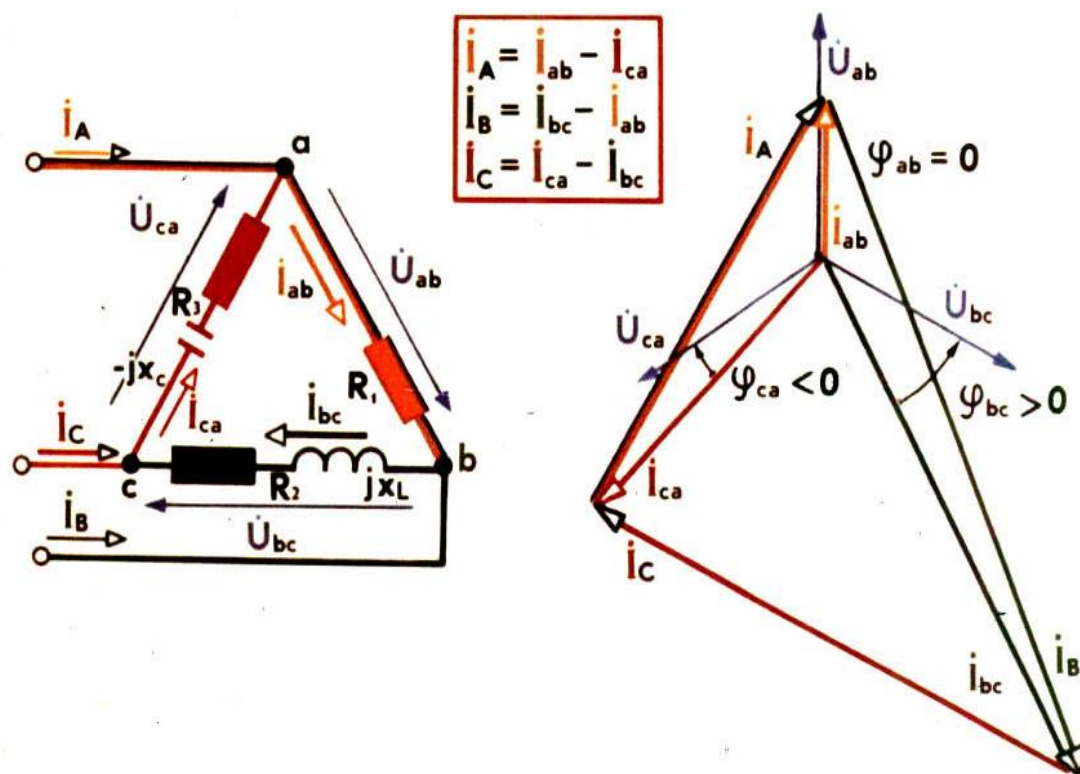


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

«ELEKTR ENERGETIKASI» KAFEDRASI



# « ELEKTR INJINIRING »

FANIDAN  
LABORATORIYA ISHLARINI O'TKAZISH BO'YICHA  
USLUBIY KO'RSATMA

QARSHI- 2018

**Tuzuvchilar:** QarMII., Energetika fakulteti, «Elektr energetikasi» kafedrası o'qituvchisi Rajabov Muzaffar Najimovich  
QarMII., Energetika fakulteti, «Elektr energetikasi» kafedrası o'qituvchisi Mustayev Ruslan Aktamovich

**Taqrizchilar:** QarMII., Energetika fakulteti, «Elektr energetikasi» kafedrası kata o'qituvchisi Toshev Tojiddin Ungbayevich  
«Qashqadaryo hududiy elektr tarmoqlari»AJ xodimlarni boshqarish bo'limi boshlig'i Ahmedov Jahongir Shonazarovich

Mazkur uslubiy ko'rsatma «Elektr injiniring» fani bo'yicha tajriba mashg'ulotlar uchun yaratilgan bo'lib, unda tajriba mashg'ulotlarni o'rganish bo'yicha 5320400 – «Kimyoviy texnologiya (yuqori molekulali brikmalar plastmassa va elostomerlar ishlab chiqarish va noorganik moddalar bo'yicha)»5321000 – «Oziq-ovqat texnologiyasi (don mahsulotlari va yog'-moy mahsulotlari)»; 5321300 – «Neft va neft- gazni qayta ishlash texnologiyasi» bakalavr ta'lim yo'nalishlari uchun mahsus o'quv dasturi asosida tuzilgan tajriba mashg'ulotlari bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar, texnika hafsizlik qoidalari , savol-javoblardan iborat.

«Elektr injiniring» fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha tayyorlangan ushbu uslubiy ko'rsatmani 5320400 – Kimyoviy texnologiya (yuqori molekulali brikmalar plastmassa va elostomerlar ishlab chiqarish va noorganik moddalar bo'yicha), 5321000 – Oziq-ovqat texnologiyasi (don mahsulotlari va yog'-moy mahsulotlari), 5321300 – Neft va neft- gazni qayta ishlash texnologiyasi bakalavr ta'lim yo'nalishlari uchun namunaviy fan dasturi asosida tayyorlangan bo'lib, mazkur ta'lim yo'nalishlarda tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

«Elektr injiniring» fanidan laboratoriyamashg'ulotlarni o'tkazish bo'yicha uslubiy ko'rsatma «Elektr energetikasi» kafedrasining 2018 yil “\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_dagi №\_\_-sonli, Energetika fakulteti Uslubiy kengashining 2018 yil “\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_dagi №\_\_-sonli, institut Uslubiy Kengashining 2018 yil \_\_\_\_\_dagi \_\_\_\_\_-sonli yig'ilishlarida ko'rib chiqilib tasdiqlangan.

## KIRISH

“Elektr injiniring” fani kimyo-texnologiya institutining barcha mutaxassiliklarida deyarli bir xil reja asosida o‘qitiladi va laboratoriya mashg‘ulotlari soati barcha mutaxassisliklar uchun bir xil bo‘lib 18 soatni tashkil etadi. Birinchi mashg‘ulot texnika xavfsizligi talablari bo‘yicha bo‘lib, bu darsda talabalarga yetkazilishi lozim bo‘lgan asosiy tushunchalar va texnika xavfsizligi talablari, shuningdek texnika xavfsizligi yo‘riqnomasini o‘tkazish qaydnomasi ilova qilingan. Jami 18 soat dars davomida talabalar 9 ta laboratoriya ishini amalda bajaradi. Har bir darsda (2 soat) bittadan laboratoriya ishi bajariladi.

Bitta darsda butun guruh bitta laboratoriya ishini kichik guruhlariga bo‘lingan holda bajaradi. Har bir kichik guruh bilan laboratoriya ishining sxemasi qaytadan yig‘iladi va bu talabalarning elektr sxemalarini yig‘ish, o‘lchov qurilmalarini sxemaga ulash va ulardan foydalanish kabi amaliy ishlarni bajarish ko‘nikmalarini hosil qilishida muhim rol o‘ynaydi.

Laboratoriya ishlari mavzularining ketma-ketligi ma‘ruza mashg‘ulotlari mavzulari bilan moslashtirilgan, bu o‘z navbatida ma‘ruza va laboratoriya mashg‘ulotlari birligini taminlaydi.

Laboratoriya ishlarining mavzularini tanlash, ishlarni bajarish va hisob ishlarida ko‘proq ishlab chiqarish, xususan kimyo sanoati uchun harakterli bo‘lgan fizik kattaliklarni o‘rganishga ko‘proq e‘tibor qaratilgan.

Laboratoriya ishlarining elektr sxemalari maksimal soddalashtirilgan va oddiy zanjirlar asosida ko‘proq amaliy ahamiyatga ega kattaliklarni o‘rganishga asosiy e‘tibor qaratilgan. Bundan tashqari laboratoriya ishlarining nazariy qismlari ham maksimal darajada sodda va qisqa tarzda keltirilib, sxemalarning amaliy-texnik jixatlariga ko‘proq e‘tibor qaratilgan.

## **Tajriba ishlarini bajarishda texnika xavfsizligi talablari**

“Elektr injiniring” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bevosita elektr energiyasi bilan bog‘liq. Tajriba ishlarini bajarishda 12 V dan 50 V gacha bo‘lgan o‘zgarmas tok va 37.5 V dan 220 V gacha bo‘lgan o‘zgaruvchan tok ishlatiladi. Bu kuchlanishlar bilan ishlashda o‘ziga xos texnika xavfsizligi talablari mavjud bo‘lib talaba eng avvalo ana shu talablarni bilishi va unga amal qilishi shart. Texnika xavfsizligi talablarini bilmagan talaba tajriba ishini bajarishga va umuman laboratoriya xonasida ishlashga qo‘yilmaydi.

Quyida elektr tokining inson organizmiga ta’siri haqida asosiy elektrotexnik tushunchalar bayon etiladi. Shuningdek talabalarni laboratoriya xonasida xavfsiz ishlashi va tajriba ishlarini bajarishi uchun amal qilinishi lozim bo‘lgan texnik, tashkiliy va intizom talablar keltirilgan.

Har bir tajriba ishini bajarishdan oldin mashg‘ulot raxbari ushbu texnika xavfsizligi talablarini talabalarga yetkazishi zarur.

### **1. Elektr tokining inson organizmiga ta’siri**

Elektr toki inson organizmiga kuchli tasir etadi. Bunda eng avvalo markaziy nerv sistemasi jarohat oladi. Organizmning elektr tokidan jarohatlanish darajasi tokning chastotasi, tok kuchi va kuchlanishga, tokning inson organizmi orqali o‘tish yo‘liga, organizmning (tananing, inson asab holatining va b.) holatiga bog‘liq.

Tok kuchining kattaligiga qarab uning inson organizmiga ta’sirini quyidagicha chegaraviy holatlarga bo‘lib chiqish mumkin:

A) 25 mA gacha (0.025 A) va undan katta tok organizmda mushaklarni tortilishiga olib keladi, bunda inson o‘zi mustaqil ravishda mushaklarini boshqara olmaydi (mushaklar ichkariga qarab tortiladi, ya’ni qo‘l va oyoq panjalari tugilib qoladi);

B) 100 mA (0.01 A) tokda nafas olish organlari ishdan chiqadi va yurak paralichi yuz beradi.

