutblar orasidagi havo oralig‘ida magnit oqimlar hosil bo‘ladi, ular maydon va faza bo‘yicha

har xil, magnit oqimi diskni kesib o'tadi va unda aylanuvchi momentni hosil qiladi. Tok ishlash tokining 20 – 30% ga yetganda disk va uning o'qiga mahkamlangan chervyak 4 aylana boshlaydi. Lekin ramka 8 prujina 9 orqali chekka holatga tortilib turibdi, bu holda chervyak tishli sektor bilan tishlashmaydi (ilashmaydi).



7.1 – rasm. RT – 80 turidagi induksion rele:
a – relening konstruktiv tuzilishi; b – diskka ta'sir etuvchi kuchlar

Disk aylanishni boshlagan vaqtdan boshlab unga faqat elektromagnit kuch hosil hilgan F_I dan tashqari tormozlovchi doimiy magnit 7

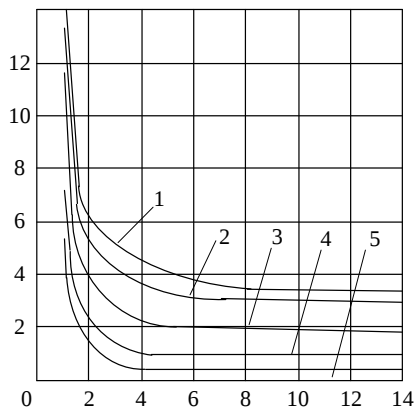
hosil qilgan kuch F_{II} ham ta'sir qiladi, uning magnit oqim aylanuvchi diskni kesib o'tadi. Ushbu kuch diskni aylanishiga to'sqinlik qiladi, diskning aylanish chastotasi qancha katta bo'lsa bu kuch shuncha katta bo'ladi.

Relening chulg'amiga berilayotgan tokning qiymati oshishi bilan F_I kuch va diskda aylanuvchi moment oshib boradi, buning natijasida aylanish chastotasi ortib boradi, bu esa o'z navbatida doimiy magnitning F_{II} kuchini ortishiga olib keladi. Relega berilgan tokning ma'lum bir qiymatida diskka ta'sir etadigan va u orqali ramkaga ta'sir qiladigan kuchlar yig'indisi $F_I + F_{II}$ prujina 9 ning kuchidan ortadi. Ushbu paytda ramka disk bilan birga buriladi va chervyak tishli sektor bilan tishlashishni boshlaydi.

Chervyak bilan tishli sektor tishlashishgan kirishadigan eng kichik tok relening induksion elementining ishlash toki deyiladi.

Tishli sektor tishlashishga kirishgandan so'ng ko'tarila boshlaydi va ma'lum vaqtdan so'ng o'zining richagi 6 shayin 16 ga yetishib, uni elektromagnit elementning yakori chap tomoni bilan birga yuqoriga ko'tarila boshlaydi. Bunda yakorning o'ng tomoni pastga tushadi, buning natijasida yakor va magnit o'tkazgich orasidagi oralig'ni kamayishiga olib keladi. Shundan so'ng yakorning o'ng tomoni magnit o'tkazgichga tegadi va tirgak 17 relening kontaktlari 18 ni qo'shadi (ajratadi).

Tishli sektorning richagi shayinga tutashgandan so'ng richakka shayin massasi ta'sir qiladi va diskning aylanish chastotasi kamayadi. Tishli sektorning boshlang'ich holatini surgich 32 ni o'zgartirish orqali rostlash mumkin, unda tishli sektorning richagi yotadi va ishlash vaqti o'rnatmalari shkalasi mavjud. Diskning aylanish chastotasi rele chulg'amidagi tokning qiymatiga bog'liq. Tok qancha



7.2 – rasm. $I_{II} = 4$ A va ishlash vaqti o'rnatmasi turlicha bo'lganda RT – 80 relesining ishlash vaqti xarakteristikasi

katta bo'lsa, diskning aylanish chastotasi shuncha katta bo'ladi va tishli sektor shuncha tez ko'tariladi va shundan keyin relening kontaktlar kichik vaqt bo'yicha tez qo'shiladi.

Shunday qilib, relening ishlash vaqti uning chulg'amidagi tokning qiymatiga bog'liq, ya'ni rele ishlash vaqti tokning xarakteristikasiga bog'liq bo'ladi (7.2 – rasm). Agar relening chulg'amiga berilgan tok $(6 \div 8) \cdot I_{ri}$ ga yetganda elektromagnitning po'lati to'yinadi, buning natijasida agar tok oshib borilsa ham magnit oqim deyarli o'zgarmaydi va rele bir xil vaqtda ishlay boshlaydi. Shu sababli, tokning ko'rsatilgan qiymatlarida bog'liq bo'lgan xarakteristika bog'liq bo'lmaganga o'tadi.

RT – 80 relesi haqida texnik ma'lumotlar

1. Chulg'amning nominal toki 5 A va 10 A;
2. Induksion elementning ishlash toki bo'yicha o'rnatmalari: 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 A;
3. Ishlash vaqti o'rnatmalari: 1, 2, 3, 4 sek;
4. Tokli kesimning karralik o'rnatmalari: 2; 4; 6; 8;
5. Diskning aylanishi induksion element ishlash tokining 30% ga to'g'ri keladi.
6. Induksion elementning ishlash tokidagi xatolik 5% dan oshmaydi.
7. Tokli kesimning tokidagi xatolik 30% dan ko'p emas.
8. Induksion elementning qaytish koeffitsiyenti 0.8 dan kam emas.
9. O'rnatma tokidagi iste'mol qilinadigan quvvat 10 VA dan ko'p emas.

Ish dasturi

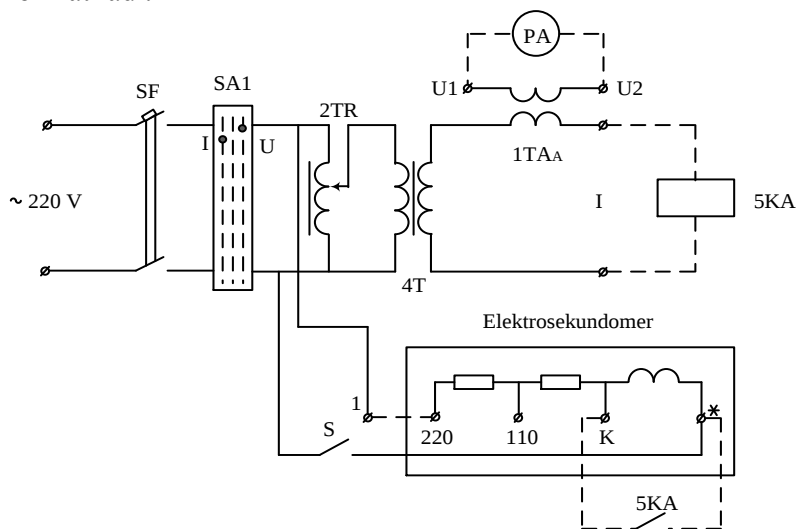
1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing, magnit tizimiga, induksion va vaqtni o'zgartirish usullariga e'tibor bering, pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlarni yozib oling.
2. Induksion elementdagi har bir o'rnatma uchun ish toki va qaytish tokini, qaytish koeffitsiyentini aniqlang.
3. Elektromagnit qism uchun shkaladagi bir necha o'rnatmada ish tokini aniqlang.
4. Rele ishlash vaqtini tokning karraligiga bog'liqlik grafigini tuzing.
5. Shu grafikni tokli kesim ishlay turgan hol uchun tuzing.

Ishni bajarish tartibi

1. Sinash sxemasi bilan tanishib chiqing (7.3 – rasm).

2. **2TR** avtotransformatorini nol holatiga chiqaring. **S** tumblarni past tomonga o'rnatning. **SA1** kalitni o'rta holatga o'rnatning.

RT-80 turidagi releni (**5KA**) induksion elementini ishlash toki shkaladagi har bir o'rnatmasi uchun aniqlansin. Buning uchun shlepselni uzib – ulaganda induksion elementning eng kichik o'rnatma toki o'rnatiladi.



7.3 – rasm. RT – 80 relisini sinash sxemasi.

3.1. Magnit o'zak bilan yakor orasida maksimal bo'shliq hosil qiladigan tokli kesimning holatini boshqaruvchi vint yordamida o'rnatning.

3.2. **SA1** uzib – ulagichni "I" holatiga o'tkazing. **SF** avtomat yordamida stendni manbaga ulang.

3.3. **2TR** avtotransformator yordamida tokni sekin – asta disk ramka bilan soat strelkasi bo'yicha aylanib, chervyak tishli segment bilan bog'languncha ko'taring. Bu tok induksion elementni ishlash toki hisoblanadi. Natijalarni 7.1 – jadvalga yozib boring.

3.4. Qaytish toki I_q ni aniqlash uchun avval reledagi tokni I_{ish} dan biroz ko'paytirib, keyin asta – sekin kamaytirish kerak. Disk ramka bilan soat strelkasiga nisbatan teskari tomonga aylanib, chervyak segmentdan ajralgandagi tok qaytish toki bo'ladi.

7.1 – jadval

$I_{o'}, (A)$							
$I_{ish}, (A)$	1-o'lch.						
	2-o'lch.						
	3-o'lch.						
	o'rtacha						
$\Delta I_{o'rt}, (A)$							
$I_q, (A)$	1-o'lch.						
	2-o'lch.						
	3-o'lch.						
	o'rtacha						
k_q							

3.5. Laboratoriyani uch marta qaytaring, releni o'chirib uzib – ulagich **SAI** ni o'rta holatga keltirish kerak. So'ngra keyingi o'rnatma o'rnatiladi.

3.6. Laboratoriya natijasida ishlash tokning nisbiy xatoligini

$$\Delta I_{o'rt} = \frac{I_{ish.o'rt} - I_{o'}}{I_{o'}} \cdot 100\% \quad (7.1)$$

va qaytish koeffitsiyentini aniqlang

$$k_q = \frac{I_{q.o'rt}}{I_{ish.o'rt}} \quad (7.2)$$

3.7. **SF** avtomat yordamida stendni o'chiring.

4.1. Tokli kesimning ish tokini aniqlang. Buning uchun induksion elementda vaqt bo'yicha eng katta vaqt o'rnatish, o'rnatma tokini qiymatini o'qituvchi belgilaydi.

4.2. Boshqaruvchi vint yordamida kesim karraligini eng past qiymati o'rnatiladi. Karralik quyidagicha hisoblanadi: $k = \frac{I_r}{I_{o'}}$, ya'ni

reledagi tokning o'rnatma tokiga nisbati.

4.3. **SF** avtomat bilan stendga kuchlanish bering, **SAI** uzib – ulagichni "**T**" holatiga o'rnatish. **2TR** avtotransformator yordamida tokni sekin–asta kesim ishlash tokigacha ko'tarish, vaqt induksion elementining ishlash vaqtidan oshmasligi kerak.

4.4. Sinovni 3 marta qaytarib tokli kesim ishlash tokini 7.2 – jadvalga yozib qo‘ying.

7.2 – jadval

Induksion elementlari. o‘rnatma toki $I_{ish}=$		Tokli kesimning karraligi			
$I_{ish.kes.}, (A)$	1-o‘lch.				
	2-o‘lch.				
	3-o‘lch.				
	o‘rtacha				

4.5. Kesim ishlash tokini bir necha karralik o‘rnatmalarda aniqlang.

4.6. Boshqaruvchi vint yordamida kesimni harakatdan chiqaring. **SAI** ni o‘rta holatga keltiring.

5.1. Vaqt – tok xarakteristikasini tuzing. Relega uning I_{ish} dan kattaroq tok berilgan vaqtdan boshlab, to uning kontaktlari qo‘shilgunga ketgan vaqt uning ishlash vaqti deyiladi.