V) 50 mA va undan katta tok inson hayoti uchun xavfli sanaladi.

Yuqoridan ko‘rinadiki elektr tokining inson hayotiga ta’siri inson organizmidan o‘tayotgan tok kuchiga bog‘liq. Bu tok kuchi esa inson tanasi qarshiligi bilan aniqlanadi. Tana qarshiligi qancha katta bo‘lsa tok ta’siri shuncha kam bo‘ladi. Demak elektr tokidan jarohatlanmaslik uchun tana qarshiligini kamaytiruvchi sabablarga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Umumiy holatda inson tanasining qarshiligi 800 Omdan 100 000 Omgacha oraliqda o‘zgaradi. Bundan ko‘rinib turibdiki manbaning berilgan muayyan, masalan 220 V kuchlanishida insonga elektr toki ta’sir qilsa uning organizmidan o‘tishi mumkin bo‘lgan tok:

$$220 \text{ V} / 800 \text{ Om} = 0.275 \text{ A} = 275 \text{ mA dan}$$

$220 \text{ V} / 20000 \text{ Ohm} = 0.011 \text{ A} = 11 \text{ mA}$  gacha oraliqda o'zgaradi. O'rtacha  $0.143 \text{ A}$  ( $143 \text{ mA}$ ). Ko'rinib turibdiki bu tok inson hayoti uchun o'ta xavlidir.

Bundan tashqari elektr tokining ta'siri, tok tananing qaysi sohasidan o'tishiga ham bog'liq bo'ladi. Masalan elektr tokining yurak va bosh miya sohasiga yaqin joydan ta'sir qilishi juda xavfli hisoblanadi.

Endi qaysi hollarda inson tanasi qarshiligi kamayishini ko'rib chiqamiz.

Spirtli ichimlik iste'mol qilgan organizmning qarshiligi keskin kamayishi tajribada aniqlangan, bundan tashqari organizmning tashqi jarohat olgan qismlarida qarshilik keskin kamayadi. Chunki inson tanasining tashqi terisi eng katta qarshilikka ega bo'lib, bu teri osti qismining qarshiligi kichik. Shuning uchun terining jarohatlanagan joyida  $12 \text{ V}$  kuchlanish ham xavfli bo'lishi mumkin. Buni biz amaliyotda ko'p uchratamiz, masalan oddiy  $1.5 \text{ V}$  kuchlanishli batareyalarni toki bor yo'qligini tilga tekkizib tekshiriladi, albatta bu noto'g'ri, lekin shu  $1.5 \text{ V}$  kuchlanish ham til sohasida keskin o'zgarish hosil qiladi.

Demak jarohatlangan tana elektr toki uchun o'ta xavfli hisoblanadi. Shuning uchun tajriba ishlarini bajarish jarayonida talabalarning qo'llarida ochiq jarohatlari bo'lmasligi kerak.

Talabalar tajriba ishlarini bajarishga kirishishdan avval ushbu xavfsizlik talablari bilan tanishganligi va unga rioya qilishi haqida tegishli qaydnomaga shaxsan imzo chekishlari lozim.

## **2. Xavfsizligi texnikasi talablari**

### **Tajriba mashg'uloti raxbari uchun.**

Tajriba ishini bajarish uchun mashg'ulot rahbari tomonidan belgilangan tajriba ishining sxemasi yig'iladi. Bunda sxemada ko'rsatilgandan tashqari qo'shimcha elementlar va simlar ishlatish taqiqlanadi. Ulovchi simlarning izolyasiya qatlamlarida ochiq joylari bo'lmasligi kerak. Tajriba ishini bajarish uchun barcha qurilma va jixozlar soz bo'lishi lozim.

Tajriba mashg'ulotlarini beshikast va samarali o'tkazish maqsadida dars raxbari tajriba darslarini tashkil qilish va uni o'tkazish jarayonida quyidagi talablarga amal qilishi zarur:

- texnika xavfsizligi bilan tanishmagan va tegishli qaydnomaga imzo chekmagan talabalarni tajriba ishini bajarishga qo'maslik;
- tajriba xonasida talabalarni nazoratsiz qoldirmaslik;
- tajriba ishini bajarishda nosoz qurilmalar va o'tkazgich simlardan foydalanmaslik;
- tajriba sxemalarini tekshirmasdan elektr tarmog'iga ulamaslik;
- elektr shitlariga talabalarni yo'latmaslik;
- elektr shitlarini ochiq holda qoldirmaslik, tajriba ishi tugagach shaxsan shitni o'chirish va uni qulflash.

### **Talabalar uchun.**

Talabalar tajriba ishi davomida o'z xavfsizliklarini ta'minlashi va tajriba ishlarini o'z vaqtida samarali o'tkazishlari uchun quyidagi elektr texnikasi xavfsizligi talablarini bajarishlari shart.

- **tajriba xonasida elektr qurilmalari, simlari va shitlarga tegmaslik;**
- **dars raxbari ruxsatisiz tajriba ishi stollariga o'tirmaslik va elektr jixozlarga tegmaslik;**
- **mashg'ulot raxbarining ruxsatisiz tajriba ishi sxemasini elektr tokiga ulamaslik;**
- **tajriba ishini bajarishda sxemada berilgan qurilma va elektr jixozlaridan tashqari qo'shimcha vositalarni ishlatmaslik;**
- **ho'l oyoq kiyim va qo'llar bilan tajriba ishlarini bajarmaslik;**

**UNUTMANG, YUQORIDA KELITIRILGAN XAVFSIZLIK  
TALABLARINI BAJARISH SIZNING SHAXSIY XAVFSIZLIGINGIZ  
GARVIDIR.**

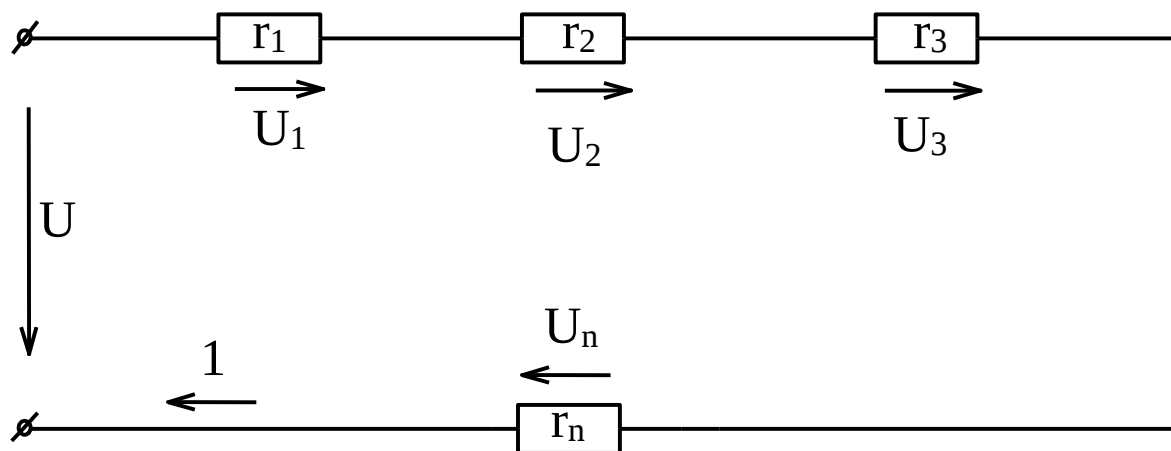
## O'ZGARMAS TOK ELEKTR ZANJIRLARIDA OM VA KIRXGOF QONUNLARINI TEKSHIRISH.

**Ishdan maqsad:** Elektr o'lchov asboblari yordamida zanjir qismlaridagi tok va kuchlanishlarni bevosita o'lchash yo'li bilan Om va Kirxgof qonunlarini eksperimental tekshirish. O'zgarmas tok zanjirida iste'molchilarni (qarshiliklarni) ketma-ket, parallel va aralash ulashni o'rganish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Elektr zanjir deb manbadan (generatoridan) iste'molchiga elektr energiyasining o'tishi uchun berk yo'l hosil qiladigan qurilmalar va elementlar yig'indisiga aytiladi. Manba (generator), ulagich simlar va iste'molchi zanjirning asosiy elementlari hisoblanadi.

Iste'molchilarni energiya manbaiga ulashda ketma-ket, parallel va aralash ulash sxemalari ishlatiladi. Qarshiliklar (rezistorlar)  $r_1, r_2, \dots, r_n$  ni manbaga ketma-ket ulab kontur hosil qilish 1.1-rasmda ko'rsatilgan. Bunday zanjirning o'ziga xos xususiyati - undan doimo bir xil qiymatdagi tokning oqib o'tishidir. Bunday zanjirning har bir qarshiligida Om qonuniga binoan kuchlanishning pasayuvi  $U_k = I r_k$  ( $k$  - qarshilikning tartib raqami) sodir bo'ladi, ya'ni

$$U_1 = I r_1, \quad U_2 = I r_2, \dots, U_n = I r_n. \quad (1.1)$$



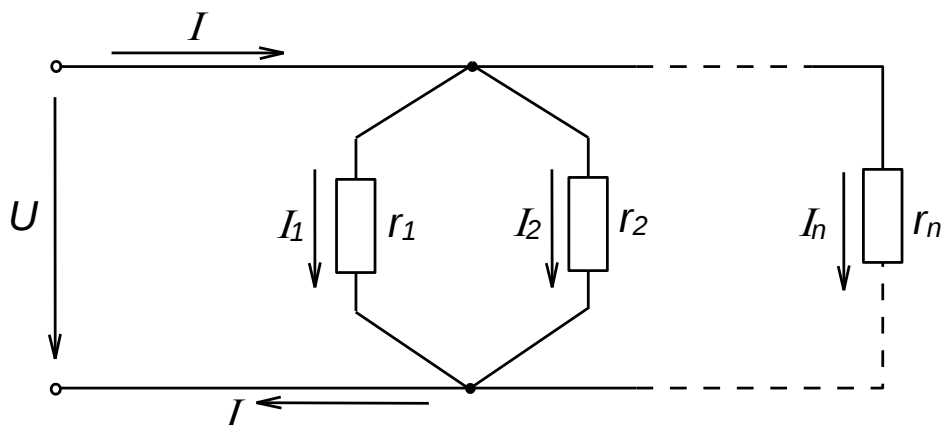
1.1-rasm

Ammo Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan zanjir qismlaridagi kuchlanishlarning pasayuvi unga berilgan kuchlanishga teng, ya'ni

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I (r_1 + r_2 + \dots + r_n) = I r_e, \quad (1.2)$$

bu yerda  $r_e = r_1 + r_2 + \dots + r_n$  butun zanjir qarshiliklarining yig'indisiga teng ekvivalent qarshilik bo'lib, uni manbaga ulaganda zanjirdan avvalgidek qiymatdagi tok o'tishini ta'minlaydi.