Bu sinovni bajarish uchun o‘qituvchi tomonidan induksion elementning tok va vaqt bo‘yicha o‘rnatmalari beriladi va bu kattaliklar releda o‘rnatiladi.

5.2. **SAI** ni “**T**” holatiga qo‘ying, rele ga **2TR** yordamida tok bering, tok $I_r = 1,1 \cdot I_o$ ga teng bo‘lsin. Kattaliklar 7.3 – jadvalga yozilsin.

5.3. **SAI** ni o‘rta holatga keltirib, **S** tumbllerni yoqing, **SAI** ni “**T**” holatiga keltiring.

5.4. Elektrosekundomer to‘xtaganda **SAI** ni o‘rta holatga keltirib, vaqtni yozib oling.

5.5. Knopka yordamida sekundomerni “0” ga keltiring.

5.6. Laboratoriyani uch marta qaytaring.

5.7. Sekundomerni tumbler yordamida o‘chiring.

5.2–5.4 punktdagi laboratoriyalarni tokning $k = 1,5; 2; 3; 6$ ga teng karraliklarida qaytaring. Natijalarni 7.3 – jadvalga yozib qo‘ying.

6.1. Kesimni berilgan karralik o‘rnatmasida ishga tushiring.

6.2. Vaqt – tok xarakteristikasini avvalgi laboratoriyalardagidek qilib qaytaring. Natijalarni 7.3 – jadvalga yozib qo‘ying.

Oʻrnatmalar	I_o (A)				
	t_o (c)				
	k_{kes}				
Tokning karraligi k					
Reledagi tok I_r , (A)					
t_{ish} , (s)	1–oʻlch.				
	2–oʻlch.				
	3–oʻlch.				
	oʻrtacha				

6.3. Sinovlar natijasi asosida $t_{ish} = f(k)$ kesimsiz va kesim bilan olingan grafikni chizing.

Hisobot tayyorlash

Quyidagilarni koʻrsating:

1. Sinalayotgan relening turi va pasportidagi maʼlumotlar.
2. Rele va uning ishlashi haqida qisqacha maʼlumot.
3. Sinov sxemalari.
4. Oʻlchov natijalari yozilgan jadvallar.
5. Rele ishini koʻrsatuvchi grafiklar: $I_{ish.o'rt} = f(I_o)$;
 $I_{q.o'rt} = f(I_o)$; $\Delta I = f(I_o)$; $k_q = f(I_o)$; $I_{ish.kes.} = f(I_o)$; $t_{ish} = f(k)$.
6. Oʻlchov natijalarini texnik maʼlumotlar bilan taqqoslang va olingan xulosalarni keltiring.

Nazorat savollari

1. Induksion elementni qaysi qismlar tashkil etadi?
2. Elektromagnit elementini qaysi qismlar tashkil etadi?
3. Diskning aylanish tezligi nimaga bogʻliq?
4. Ishlash va qaytish toklari nima?
5. Induksion elementning oʻrnatmalari qanday oʻzgartiriladi?
6. Induksion elementning oʻrnatmasi qaysi tokda koʻrsatilgan?
7. Tokli kesimning shkalasidagi sonlar nimani koʻrsatadi?
8. Agar induksion elementning oʻrnatmasi 4,5 A ga teng boʻlsa, choʻgʻlamdan oʻtayotgan tok 2A ni tashkil etsa, disk qanday holatda boʻladi?
9. $I_o = 3$ A, chulgʻamdagi tok $I_r = 12$ A, tokli kesim shkalasida “6” boʻlsa, kesim ishga tushadimi?

8 – laboratoriya ishi
RNT-560 turidagi to‘yingan tok transformatorli
differensial tok relelini sinash
(ishning davom etishi - 4 soat)

Ishning maqsadi: Relening vazifasi va tuzilishi, uning ishlash prinsipi, asosiy xarakteristikalarini tekshirish usullari va ishlash tokini o‘zgartirish yo‘llari bilan tanishib chiqish