Qarshiliklari parallel ulangan zanjirning (1.2.- rasm) o'ziga xos xususiyati uning shoxobchalaridagi kuchlanishning doimo bir hil bo'lishidir, ya'ni  $U = I_1 r_1 = I_2 r_2 = \dots = I_n r_n$



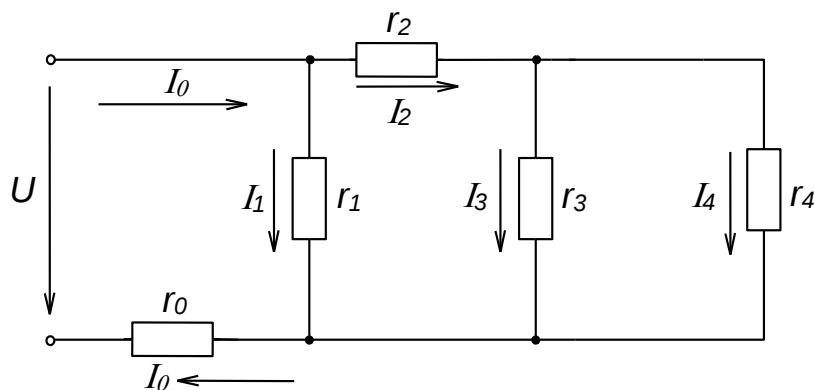
1.2-rasm.

Bunday zanjirning har bir qarshiligidan alohida  $I_k = U/r_k$  tok o'qib o'tib, zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan toki  $I$  Kirxgofning birinchi qonuniga binoan zanjir shoxobchalaridan o'tayotgan toklarning yigindisiga teng, ya'ni  $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$  yoki

$$I = \frac{U}{r_1} + \frac{U}{r_2} + \dots + \frac{U}{r_n} = U \cdot \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right) = U \cdot \frac{1}{r_s}$$

$$R = U/I$$

Iste'molchilarni energiya manbaiga aralash sxema bo'yicha ulaganda ketma-ket va parallel ulashlarning har qanday varianti bo'lishi mumkin (1.3-rasm).



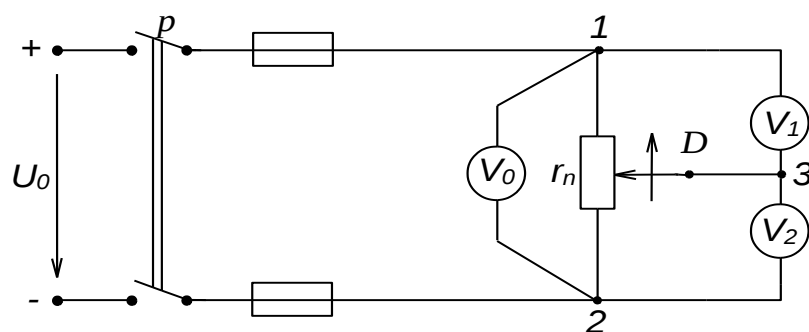
1.3-rasm

Zanjirning ayrim qismlaridagi tok va kuchlanishlar Kirxgof qonunlariga asosan aniqlanadi. Masalan, 1.3-rasmdagi zanjirning qarshiliklari  $r_0, r_1, r_2, r_3, r_4$  va kuchlanish  $U$  ma'lum bo'lsa, zanjirdagi noma'lum  $I_0, I_1, I_2, I_3, I_4$  toklarni aniqlash uchun zanjirning beshta muvozanat tenglamasi tuziladi:

$$I_0 - I_1 - I_2 = 0; \quad I_2 - I_3 - I_4 = 0; \quad I_0 r_0 + I_1 r_1 = U; \quad I_2 r_2 + I_3 r_3 - I_1 r_1 = 0; \quad I_4 r_4 - I_3 r_3 = 0.$$

### Ishni bajarish tartibi

1. 1.4-rasmda ko'rsatilgan elektr sxema yig'iladi. Bunda  $U_0$  - o'zgarmas manba kuchlanishi,  $r$  - ikki qutbli ajratgich,  $r_n$  - tashqi zanjirdagi kuchlanishni bir tekis o'zgartirish uchun ishlatiladigan reostat - potenstiometr.  $V_1$  va  $V_2$  voltmترلarni o'zaro ketma-ket ulab, manba kuchlanishi  $U_0$  ga, ya'ni potenstiometr  $r_n$  ning 1 va 2 qismlariga biriktiriladi.



1.4-rasm

Voltmetrlarning o'zaro ulangan o'rta nuqtasi 3 ni potenstiometrning dastagi  $D$  ga ulab, dastakning istagan holatida  $U_1 + U_2 = U_0$  ekanligiga ishonch hosil qiling. Potenstiometr dastagining turli holatlari uchun, shuningdek, ikkita oxirgi holati uchun ham 5-6 marta o'lchashlarni bajarib, 1.1-jadvalga yozing. Potenstiometr  $r_n$  ning manba kuchlanishi  $U_0$  ni qiymatlari avvaldan ma'lum bo'lgan kuchlanish  $U_1$  va  $U_2$  larga istagan nisbatda bo'lib bera olishiga ishonch hosil qiling.

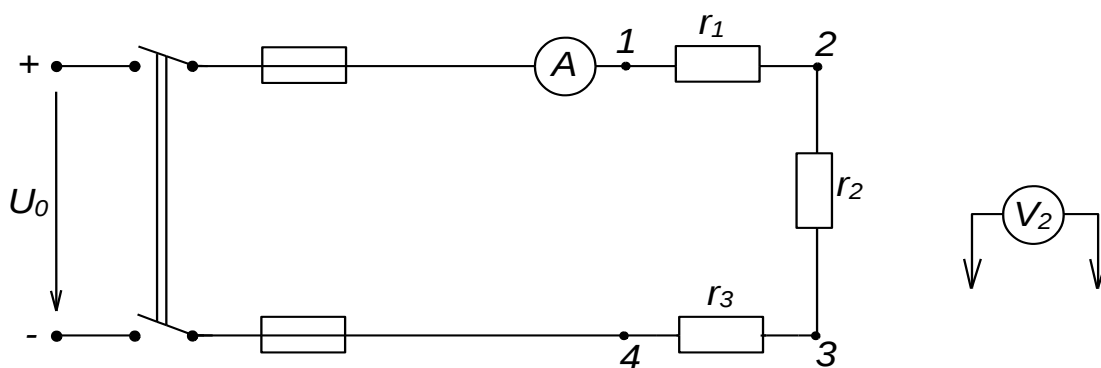
1.1-jadval

|          |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|
| $U_0, V$ |  |  |  |  |  |  |
| $U_1, V$ |  |  |  |  |  |  |
| $U_2, V$ |  |  |  |  |  |  |

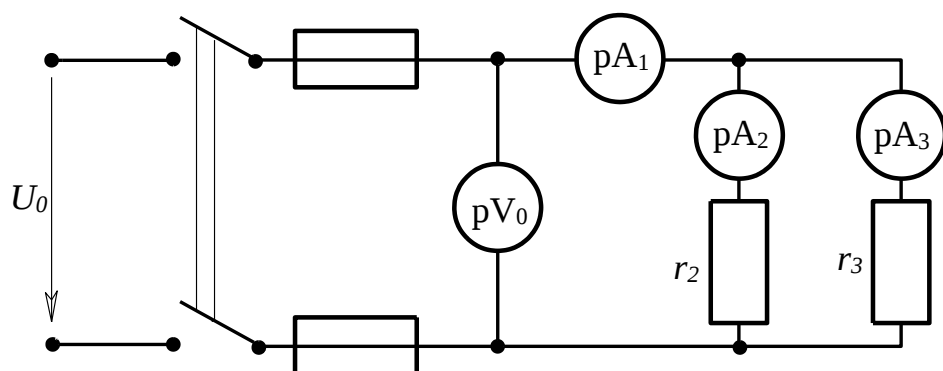
2. Qarshiliklari  $r_1$ ,  $r_2$  va  $r_3$  ketma-ket ulangan 1.5-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, uni o'zgarmas kuchlanish mabai  $U_0$  ga ulang.

Voltmetr  $V$  yordamida zanjir qismlaridagi kuchlanishlar pasayuvi  $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{34}$  larni va butun zanjirning kuchlanishi  $U_0 = U_{14}$  ni o'lchang, o'lchash natijalarini 1.2-jadvalga yozing. Olingan ma'lumotlar bo'yicha ko'rilyotgan zanjir uchun Kirxgof ikkinchi qonunining haqqoniyligiga ishonch hosil qiling, quyidagini aniqlang :

$$U_{13} = U_{12} + U_{23}; \quad U_{24} = U_{23} + U_{34}; \quad U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{34}$$



1.5-rasm. Qarshiliklari  $r_1$ ,  $r_2$  va  $r_3$  ketma-ket ulangan zanjir



1.6-rasm. Qarshliklari  $r_2, r_3$  parallel ulangan zanjir

1.2-jadval

| O' lch a sh l a r |          |             |             |             |             | H i s o b l a sh l a r |           |           |                   |             |
|-------------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|-----------|-------------------|-------------|
| $I, A$            | $U_0, B$ | $U_{12}, B$ | $U_{23}, B$ | $U_{34}, B$ | $U_{41}, B$ | $r_1, Om$              | $r_2, Om$ | $r_3, Om$ | $R_e=r_1+r_2+r_3$ | $R_e=U_0/I$ |
|                   |          |             |             |             |             |                        |           |           |                   |             |
|                   |          |             |             |             |             |                        |           |           |                   |             |
|                   |          |             |             |             |             |                        |           |           |                   |             |

Om qonunidan foydalanib zanjir qismlarining qarshiliklari  $r_1, r_2$ , va  $r_e$  ning qiymalarini aniqlang.