Umumiy ma’lumotlar

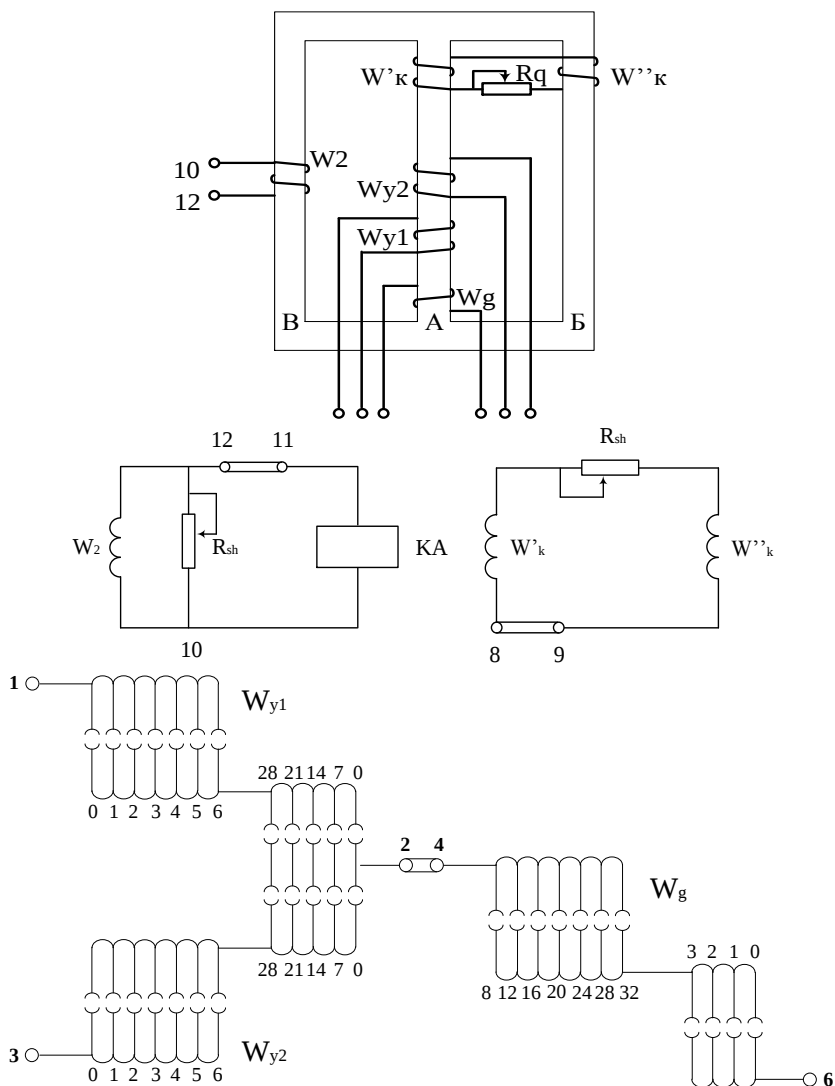
RNT-560 turidagi differensial rele transformator, generator, katta quvvati motorlarning differensial himoya sxemalarida ishlatiladi. Tok transformatorlarning xarakteristikalarini turlicha bo‘lgani va boshqa bir necha sabablarga ko‘ra differensial himoya zanjirida nobalans toklari oqib o‘tadi. Ular o‘zlarining maksimal qiymatiga tashqi qisqa-tutashuvlarda erishadi. Bu rejim toklarida, demak nobalans toklarda ham, aperiodik tarkib qatnashadi. Kuch transformatori kuchlanishga ulanganda yoki tashqi qisqa tutashuv o‘chirilgandan so‘ng undagi kuchlanish tiklanganda paydo bo‘ladigan magnitlanish tokining sakrashida aperiodik tarkib ancha yuqori bo‘ladi, bunda magnitlanish tokining sakrashi transformatorning maksimal toki qiymatini 5-10 baravarga teng, o‘tkinchi tarkibining so‘nish vaqti esa 2-3 sek bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, magnitlanish toki faqat kuchlanishga ulanadigan chulg‘amda yoki u tiklanadigan chulg‘amda oqadi.

Bu rejimlarda differensial himoya noto‘g‘ri ishlab ketmasligi uchun bir necha usullar qo‘llaniladi. Bulardan biri, to‘yingan tok transformatori (TTT) orqali ulanadigan maxsus tok relelarini qo‘llashdir. Bu relelarda, tokning aperiodik tarkibi uning ikkilamchi chulg‘amiga transformatsiyalanmaydi, uning o‘zagini magnitlanishiga to‘la sarf bo‘ladi.

O‘zakning to‘yinishi hisobiga transformatsiyalash va o‘zgaruvchan tarkib yomonlashadi, bu esa ikkilamchi chulg‘amdagi va bajaruvchi relelarning tokning kamayishiga olib keladi. Aperiodik tarkib so‘ngandan keyin periodik tokni transformatsiyalash uchun normal sharoit tiklanadi.

TTTning mavjudligi, qisqa tutashuv tokining aperiodik tarkibi so‘nmaguncha, himoya zonasida qisqa tutashuv bo‘lganda relening harakatini sekinlashtiradi. Bunday sekinlashtirishning vaqti 0,03-0,04

sek bo'lishi mumkin. Sanoatimiz RNT-565 turidagi relelarning bir necha xilini ishlab chiqaradi, chulg'amlarining joylashishi va ichki ulanish sxemasi 8.1-rasmda ko'rsatilgan.



8.1-rasm. RNT-565 releining chulg'amlarini joylashishi va ichki ulanish sxemasi

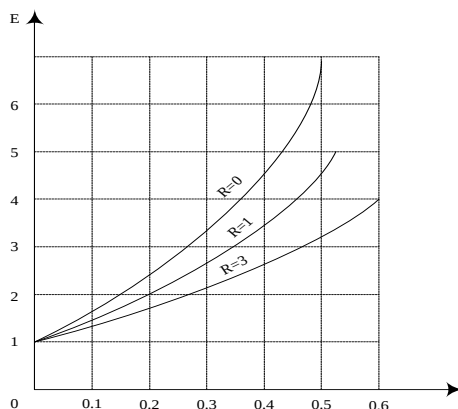
Rele TTT uch sterjenli transformatoridan va bajaruvchi organ RT-40 turidagi elektromagnit rele KA dan tashkil topgan. Transformator quyidagi chulg'amlarga ega: Differensial (ishchi) W_g , ikkita tenglovchi W_{y1} va W_{y2} , ikkilamchi W_2 va qisqa tutashtiruvchi W_k . W_g chulg'am himoyasining differensial zanjiriga ulanadi, W_{y2} chulg'amga bajaruvchi organ-tok rele KA ulanadi. W_{y1} va W_{y2} chulg'amlar kuch transformatorining differensial himoyasi yelkalaridagi ikkilamchi toklar tengsizligini kompensatsiyalash uchun mo'ljallangan. Qisqa tutashtiruvchi chulg'am aperiodik tokni magnitlash ta'sirini kuchaytirish yoki kuchsizlantirish imkonini beradi, ya'ni W_g , W_{y1} va W_{y2} chulg'amlariga beriladigan tokni aperiodik tarkibidan releni sozlash darajasini o'zgartirish imkonini beradi.

Qisqa tutashtiruvchi chulg'amni ta'siri (8.1-rasm) quyidagi bilan tushuntiriladi: W_g , W_{y1} va W_{y2} chulg'amlardan oqib o'tayotgan o'zgaruvchan tok W_2 va W_k chulg'amlarga transformatsiyalanadi, so'ngra W_k chulg'amga tushadi. B sterjenda oqim hosil bo'ladi, uning yo'nalishi A sterjendagi oqim yo'nalishi bilan bir xil. A va B sterjenlardagi oqimlar W_g chulg'amning aktiv va reaktiv qarshiliklari nisbatiga bog'liq ma'lum burchak ostida qo'shiladi va W_2 chulg'am o'ralgan D sterjenga yo'naladi.

Qisqa tutashtiruvchi chulg'amni aktiv qarshiligi qiymati $R_q=0$ bo'lganda A va B sterjenlardagi oqimlar orasidagi fazali siljish nolga yaqin, natijada chapdagi sterjendagi (D) umumiy oqimda o'ngdagi sterjen (B) oqimining ulushi oshadi va ikkilamchi transformatsiyalash oqimi juda kuchli namoyon bo'ladi.

R_q oshganda A va B sterjenlardan oqimlar orasidagi burchak 90° ga intiladi, natijada B sterjenda umumiy oqimda o'ngdagi sterjen oqimi ulushining kamayishiga olib keladi, ya'ni qisqa tutashtiruvchi chulg'am ta'sirini ham.

Demak, W_g , W_{y1} va W_{y2} chulg'amlarda oqayotgan toklarni bir qismi ikkilamchi transformatsiya yo'li bilan W_2 ga tushadi. Magnitlanish tokining sakrashi yoki nobalans tokining aperiodik tarkibi ikkilamchi transformatsiyalashni kuchsizlantiradi va bu bilan aperiodik tarkib mavjud bo'lganda relening ishlash tokini oshirilishiga erishiladi.



8.2-rasm. Aperiodik tarkibli toklardan releni sozlash darajasi

Ikkilamchi transformatsiyalash oqimining ulushini o'zgartirish nafaqat uning konturidagi aktiv qarshilikni o'zgartirish bilan, W_k chulg'amlari sonini o'zgartirish bilan ham amalga oshirish mumkin. Aperiodik tarkibli toklardan releni sozlash darajasi, 8.2-rasmدا keltirilgan.

Relening ishlash toki differensial yoki tenglashtiruvchi chulg'amlarning o'ramlar sonini o'zgartirish bilan rostlanadi. O'ramlar sonini tanlash relening hisobiy ishlash toki I_{ri} bo'yicha amalga oshiriladi. Bunda differensial va tenglashtiruvchi chulg'amlar yig'indisi hosil qilgan magnitlanish kuchi amper-chulg'amlar (AW) da o'lchanadi va 100 AWni tashkil qiladi. Bu relening o'rnatma tokini 2,87dan 12,5 gacha oraliqdan - faqat W_g qo'llanilganda va 1,45 dan 12,5 gacha oraliqda - W_y qo'llanilganda, o'zgartirish imkonini beradi.

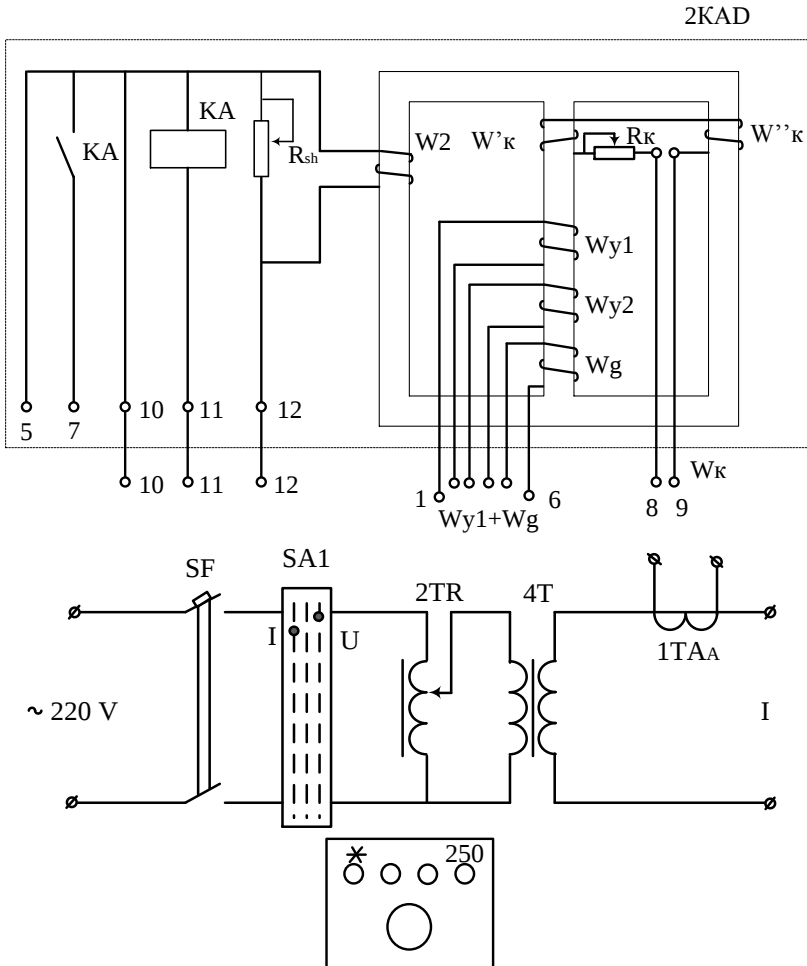
RNT-565 releda, bundan tashqari R_{sh} qarshilik bilan ishlash tokini I_{ish} yarim rostlash imkoni ko'zda tutilgan (8.3-rasm). Bajaruvchi organ sozlanishining to'g'riligi va TTT ning yaroqligi ishonchlilik ko'effitsiyenti K_i bilan xarakterlanadi. Bu, reledagi tokning ma'lum karraligida I_r/I_{ar} bajaruvchi organdagi sinusoidal ishlash toki kattaligiga nisbati sifatida aniqlanadi.