3. Qarshliklari  $r_2, r_3$  parallel ulangan zanjirni 1.6-rasmdagi sxema bo'yicha yig'ib, o'zgarmas kuchlanish manbai  $U_0$  ga ulang, o'lchash natijalarini 1.3-jadvalga yozing.

1.3-jadval

| O' lch a sh l a r |          |          |          | H i s o b l a sh l a r |           |           |
|-------------------|----------|----------|----------|------------------------|-----------|-----------|
| $U_0, B$          | $I_1, A$ | $I_2, A$ | $I_3, A$ | $r_2, Om$              | $r_3, Om$ | $r_e, Om$ |
|                   |          |          |          |                        |           |           |
|                   |          |          |          |                        |           |           |

Olingan ma'lumotlar bo'yicha Kirxgof birinchi qonunining haqqoniyligiga ishonch hosil qiling, ya'ni

$$I_1 = I_2 + I_3.$$

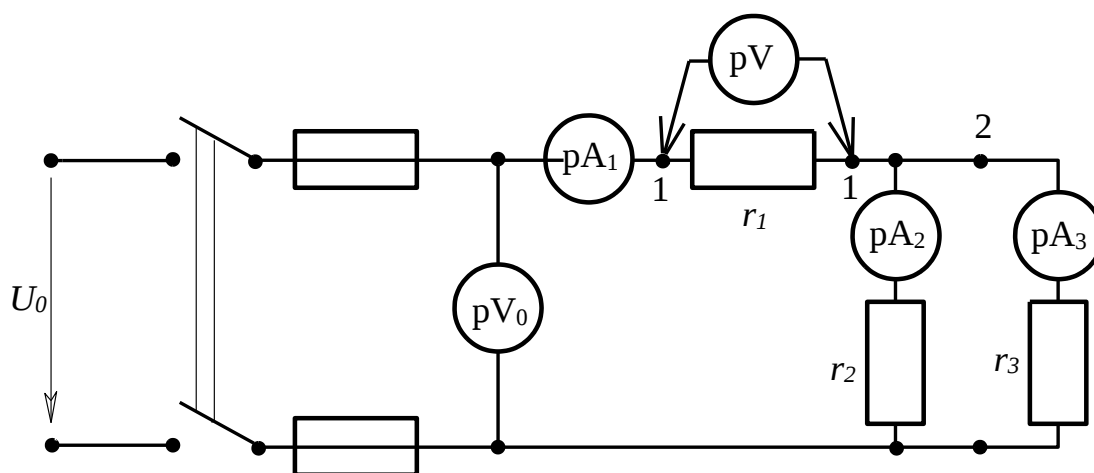
Om qonunidan foydalanib qarshiliklar  $r_2$  va  $r_3$  ni hisoblang.

4. Qarshiliklari aralash ulangan 1.7-rasmdagi sxemani yig'ib, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 1.4-jadvalga yozing.

Kirxgof qonunlari bo'yicha zanjir uchun tenglamalar tuzib, o'lchash natijalari asosida bu qonunlarning haqqoniyligiga ishonch hosil qiling. Qarshiliklar  $r_1, r_2, r_3$  ni hisoblang.

1.4-jadval

| O' lch a sh l a r |          |          |          |             |             | H i s o b l a sh l a r |           |           |
|-------------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|------------------------|-----------|-----------|
| $U_0, B$          | $I_1, A$ | $I_2, A$ | $I_3, A$ | $U_{11}, B$ | $U_{23}, B$ | $r_1, Om$              | $r_2, Om$ | $r_3, Om$ |
|                   |          |          |          |             |             |                        |           |           |
|                   |          |          |          |             |             |                        |           |           |
|                   |          |          |          |             |             |                        |           |           |



1.7-rasm.

### Nazorat savollari:

1. O'zgarmas tokning qanday manbalari bor?
2. Omik qarshilik nima va uning miqdori nimaga bog'liq?
3. Om qonunini ta'riflang va uning qo'llanishiga oid misollar keltiring.
4. Kirxgof qonunlarini ta'riflang va ular asosida ixtiyoriy aralash zanjir uchun tenglamalar tuzing.
5. Ekvivalent qarshilik nima va u turli biriktirish sxemalari uchun qanday aniqlanadi?
6. Tajriba o'tkazish sxemalarida eruvchan saqlagichlar nima uchun qo'llaniladi?
7. O'lchash asboblari o'zgarmas tokli sxemalarda qanday tartibda ulanadi va ularning turlari haqida nimalarni bilasiz?

### Laboratoriya ishi № 2

### AKTIV, SIG'IM VA INDUKTIV ELEMENTLI O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRI

**Ishdan maqsad:** 2.1. O'zgaruvchan tokning ketma-ket zanjirlari uchun Om va Kirxgofning ikkinchi qonunini tadbqiq etishni o'rganish. 2.2. Sinusoidal o'zgaruvchan tokning parallel zanjirlari uchun Om qonunini va Kirxgofning birinchi qonunini tadbqiq etish xususiyatlarini o'rganish.

2.3. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik  $r$ , induktivlik  $L$  va sig'im  $C$  ni turli sxemalarda ketma-ket ulaganda zanjirga berilgan kuchlanishning qanday taqsimlanishini amalda tekshirish. 2.4. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv o'tkazuvchanligi  $g$  bo'lgan rezistor  $r$ , induktivlik  $L$  va sig'im  $C$  ni turli sxemalarda parallel ulaganda zanjirdagi umumiy tokning qanday taqsimlanishini amalda tekshirish.

2.5. O'lchashdan olingan ma'lumotlar bo'yicha ketma-ket va parallel zanjirlar uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.

2.6. Zanjirning aktiv -  $r$ , reaktiv (induktiv -  $X_L$ , sig'im -  $X_C$ ) va to'la -  $Z$  qarshiliklarini, shuningdek, zanjirning kirish tomonidagi va qismlaridagi tok va kuchlanishlar orasidagi faza siljish burchaklarini aniqlashni o'rganish.

2.7. Zanjirning aktiv -  $g$ , reaktiv -  $b$  (induktiv -  $b_L$ , sig'im -  $b_C$ ) va to'la -  $y$  o'tkazuvchanliklarini, shuningdek quvvat koeffitsienti  $\cos\varphi$  ni aniqlashni o'rganish

2.8. Zanjirning parametrlariga qarab tok va kuchlanishlar turli faza siljish burchaklariga ega bo'lishini otsillograf yordamida ko'rib, ishonch hosil qilish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Har qanday o'zgaruvchan tok zanjiri  $r$ ,  $L$  va  $C$  elementlarining ketma-ket, parallel va aralash ulangan turlicha sxemalaridan iborat bo'lishi mumkin. Zanjirdagi aktiv qarshilik -  $r$  iste'mol qilinayotgan elektr energiyasining issiqlik (yoki yorug'lik) energiyasiga, ya'ni foydali ishga aylanayotganligini xarakterlaydi. Induktivlik  $L$  zanjirning magnit maydonini, sig'im  $C$  esa elektr maydonini xarakterlaydi.

Mazkur laboratoriya ishining birinchi qismida iste'molchilarni o'zgaruvchan tok zanjirida ketma-ket ulashning quyidagi hollari o'rganiladi:

- ikkita aktiv qarshilik  $r_1$  va  $r_2$  ketma-ket ulangan zanjir (2.1-rasm, a);
- aktiv qarshilik  $r_1$  va induktiv g'altak  $L$  ketma-ket ulangan zanjir (2.1-rasm b);
- aktiv qarshilik  $r_1$  va kondensator  $C$  ketma-ket ulangan zanjir (2.1-rasm, v);
- umumiy hol uchun -  $r$ ,  $L$ ,  $C$  elementlar ketma-ket ulangan zanjir (2.1-rasm, g);

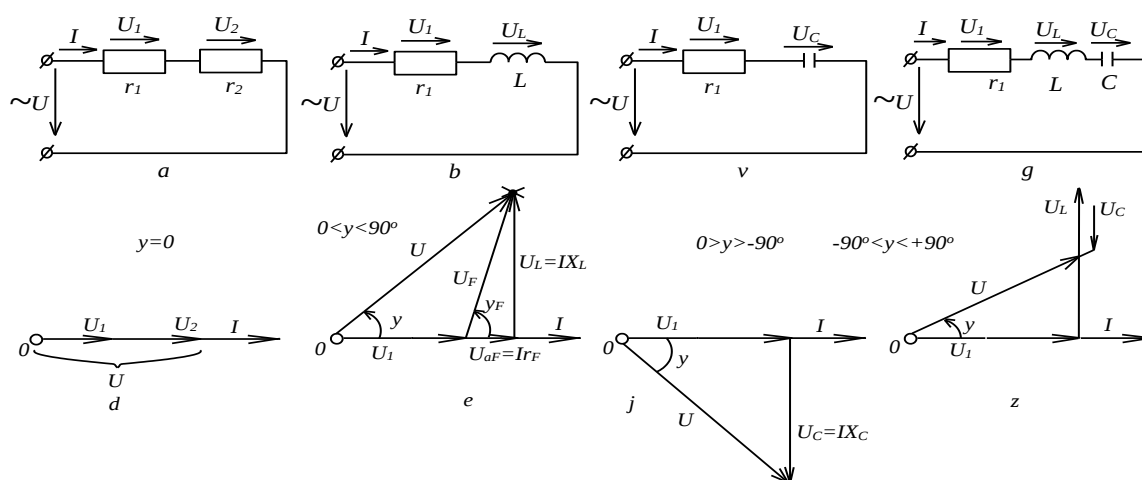
2.1-rasm,  $g$  da ko'rsatilgan o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Ohm qonuni quyidagicha ifodalanadi.

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}},$$

bu yerda:  $I$  va  $U$  zanjirdagi tok va kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati,  $z$  - zanjirning to'la qarshiligi, Ohm,  $r$  - aktiv qarshilik, Ohm;  $X_L$  - induktiv qarshilik, Ohm,  $X_C$  - sig'im qarshiligi, Ohm;

$$x_L = \omega L; \quad x_C = \frac{1}{\omega C};$$

bu yerda:  $L$  - induktivlik, Gn,  $C$  - sig'im, F,  $\omega = 2\pi f$  - o'zgaruvchan tok burchak chastotasi,  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $f$  - o'zgaruvchan tok chastotasi, Gs.