Ishonchlilik ko'effitsiyenti ikki qiymat uchun aniqlanadi - tok transformatorining birlamchi chulg'amida 200 AW va 500 AW ga teng oqimlar oqib o'tganda:

$$K_{i2} = [I_{BR}(2I_{ri})] / [I_{BR}(I_{ri})]$$

$$K_{i5} = [I_{BR}(5I_{ri})] / [I_{BR}(I_{ri})]$$

bu yerda, $I_{BR}(2I_{ri})/I_{BR}(I_{ri})$, $I_{BR}(5I_{ri})/I_{BR}(I_{ri})$ - reledagi 1; 2 va 5 I_{ish} ga teng toklarda bajaruvchi rele KA zanjiridagi toklar.



PVA

8.3-rasm. RNT-565 rele si

Ishonchlilik ko'effitsiyenti TTT ning magnitlanish chizig'i shakliga va bajaruvchi organning ishlash tokining mikdoriga bog'liq. TT ning magnit o'tkazgichli po'lat o'zagi qancha tez tuyinsa va bajaruvchi organning ishlash toki qancha katta bo'lsa, shuncha K_i miqdori kichik bo'ladi. Ishonchlilik ko'effitsiyentining qiymati besh karrali amper chulg'amlarda -1,35 dan kam, ikki karralida -1,2 dan kam bo'lmazligi kerak.

Rele ishlab chiqaruvchi korxona ishonchlilik ko'effitsiyentining faqat pastki oraliq qiymatiga kafolat beradi. Lekin K_i ning qiymatini normaga nisbatan oshishi yoki kamayishi maqsadga muvofiq emas. Masalan, K_i ning kamayishi TTT ning tez to'yinishini va bajaruvchi organda tok bo'yicha zahirani kamayishini (masalan, ichki shikastlanish oqibatida) ko'rsatadi, K_i ning oshishi esa TTT ning ish induksiyasi qiymatini juda kamligini ko'rsatadi.

Ish dasturi

1. Relening tuzilishi va ishlash prinsiplari bilan tanishish.
2. Releni sinash sxemalari va stend bilan tanishish.
3. Boshqaruvchi organning ishlash tokini I_{BI} va qaytish tokini I_{KR} aniqlash.
4. Relening ishlashidagi magnitlovchi kuchni aniqlash (AW_{ish})
5. Boshqaruvchi reledagi tokni magnitlovchi kuchiga bog'lanishini $I_{BR}=f(AW)$ qurish va ishonchlilik ko'effitsiyentini K_i aniqlash.

Ish bajarish tartibi

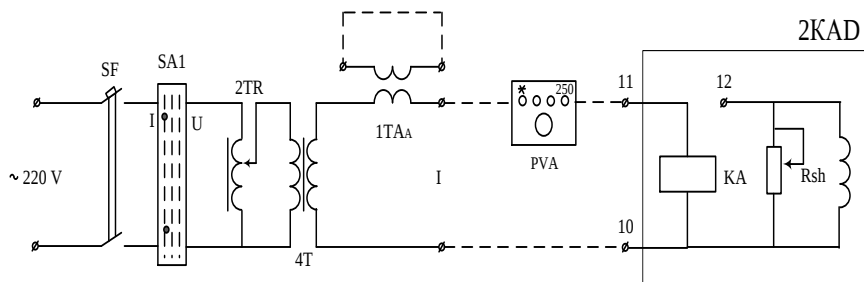
1. RNT-565 turidagi relening (**2KAD**) tuzilishi va uni ish prinsipi bilan tanishish. Boshqaruvchi releni, to'yinuvchi tok transformatorini va undagi tenglashtiruvchi, ishchi (differensial), qisqa tutashtiruvchi va ikkilamchi chulg'amlarni ko'rib chiqing.

2. Tenglashtiruvchi va ishchi chulg'amlarning o'ramlar sonini o'zgartirish yo'llari, hamda ikkilamchi va qisqa tutashtiruvchi chulg'am zanjirlarida aktiv qarshilikni o'zgartirish bilan tanishish.

Releni sinash sxemalari va stend bilan tanishib, RNT-565 turidagi relede tenglashtiruvchi va differensial chulg'amlar bevosita relede ketma-ket ulanganligini hisobga olish kerak (2- klemma).

3. Boshqaruvchi releni ishlash I_{BRI} va qaytish I_{BRK} toklarini aniqlang.

3.1. **SF** avtomat va **SA1** kalit o‘chirilganda 8.4-rasmda keltirilgan sxemani yig‘ing, buning uchun milliampermetr sifatida voltamper-fazoindikator **PVA** (VAF-85) foydalaniladi va “**250 mA**” klemmaga, hamda asbobni qayta ulagich “**mA**” va “**kattalik**” holatiga o‘tkaziladi. Uzuq-uzuq liniyalar ko‘rsatilgan zanjirlar ulanishi kerak.



8.4-rasm. RNT-565 releini sinash sxemasi

3.2. RNT relening qisqa tutashtiruvchi chulg‘amini yoping (8-9 klemmalar) va $1TA_A$ tok transformatorining ikkilamchi chulg‘ami chiqishlarini yoping.

3.3. Kalitni “**I**” holatiga o‘tkazib, **SF** avtomatni ulab **KA** rele ta’minlash kerak. **2TR** avtotransformatorning holatini bir tekis o‘zgartirib **PVA** bo‘yicha uch marta bajaruvchi relening ishlash tokini I_{BRI} va qaytish tokini I_{BRK} aniqlang. I_{BRI} aniqlayotganda qiymatini yozib boring.

3.4. Natijalarni 8.1- jadvalga kiriting, ishlash va qaytish toklarining o‘rtacha qiymatlarini va qaytish koeffitsiyentini aniqlang.

3.5. Tajriba tugagandan so‘ng **SF** avtomatni o‘chiring.

8.1- jadval.

	1-o‘lch.	2-o‘lch	3-o‘lch	o‘rtacha
I_{BR}				
I_{RI}				
k_q				

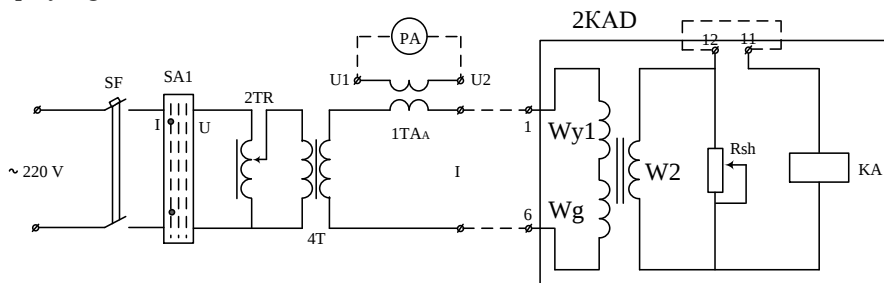
4.1. Relening ishlash toki ishchi yoki tenglashtiruvchi

$$W = A W_{ish} / I_0,$$

8.2-jadval

I _o ' (A)		1,5	2	2,5	3
W	W _{y1}				
	W _g				
I _{ish} (A)					
A W _{ish} (Av)					

4.2. **SF** avtomat o'chirilganda 8.5-rasmda keltirilgan sxemani yig'ing va tenglashtiruvchi W_{y1} va differensial W_g chulg'amlarda berilgan birinchi o'rnatmaga to'g'ri keladigan chulg'amlar soni yi g'indisini qo'ying.



8.5-rasm. RNT-565 relelini magnitlovchi kuchni aniqlash sxemasi

4.3. **SF** avtomatni ulab sxemaga kuchlanish bering va **2TR** avtotransformator bilan tokni releni ishlashigacha bir tekis ko'taring, bu qo'zg'almas kontaktning holatini o'zgarishi bo'yicha qayd etiladi. Ishlash tokining qiymatlarini 8.2-jadvalga kiriting va o'ramlar sonini

hisoblang. Ishlash amper-chulgʻamlari 100 ± 4 (Av) ni tashkil qilishi kerak. I_{ish} tokni va AW_{ish} ni qolgan berilgan oʻrnatmalar uchun aniqlang. Oʻramlar sonini oʻzgartirish faqat **SF** avtomatni oʻchirib amalga oshirilishi kerak.

5. Bajaruvchi organdagi tokni magnitlovchi kuchga bogʻlanishini $I_{ish}=f(AW_{ish})$ tuzing va ishonchlilik koeffitsiyentini aniqlang.

5.1. **SF** avtomat oʻchirilganda $I_{ish}=f(AW_{ish})$ bogʻlanishni qurish uchun, 8.5-rasmda tasvirlangan sxemada RNT releining 11 va 12 klemmlar orasiga oʻlchash oraliqi **250 mA** boʻlgan VAF 85 milliampermetrni ulang.

5.2. Bajaruvchi rele **KA** yakorini mahkamlangan va oʻqituvchi koʻrsatgan ishlash tokiga toʻgʻri keladigan W_y va W_g oʻramlar sonini oʻrnatib. 1TAA tok transformatorida shtekkerni **2A** chuquriga (transformatsiyalash koeffitsiyenti 2A/5A) oʻrnatib va **5F** avtomatni ulang.

5.3. **2TR** avtotransformator yordamida relening $W_y - W_g$ chulgʻamlarida 0.5; 1; 2; 3; 4; 5 I_{ish} toklarini ketma-ket oʻrnatib, **PVA** milliampermetr boʻyicha bajaruvchi reledagi I_{BR} toklarni oʻlchang. Transformatsiyalash koeffitsiyentini **1TAA** oʻzgartirish (agar kerak boʻlsa) **SF** avtomat oʻchirilganda amalga oshiriladi. Natijalarni 8.3-jadvalga kiriting.

8.3-jadval

k	0,5	1	2	3	4	5
$I_{ri}, (A)$						
$I_{BR}, (mA)$						
AW						

5.4. Avtomat oʻchirilganda relening qisqa tutashtirilgan chulgʻamini W_k (8 va 9 klemmlar) ni echib tajribani qaytaring.

5.5. Ishonchlilik koeffitsiyentini aniqlang, uning qiymati 1,2 va 1,5 dan kam boʻlmasligi kerak.

Hisobot tartibi

Hisobot quyidagilar keltiriladi:

1. Ishning maqsadi va dasturi;
2. Relening qisqacha bayoni, ishlash prinsipi, sxemalari va pasportidagi maʼlumotlari;

3. Sinovning prinsipial sxemalari;
4. Sinov natijalarining jadvali va bogʻlanish grafiklari.

Nazorat savollari

1. RNT-565 turidagi differensial rele qayerda ishlatiladi?
2. RNT-565 relesi RT-40 reledan nima bilan farq qiladi?
3. Qisqa tutashuv tokining aperiodik tarkibi va magnitlovchi tokning sakrashlari nima?
4. Tokning aperiodik tarkibi boʻlmaganda TTT qanday ishlaydi?
5. Tenglashtiruvchi chulgʻamning vazifasi.
6. Qisqa tutashtiruvchi chulgʻamning vazifasi.
7. TTT ning mavjudligi relening tezkorligiga qanday taʼsir koʻrsatadi?
8. Berilgan ishlash tokiga rele qanday sozlanadi?
9. Ishonchlilik koeffitsiyenti nima va uning qiymatlari qanday boʻlishi kerak?

VAF – 85 – voltamperfazoindikator

VAF – 85 asbobi yordamida o'zgaruvchan tok, kuchlanish, ular orasidagi burchakni o'lchash, fazalar ketma – ketligini aniqlash mumkin. Tokning miqdori – 10, 50, 250 mA; 1, 5, 10 A; kuchlanish miqdori esa – 1; 5; 25; 125; 250 V.