2.1-rasm

Ma'lumki, parallel ulangan zanjirning elementlari bir xil qiymatdagi kuchlanish ta'sirida bo'ladi.

Mazkur laboratoriya ishining ikkinchi qismida iste'molchilarni o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulashning quyidagi hollari o'rganiladi:

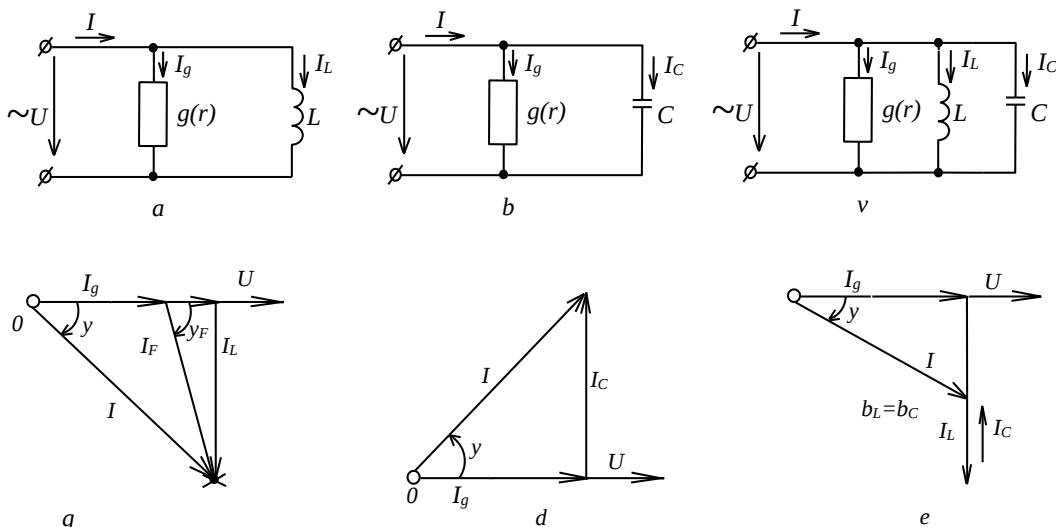
- aktiv o'tkazuvchanlik  $g$  bilan induktiv g'altak  $L$  ni parallel ulash (2.2-rasm, a);
- aktiv o'tkazuvchanlik  $g$  bilan kondensator  $C$  ni parallel ulash (2.2-rasm, b);
- umumiy holda esa  $g$ ,  $L$  va  $C$  elementlarni parallel ulashdir (2.2-rasm, v);

Parallel zanjirning har bir shoxobchasidagi tok Om qonuniga binoan quyidagi tartibda aniqlanadi:

a) aktiv o'tkazuvchanlik shoxobchasidagi tok

$$I_g = g \cdot U,$$

bu yerda:  $I_g$  - aktiv o'tkazuvchanlikli rezistor  $r$  orqali o'tuvchi tok, A;  $U$  - tarmoqning kuchlanishi, V;  $g$  - rezistorning o'tkazuvchanligi.



2.2-rasm

b) induktiv g'altakli shoxobchadagi tok

$$I_F = b_L \cdot U,$$

bu yerda  $I_F$  - induktiv g'altak orqali o'tuvchi tok, A;  $b_L$  - induktiv g'altakning o'tkazuvchanligi:

$$b_L = \frac{1}{\omega L} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L} \left[ \frac{1}{\Omega} \right],$$

$\omega$  - o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi;  $f$  - o'zgaruvchan tokning chastotasi, Gs;  $L$  - g'altakning induktivligi, Gn.

v) kondensatorli shoxobchadagi tok

$$I_C = b_C \cdot U,$$

bu yerda  $I_C$  - kondensatorli zanjirdan o'tuvchi tok, A;  $b_C$  - kondensatorning sig'imi o'tkazuvchanligi:

$$b_C = \omega \cdot C = 2\pi \cdot f \cdot C.$$

$C$  - kondensatorning sig'imi, F.

O'zgaruvchan tokni hisoblash nazariyasiga binoan manbadan iste'mol qilinayotgan umumiy tok:

$$I = \sqrt{I_g^2 + (I_L - I_C)^2}$$

yoki

$$I = U \cdot \sqrt{g^2 + (b_L - b_c)^2} = U \cdot \sqrt{g^2 + b^2} = U \cdot y,$$

bu yerda  $I$  – zanjirning tarmoqlangan qismidagi tok,  $A$ ;  $b$ - zanjirning reaktiv o'tkazuvchanligi,  $\left[\frac{1}{\Omega}\right]$  Barcha o'tkazuvchanliklarning o'lchov birligi  $\left[\frac{1}{\Omega}\right]$  yoki simens (qisqacha Sm) deb belgilanadi.

Kirxgofning birinchi qonuniga ko'ra o'zgaruvchan tok zanjirlarida tarmoqlanish nuqtasidagi toklarning geometrik yig'indisi nolga teng, ya'ni:

$$I = I_g + I_l \quad \text{yoki} \quad I - I_g - I_L = 0 \quad (2.2\text{-rasm, a)}$$

$$I = I_g + I_c \quad \text{yoki} \quad I - I_g - I_c = 0 \quad (2.2\text{-rasm, a)}$$

$$I = I_g + I_L + I_c \quad \text{yoki} \quad I - I_g - I_L - I_c = 0 \quad (2.2\text{-rasm, v})$$

O'zgaruvchan tok zanjirlarida iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat

$$P = UI \cdot \cos \varphi,$$

bu yerda  $\cos \varphi$  - zanjirning quvvat koeffitsienti;  $\varphi$  - zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok bilan kuchlanish vektorlari orasidagi faza siljish burchagi.

Parallel shoxobchalarda iste'mol qilinayotgan aktiv quvvatlar

$$P_g = U \cdot I_g (\cos \varphi_g = 1);$$

$$P_F = U \cdot I_c \cdot \cos \varphi_F;$$

$$P_C = U \cdot I_c \cdot \cos \varphi_c,$$

Bu yerda:  $P_g$ - aktiv o'tkazuvchanli rezistor iste'mol qilayotgan quvvat,  $Vt$ ;  $P_F$ ,  $P_C$  – tegishli induktiv g'altak va kondensator iste'mol qilayotgan aktiv quvvat,  $Vt$ ;  $\cos \varphi_F$ ,  $\cos \varphi_c$  – tegishli g'altakli va kondensatorli shoxobchalarining quvvat koeffitsientlari.

Butun zanjirning aktiv quvvati parallel shoxobchalar aktiv quvvatlarining algebraik yig'indisidan iborat, ya'ni:

$$P = P_g + P_F + P_C.$$

### **Ishni bajarish tartibi (ketma-ket ulangan zanjir uchun)**

1. Laboratoriya stendi bilan tanishib bo'lgandan so'ng 2.3-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, uni avtotransformator (LATER) yordamida bir fazali tok tarmog'iga ulanadi. LATER ning chiqish qismalaridagi kuchlanishning qiymati o'qituvchi tomonidan belgilanadi.

2.  $T_2$  va  $T_3$  tumblarlarni ulab,  $r_1$  va  $r_2$  rezistorlardan iborat ketma-ket zanjir hosil qilinadi. Vattmetr parallel chulg'aming va  $V_2$  voltmetrning qismalari ulangan burama mixlar yordamida zanjirning har bir qismidagi va butun zanjirdagi aktiv quvvatni va kuchlanishlarning tushuvlarini o'lchab, natijalari 2.1-jadvalning aktiv yuklama qatoriga yoziladi.



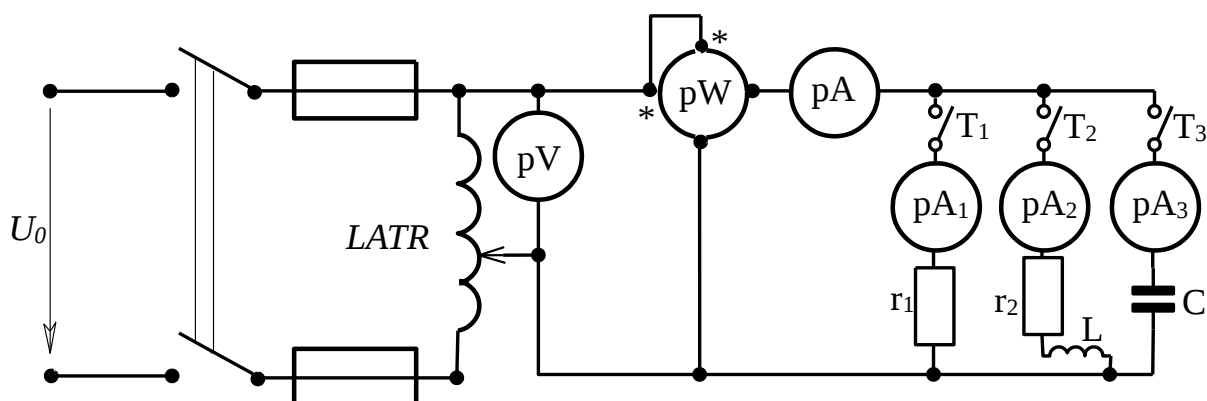
2.1-jadval

| Yuklama xarakteri (turi) |                      | O' lch a sh l a r |     |       | H i s o b l a sh l a r |                      |      |      |       |       |       |             |
|--------------------------|----------------------|-------------------|-----|-------|------------------------|----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------------|
|                          |                      | $I$               | $U$ | $P$   | $\cos \varphi$         |                      | $Z$  | $r$  | $X_L$ | $X_C$ | $L$   | $C$         |
|                          |                      | $A$               | $B$ | $V_t$ | $Diagram$<br>$-madan$  | $Hisob-$<br>$langan$ | $Om$ | $Om$ | $Om$  | $Om$  | $G_n$ | $mk$<br>$F$ |
| Aktiv                    | rezistor $r_1$       |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | rezistor $r_2$       |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | butun zanjir         |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
| Aktiv - induktiv         | rezistor $r_1$       |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | induktiv g'altak $L$ |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | butun zanjir         |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
| Aktiv- sig'im            | rezistor $r_1$       |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | kondensator $C$      |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | butun zanjir         |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
| Umumiy hol               | rezistor $r_1$       |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | induktiv g'altak $L$ |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | kondensator $C$      |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |
|                          | butun zanjir         |                   |     |       |                        |                      |      |      |       |       |       |             |

### Ishni bajarish tartibi (parallel ulangan zanjir uchun)

1. Laboratoriya stendi bilan tanishib bo'lgandan so'ng 2.4-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, uni avtotransformator (LATR) yordamida bir fazali tok tarmog'iga ulanadi. LATR ning chiqish qismalaridagi kuchlanishning qiymati o'qituvchi tomonidan belgilanadi.