VAF – 85 asbobidan foydalanish uchun avval diskning «**nol**» holatini tekshirib olish kerak. Buning uchun asbobning uchlariga U_{AB} kuchlanish beriladi, ya'ni $A - *$ va $B - U$ o'rnatiladi. So'ngra limbaning nol holati o'lchov asbobi ko'rsatkichining nol holatiga to'g'ri kelishini tekshirish kerak. Agar g'ildirakning nol holati korpusga mahkamlangan plankadagi disk bilan mos bo'lmasa, unda qisuvchi vintni bo'shatish va plankani shunday surish kerakki, bunda limbaning noli disk qarshisida bo'lsin, so'ngra vintni qayta mahkamlash kerak.

A, B, C uchlariga uch fazali 220 V kuchlanishni ulab (I.1,a,b – rasmlar) fazalar to'g'ri ketma – ketligiga ishonch hosil qilish kerak, bunda stopordan bo'shatilgan limba soat ko'rsatkichi bo'yicha aylanishi kerak, shundan keyin o'lchash jarayonida asbobni o'chirish, asbob ta'minotini qayta ulash mumkin emas.

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

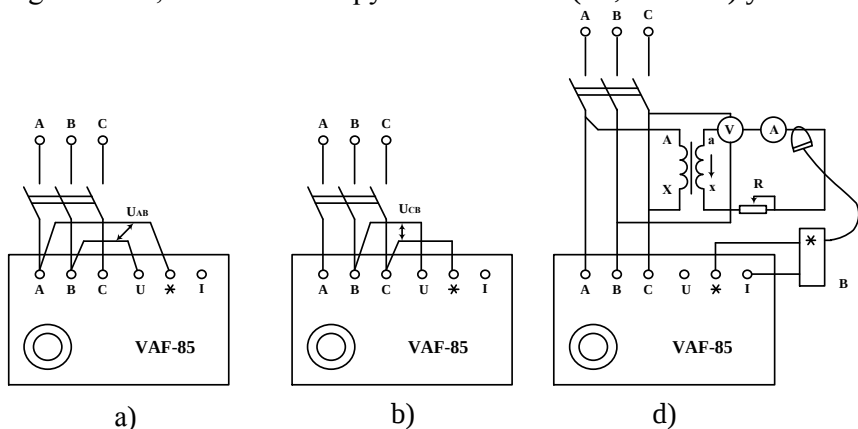
Tokni 1, 5, 10 A oraliqda yoki kuchlanishni 1 – 250 V oraliqda o'lchash uchun **P1** qayta ulagich «**V, A**» holatiga, **P2** ni esa «velichina» holatiga, asbob oraliqlarini qayta ulagichi **P3** ni tegishli yoki maksimal oraliqqa qo'yiladi. O'lchaniladigan kuchlanish $*$ va U uchlariga beriladi. Sxema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

Asbob limbasini doim soat ko'rsatkichi bo'yicha aylantirish, o'lchashni esa asbob ko'rsatkichi uning nol qiymatiga chapdan keldanda, ya'ni nolga yaqinlashganda u ham soat ko'rsatkichi bo'yicha harakatlanishini amalga oshirish kerak. Tokni vektor diagrammalarini qurish uchun A, B va C deb belgilangan uchlarini manbaga ulanadi

(I.1,d – rasm), asbobning **P1** qayta ulagichi «V, A» holatiga, **P2** esa «**kattalik**» holatiga qo'yiladi.

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

Burchak qiymatini hisoblashni limba shkalasi bo'yicha diskka qarshi olinadi. Agar bunda limba noli belgidan chapda bo'lsa, unda burchak qiymati «-» bilan (1.7,b – rasm), agar limba noli belgidan o'ngda bo'lsa, unda burchak qiymati «+» bilan (I.1,d – rasm) yoziladi.



I.1 – rasm. VAF – 85 yordamida o'lchash:

- a) diskning nol holatini tekshirish; b) kuchlanishning miqdorini va fazasini o'lchash; d) tokning miqdorini va fazasini o'lchash

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

Masalan, I_A vektor uchun burchak $+ 40^\circ$, I_B vektor uchun burchak $- 30^\circ$ bo'lsa, ular orasidagi burchak quyidagiga teng bo'ladi: $\varphi_{IA} - \varphi_{IB} = 40^\circ - (-30^\circ) = 70^\circ$.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – Гос. инсп. “Узгосэнергонадзор”. Под. ред. А.Д.Нигматуллаева, Б.Т.Ташпулатова, А.И.Усманова. - Ташкент, 2011. 757с.
2. Чернобровов Н.В., Семенов В.А., Релейная защита энергетических систем. Учеб. пособие для техникумов. - М.: Энергоатомиздат, 1998. 800 с.
3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов. 5-е изд. - М.: Высш шк., 2007. 639 с.
4. Rele himoyasi va avtomatikasi fanidan ma’ruzalar matni. T.: ToshDTU. 2007.

Mundarija

1 – laboratoriya ishi. Tok transformatorlari va relening ulanish sxemalarini tekshirish.....	3
2 – laboratoriya ishi (davomi). Tok transformatorlari va relening ulanish sxemalarini tekshirish.....	8
3 – laboratoriya ishi. RT–40 turidagi elektromagnit relelarini sinash.....	12
4 – laboratoriya ishi. RN–50 turidagi elektromagnit relelarini sinash.....	18
5 – laboratoriya ishi. Mantiqiy relelarni sinash. Vaqt relesi.....	23
6 – laboratoriya ishi. Mantiqiy relelarni sinash. Oraliq va ko‘rsatkich relesi.....	29
7 – laboratoriya ishi. RT–80 turidagi induksion tok relesini sinash.....	35
8 – laboratoriya ishi. RNT-560 turidagi to‘yingan tok transformatorli differensial tok relesini sinash.....	43
Ilova.....	53
Foydalanilgan adabiyotlar.....	55

Muharrir: Sidiqova K.A.

Musahhih: Adilxodjayeva Sh.