2.  $T_1$  va  $T_2$  tumblerlarni ulab, rezistor  $r$  va induktiv g'altak  $L$  dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. Vattmetr yordamida butun zanjirning aktiv quvvatini.  $pA$ ,  $pA_1$  va  $pA_2$  ampermetrlar yordamida esa zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi va shoxobchalaridagi toklarni o'lchab, natijalari 2.2-jadvalning aktiv yuklama qatoriga yoziladi.



2.4-rasm

3. Tumbler  $T_2$  ni uzib, tumbler  $T_3$  ulanadi. Natijada rezistor  $r_1$  va sig'im  $C$  dan iborat aktiv-sig'im xarakterli parallel zanjir hosil bo'ladi. 2-punktdagi kabi o'lchashlarni bajarib natijalari 2.2-jadvalning aktiv-sig'im yuklama qatoriga yoziladi.

4. Tumbler  $T_2$  ni ulab, rezistor  $r$  induktiv g'altak  $L$  va sig'im  $C$  dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. 2-punktdagi kabi o'lchashlar bajarilib, natijalarini 2.2-jadvaldagi yuklamaning umumiy qatoriga yozish kerak.

5. 2,3,4-punktdagi o'lchashlar bajarilgandan keyin zanjirlarning shoxobchalaridagi  $I_g$ ,  $I_L$  va  $I_C$  toklarning algebraik yig'indisi  $I$  dan katta bo'lishiga ishonch hosil qilinadi.

6. O'lchashdan olingan ma'lumotlar bo'yicha har bir yuklama turi uchun masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi quriladi.

7. 2.2-jadvaldagi barcha hisoblashlarni bajargandan so'ng zanjirning parametrlarini aniqlashga o'tiladi.

8. Elementlari parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni va Kirxgofning birinchi qonunini tadbqiq etish haqida xulosa berilsin.

2.2-jadval

| Yuklama xarakteri<br>(turi) |                                                    | O' l c h a s h l a r |       |       |       |      | H i s o b l a s h l a r |                 |                 |                 |                 |                 |      |       |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-------|
|                             |                                                    | $I$                  | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $P$  | $\cos\varphi$           |                 | $y$             | $g$             | $b_L$           | $b_C$           | $L$  | $C$   |
|                             |                                                    | $A$                  | $A$   | $A$   | $A$   | $Vt$ | $Diag-ramma-dan$        | $Hisob-langani$ | $\frac{1}{O_M}$ | $\frac{1}{O_M}$ | $\frac{1}{O_M}$ | $\frac{1}{O_M}$ | $Gn$ | $mkF$ |
| Aktiv - induktiv            | rezistor induktiv g'altak butun zanjir             |                      |       |       |       |      |                         |                 |                 |                 |                 |                 |      |       |
| Aktiv- sig'im               | rezistor kondensator butun zanjir                  |                      |       |       |       |      |                         |                 |                 |                 |                 |                 |      |       |
| Umumiy hol                  | rezistor induktiv g'altak kondensator butun zanjir |                      |       |       |       |      |                         |                 |                 |                 |                 |                 |      |       |

### Nazorat savollari

- Om qonuni va Kirxgofning ikkinchi qonunini o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlariga qo'llanishdagi o'ziga xos xususiyatlari nimalardan iborat?
- Yuklamaning quyidagicha ulangan hollari uchun tok va kuchlanishning vektor diagrammasini qanday qurish mumkin?
  - ikkita rezistor ketma-ket ulanganda;
  - rezistor va g'altak ketma-ket ulanganda;
  - rezistor va kondensator ketma-ket ulanganda;
  - rezistor, g'altak va kondensator ketma-ket ulanganda;
- Nima uchun g'altakdagi  $U_F$  va  $U_L$ , shuningdek kondensatordagi kuchlanish  $U_k$  va  $U_c$  o'zaro teng emas?

4. Zanjirning aktiv, induktiv, sig'im va to'la qarshiliklari qanday aniqlanadi?
5. G'altakning induktivligi  $L$  va kondensatorning sig'imi  $C$  qanday aniqlanadi?
6. Butun zanjirning va zanjir ayrim qismlarining quvvat koeffitsientlari  $\cos\varphi$  qanday aniqlanadi?
7. Kirxgofning birinchi qonunini o'zgaruvchan tok zanjirlariga tadbiq etish xususiyatlari nimalardan iborat?
8. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni qanday tadbiq etiladi?
9. Yuklamaning quyidagicha ulangan hollari uchun tok va kuchlanishning vektor diagrammasini qanday qurish mumkin?
  - a) rezistor va induktiv g'altak ulanganda;
  - b) rezistor va kondensator parallel ulanganda;
  - c) rezistor, g'altak va kondensator parallel ulanganda;
10. Butun zanjirning, g'altakning va kondensatorning parametrlari qanday aniqlanadi?
11. Butun zanjirning va zanjir shoxobchalarining quvvat koeffitsienti qanday aniqlanadi?
12. Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?

### Laboratoriya ishi № 3

#### **UCH FAZALI ELEKTR ZANJIRIDA ISTE'MOLCHILARNI ULASH.**

**Ishdan maqsad:** 1. Iste'molchilar yulduz sxemada ulangan uch fazali tok zanjirining turli rejimlardagi ishini eksperimental tekshirish: a) tekis aktiv yuklama uchun; b) notekis aktiv yuklama uchun; v) notekis aktiv, induktiv va sig'im yuklamalar uchun.

2. Tok va kuchlanishlarning topografik (vektor) diagrammasini qurishni o'rganish.

3. Faza va liniya kuchlanishlarini o'lchashni o'rganish va ular orasidagi nisbatni eksperimental tekshirish.

4. Istemolchilar uchburchak sxemada ulangan uch fazali tok zanjirining turli rejimlardagi ishini eksperimental tekshirish: a) simmetrik aktiv yuklama uchun; b) nosimmetrik aktiv yuklama uchun; v) ayrim fazalari ajratilgan va biron liniya simi uzilgan holatlari uchun.

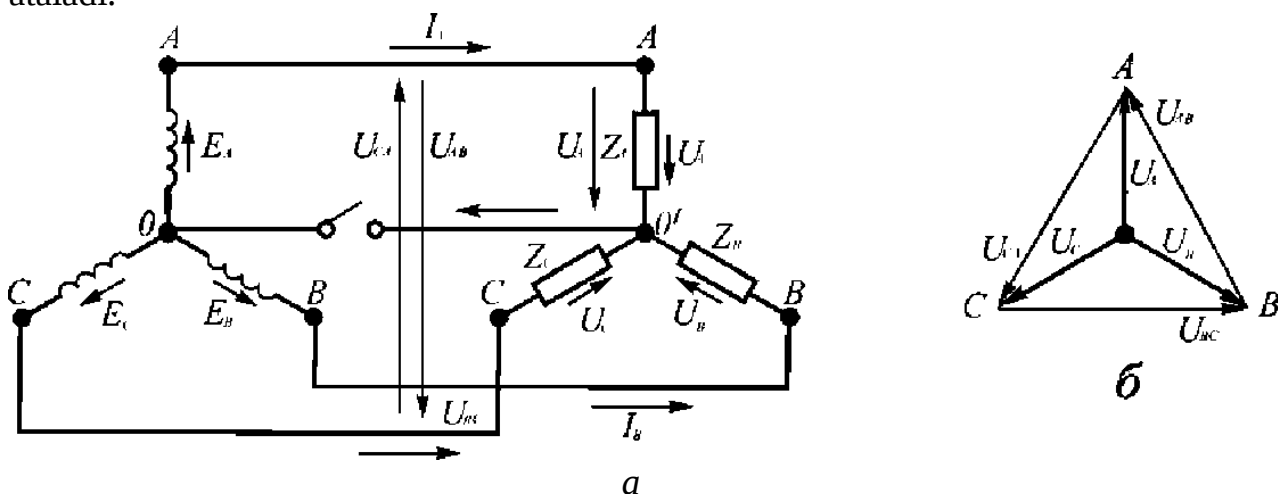
5. Faza va liniya toklari orasidagi nisbatni eksperimental tekshirish.

6. Tok va kuchlanishlarning vektor (topografik) diagrammalarini qurish bo'yicha tajriba o'tirish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Uch fazali o'zgaruvchan (sinusoidal) tok zanjirida elektr energiyasining iste'molchilarini uch fazali EYK manbai bilan "yulduz" yoki "uchburchak" sxema bo'yicha birlashtiriladi.

Uch fazali tok manbaiga iste'molchilarning qanday sxema bo'yicha ulanishi ularning xar qaysi fazalarining qarshiliklarini qanday miqdordagi nominal kuchlanishga mo'ljallanganiga bog'liq. Iste'molchilar "yulduz" sxemada ulanganda  $Z_A$ ,  $Z_B$ ,  $Z_C$  faza qarshiliklarining bosh uchlari  $A$ ,  $B$ ,  $C$  manbadan kelayotgan liniya simlariga, oxirgi uchlari esa neytral nuqta  $O'$  ga ulanadi. Agar yuklama fazalar bo'yicha nosimmetrik bo'lsa, u holda  $O'$  nuqta uch fazali

manbaning xuddi shunday neytral nuqtasi  $O$  bilan biriktiriladi. (3.1- rasm,a) manba bilan iste'molchilarning  $O$  va  $O'$  nuqtalarini birlashtiruvchi sim neytral sim deb ataladi.



3.1-rasm.

Uch fazali manba faza EYK larining oniy qiymatlari bir - birlaridan fazalari bo'yicha  $120^\circ$  (yoki uchdan bir davrga) siljigan bo'ladi, ya'ni  $e_A = E_m \sin \omega t$ ,  $e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$ ,  $e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$ . Uch faza EYK larining amplitudalari bir xil bo'lib, ularning ta'sir etuvchi qiymatlari  $E_A$ ,  $E_B$  va  $E_C$  o'zaro teng, ya'ni  $E_A = E_B = E_C = E_F$  bo'ladi.

Agar liniya va neytral simlarning qarshiligi nolga teng bo'lsa, faza qarshiliklarining qismlaridagi oniy kuchlanishlar miqdor jixatdan faza EYK lari bilan bir xil bo'ladi, ya'ni

$$u_A = U_m \sin \omega t; u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ); u_C = U_m \sin(\omega t - 240^\circ).$$

Faza kuchlanishi deb istalgan biron liniya simi bilan neytral sim orasidagi hamda manba yoki iste'molchining bir nomli fazalarining bosh va oxirgi uchlari orasidagi kuchlanishlarga aytiladi. Ular  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  va  $U_f$  deb belgilanadi.

Shuningdek, faza kuchlanishlarining ta'sir etuvchi qiymatlari ham o'zaro teng:  $U_A = U_B = U_C = U_f$  va ularning vektorlari simmetrik uch nurli yulduz hosil qiladi (3.1-rasm, b).

Liniya kuchlanishi deb istalgan ikkita liniya simi orasidagi yoki istalgan ikkita fazaning (manba yoki iste'molchi) bosh uchlari ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ) orasidagi kuchlanishlarga aytiladi. Liniya kuchlanishlari  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$  yoki  $U_L$  ko'rinishida belgilanadi. Ular simmetrik yuklamada o'zaro teng bo'lib, faza kuchlanishlardan  $\sqrt{3}$  marta katta, ya'ni

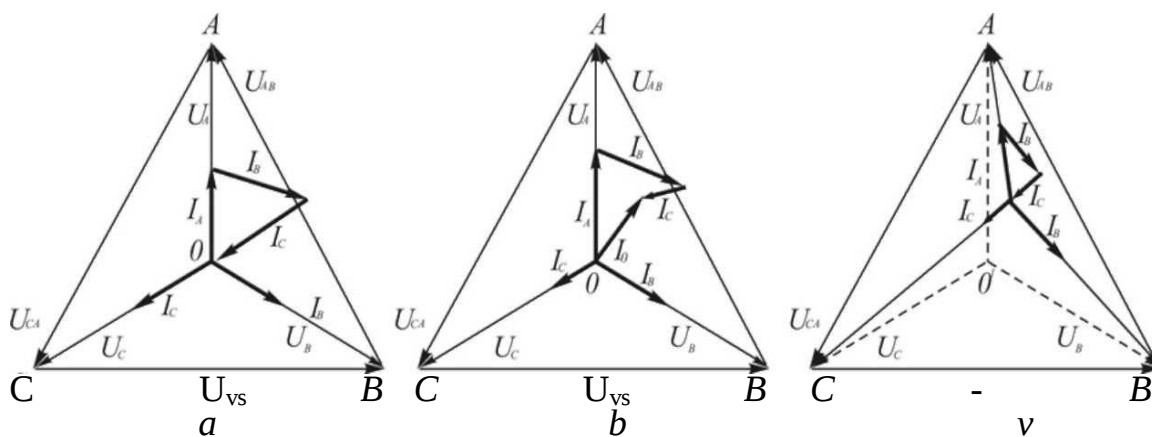
$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_L = \sqrt{3} U_f.$$

Liniya simlaridan ( $A - A$ ,  $B - B$ ,  $C - C$ ) oqib o'tayotgan toklar liniya toklari deyiladi. Ular  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  yoki  $I_L$  bilan belgilanadi. Manba va iste'molchining bir nomli fazalaridan oqib o'tayotgan toklar faza toklari deyilib,  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  yoki  $I_f$  bilan belgilanadi.

Iste'molchilar yulduz sxemada ulanganda manba bilan iste'molchining bir nomli fazalari ketma - ket ulanganidan liniya va faza toklari o'zaro teng, ya'ni  $I_L = I_f$  bo'ladi. Faza qarshiliklari teng bo'lganda (simmetrik) faza toklarining oniy

qiymatlari amplitudalari bo'yicha teng bo'lib, ammo yuklama xarakteriga ko'ra oniy faza EYK dan (kuchlanishdan)  $\varphi$  burchakka siljigan bo'ladi:

$I_A = I_m \sin(\omega t \pm \varphi); i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ \pm \varphi); i_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ \pm \varphi)$ ,  
va shu toklarning yig'indisiga teng bo'lgan neytral simdagi tok yuklama simmetrik bo'lganda nolga teng bo'ladi (bu yerda  $I_m = \frac{U_m}{Z_\phi}$ )



3.2-rasm.

Bu simmetrik aktiv yuklama ( $r_A = r_B = r_C = r_f$ ) rejimi uchun qurilgan tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasidan xam ko'rinib turibdi (3.2-rasm, a). Agar faza qarshiliklari teng bo'lmasa ( $r_A \neq r_B \neq r_C$ ) faza kuchlanishlarining simmetriyasini ( $U_A = U_B = U_C = U_f$ ) saqlash uchun O va O' nuqtalar orasida neytral sim ulanadi (3.1-rasm, a). U holda yig'indi tok  $i_A + i_B + i_C = i_N \neq 0$  neytral sim bo'ylab oqadi. Bu rejim uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi 3.2-rasm, b da ko'rsatilgan. Nosimmetrik yuklamada nolinchi (neytral) simni ajratish mumkin emas, chunki faza toklari yigindisining nolga teng bo'lishi faza kuchlanishlarining jarayoni ( $U_A, U_B, U_C$ ) qayta taqsimoti hisobiga bo'ladi. Bunda yuklamasi kam fazaning kuchlanishi nominal qiymatidan ortib, ko'piniki kamayib ketadi. Bo'layotgan protsesslar Om va Kirxgof qonunlariga binoandir (3.2-rasm, v).

### Ishni bajarish tartibi

1. 3.3-rasmda ko'rsatilgan simmetrik aktiv yuklamali sxemani yig'ib, zanjirni uch fazali tok tarmog'iga ulang.

Faza qarshiliklari  $r_A, r_B, r_C$  ni rostdash bilan faza ampermetrlari  $A_1, A_2, A_3$  larning bir xil ko'rsatishiga erishish kerak. Simmetrik yuklamada neytral simda tok yo'qligiga ampermetr  $A_0$  yordamida ishonch hosil qiling. So'ngra neytral simni ajratib, uch fazali simmetrik sistemaning normal ishlashiga ishonch hosil qiling. Faza va liniya tok va kuchlanishlarining o'lchash natijalarini jadvalga yozing.

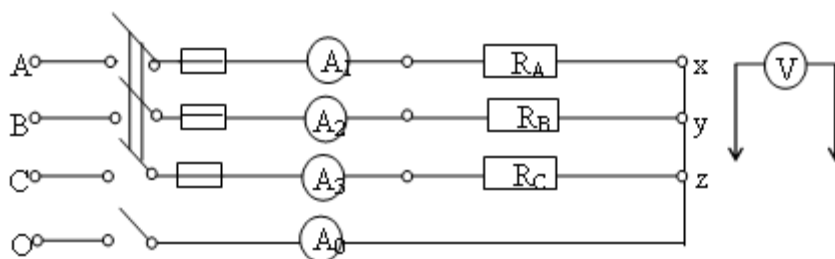
2. Neytral simni qayta ulab,  $R_A, R_B, R_C$  faza qarshiliklarining qiymatlarini o'zgartirib, iste'molchining fazalarida notekis yuklama hosil qiling. Neytral simdagi tokning miqdori faza toklarining nosimmetriklik darajasini ko'rsatadi. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.

3. Zanjirning parametrlarini 2-punktda aytilganidek qoldirib, neytral simni ajratgandan so'ngra, iste'molchining faza toklarini  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  va kuchlanishlarini  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  hamda neytral simning ajratilgan nuqtalar orasidagi kuchlanishni o'lchang (neytralning siljishi). Faza kuchlanishlari simmetriyasining buzilganligiga va manba bilan iste'molchining 0 va 0' nuqtalari orasida kuchlanish paydo bo'lishiga ishonch hosil qiling. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.

4. Zanjirni manbadan ajratib iste'molchining istagan ikkita fazasidagi aktiv qarshiliklarni induktivlik va sigimga almashtirib, neytral simni qayta ulagandan keyin  $R$ ,  $L$ ,  $C$  parametrlarni rostdash bilan faza toklarining qiymat jixatdan taxminiy teng bo'lishiga erishing, ya'ni  $I_A = I_B = I_C$  bo'lsin. Yuklama xarakterlari turlicha bo'lsa, faza toklari o'zaro teng bo'lganida ham neytral simda tok bo'lishiga ishonch hosil qiling. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.

5. Zanjirning barcha ish rejimlari uchun (1:4) masshtabda tok va kuchlanishlarning topografik vektor diagrammasini tuzing. Tok  $I_0$  ning vektor diagrammadagi va o'lchashdan olingan qiymatlarini solishtiring.

|                                    | O' l c h a s h l a r |       |       |       |       |       |       |          |          |          | Hisoblashlar         |                      |                      |
|------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Yuklama turlari                    | $I_A$                | $I_B$ | $I_C$ | $I_0$ | $U_A$ | $U_B$ | $U_C$ | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{CA}$ | $\frac{U_{AB}}{U_A}$ | $\frac{U_{BC}}{U_B}$ | $\frac{U_{CA}}{U_C}$ |
|                                    | A                    | A     | A     | A     | V     | V     | V     | V        | V        | V        |                      |                      |                      |
| Aktiv simmetrik                    |                      |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Aktiv nosimmetrik                  |                      |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Nol sim uzilgan                    |                      |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Bitta faza uzilgan nol sim ulangan |                      |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Bitta faza uzilgan nol sim uzilgan |                      |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |

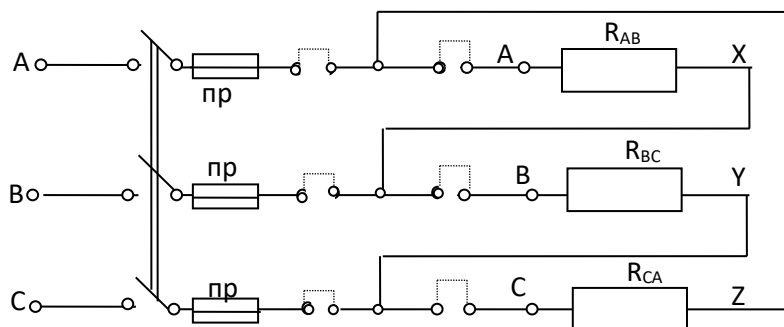


3.3-rasm

6. Quyidagi savollarga yozma javob bering: 1) neytral simning ahamiyati; 2) uch fazali zanjirning qat'iy va shartli simmetriyasi haqida tushuncha bering

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Uch fazali o'zgaruvchan (sinusoidal) tok zanjirida elektr energiyasining istemolchilarini uch fazali EYK (kuchlanish) manbai bilan "yulduz" yoki "uchburchak" sxema bo'yicha ulanadi.

Istemolchilarning uch fazali tok manbaiga qanday sxema bo'yicha ulanishi, istemolchi alohida fazasi qarshiligining qanday miqdordagi nominal kuchlanishga mo'ljallanganligiga bog'liq uchburchak biriktirilganida faza qarshiliklari  $Z_{AB}$ ,  $Z_{BC}$ ,  $Z_{CA}$  tegishli A,B va C liniya simlarining oralig'iga ulanadi.



### III. Ishni bajarish tartibi.

1. Rasmda ko'rsatilgan simmetrik aktiv yuklamali sxemani yig'ing zanjirni uch fazali tok manbaiga ulang. Faza qarshiliklarining ( $R_{AB}$ ,  $R_{BC}$  va  $R_{CA}$ ) roslash bilan faza toklarining tengligiga ( $I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_F$ ) erishing faza va liniya toklari va kuchlanishlarini o'lchash natijalarini esa jadvalga yozing. Liniya tokining faza tokidan  $\sqrt{3}$  marta katta bo'lishiga ishonch hosil qiling.

2. Uch fazali istemolchining fazalaridan bittasini ajratib o'lchash natijalarini jadvalga yozing.

3. Uch fazali istemolchining fazalaridan ikkitasini ajratib, o'lchash natijalarini jadvalga kiriting.

4. Simmetrik aktiv yuklamani qayta tiklab, liniya simlaridan bittasini ajrating, liniya, faza toklari va kuchlanishlarining qiymatlarini jadvalga yozing.

5. Fazalardagi  $R_{AB}$ ,  $R_{BC}$ ,  $R_{CA}$  qarshiliklarni roslash bilan faza toklarining ( $I_{AB} \neq I_{BC} \neq I_{CA}$ ) teng bo'lmasligiga erishing (noteks aktiv yuklama) va o'lchash natijalarini jadvalga kiriting.

6. Jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib, liniya va faza toklari orasidagi nisbatni hisoblash va zanjirning barcha ish rejimlari (1:5 punktlar) uchun masshtabda tok va kuchlanishlarning (topografik) vektor diagrammasini quring.

7. Quyidagilarga xulosa chiqaring: a) uch fazali nosimmetrik yuklamaning faza kuchlanishlari simmetriyasiga tasiri to'g'risida; b) uch fazali zanjirning barcha ish rejimlarida liniya va faza toklari orasidagi nisbatlar to'g'risida.

| O'lchashlar            |               |               |               |            |            |            |               |               |               | Hisoblash         |                   |                   |  |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| yuklama turlari        | $I_{AB}$<br>A | $I_{BC}$<br>A | $I_{CA}$<br>A | $I_A$<br>A | $I_B$<br>A | $I_C$<br>A | $U_{AB}$<br>V | $U_{BC}$<br>V | $U_{CA}$<br>V | $I_A$<br>$I_{AB}$ | $I_B$<br>$I_{BC}$ | $I_C$<br>$I_{CA}$ |  |
| aktiv simmetrik        |               |               |               |            |            |            |               |               |               |                   |                   |                   |  |
| bitta faza<br>uzilgan  |               |               |               |            |            |            |               |               |               |                   |                   |                   |  |
| ikkita faza<br>uzilgan |               |               |               |            |            |            |               |               |               |                   |                   |                   |  |
| liniya simi            |               |               |               |            |            |            |               |               |               |                   |                   |                   |  |

|                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| uzilgan              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| aktiv<br>nosimmetrik |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Nazorat savollari

1. Tok va kuchlanishlarning simmetrik sistemasi nima?
2. Uch fazali yuklamani o'lchash usuli qanday aniqlanadi?
3. Nima uchun uch fazali istemolchi uchburchak sxemada ulanganda faza va liniya kuchlanishlari o'zaro teng bo'lib, toklar esa teng emas?
4. Uch fazali simmetrik yuklamaning bitta fazasi uzilganda liniya toklari va kuchlanishlari qanday o'zgaradi?
5. Liniya simlaridan bittasi ajratilganda zanjirning ish holati qanday o'zgaradi?
6. Qanday holda liniya toklari simmetrik sistemani tashkil qiladi?
7. Uch fazali tokning bir fazali tokdan afzalligi nimada?
8. Uch fazali simmetrik istemolchiga misollar keltiring?
9. Uch fazali istemolchilar uchburchak sxemada qanday ulanadi?
10. Uch fazali zanjirlarni biriktirishning qanday usullari bor va ular qanday hollarda qo'llanadi?
11. Neytral simning ahamiyati qanday?
12. Uch fazali tekis va notekis yuklama nima?
13. Uch fazali tok va kuchlanishlar qanday holda simmetrik sistema tashkil qiladi?
14. Uch fazali sistemada fazalar almashinishi nima va u aralash yuklamada neytral (nolinchi) simdagi tokka qanday tasir etadi?
15. Uch fazali simmetrik istemolchini yulduz sxemadan uchburchak sxemaga qayta ulansa, faza toklari va kuchlanishlari qanday o'zgaradi?
16. Uch fazali zanjirlarning to'rt simli liniyalarida nima uchun neytral simning ko'ndalang kesimi faza simlarinikidan kichik?
17. Uch fazali simmetrik va nosimmetrik istemolchilarga oid misollar keltiring.

### Laboratoriyaishi № 4

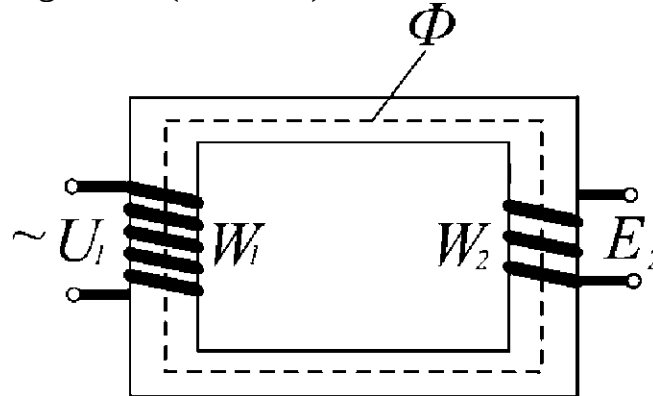
#### BIR FAZALI TRANSFORMATORNI QISQA TUTASHUV REJIMIDA TEKSHIRISH

**Ishdan maqsad:** 1. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ish rejimlari bilan tanishish hamda tajribadan olingan ma'lumotlar bo'yicha uning asosiy parametrlarini aniqlashni o'rganish. 2. Transformatorning asosiy ish xarakteristikalarini olish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Transformator bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr energiyasini, chastotasini o'zgartirmay, boshqa xil kuchlanishli

o'zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirib beradigan elektromagnit statik apparatdir.

Bir fazali transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich) dan va ikkita chulg'amdan iborat. Manbaga ulanadigan chulg'am birlamchi, iste'molchiga ulanadigani esa ikkilamchi chulg'am deyilib, ularning o'ramlar soni tegishli  $w_1$  va  $w_2$  harflar bilan belgilanadi (4.1-rasm).



4.1-rasm

Transformatorni ifodalovchi tenglamalar:

$$1) k = \frac{U_1}{U_{20}} = \frac{W_1}{W_2}; \quad \frac{I_0}{I_{1H}} = 100\%; \quad Z_0 = \frac{U_1}{I_0}; \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}; \quad r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}$$

$$2) \beta = \frac{I_2}{I_{2H}}; \quad I_2 = \beta \cdot I_{2H}; \quad \eta' = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%; \quad \eta'' = \frac{\beta \cdot S \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_H \cdot \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_n};$$

$$\Delta U_2 = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}}; \quad \cos \varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 \cdot I_1};$$

$$3) r_k = \frac{P_k}{I_{1H}^2}; \quad Z_k = \frac{U_k}{I_{1H}}; \quad X_k = \sqrt{Z_k^2 - r_k^2}; \quad U_k \% = \frac{U_{k2}}{U_{1H}} \cdot 100\%.$$

Bir fazali transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich) dan va ikkita chulg'amdan iborat. Manbaga ulanadigan chulg'am birlamchi, iste'molchiga ulanadigani esa ikkilamchi chulg'am deyilib, ularning o'ramlar soni tegishli  $w_1$  va  $w_2$  harflar bilan belgilanadi. Agar birlamchi chulg'amni sinusoidal kuchlanish  $u = U_m \sin(\omega t + \psi)$  manbaiga ulasak, undan  $i = I_m \sin(\omega t + \psi)$  tok o'tib, po'lat o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi  $F = F_m \sin(\omega t + \alpha)$  hosil bo'ladi. Chastotasi tokning chastotasiga teng bo'lgan bu o'zgaruvchan magnit oqimi po'lat o'zak bo'ylab o'tganida chulg'amlarni kesib, ularda EYK lar induksiylaydi. Agar transformatorning po'lat uzagida  $f$  chastotali o'zgaruvchan tok hosil qilgan magnit oqimining amplituda qiymati  $F_m$  bo'lsa, u holda birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarda hosil qilgan EYKlarning ta'sir etuvchi qiymatlari Quyidagilarga teng bo'ladi:

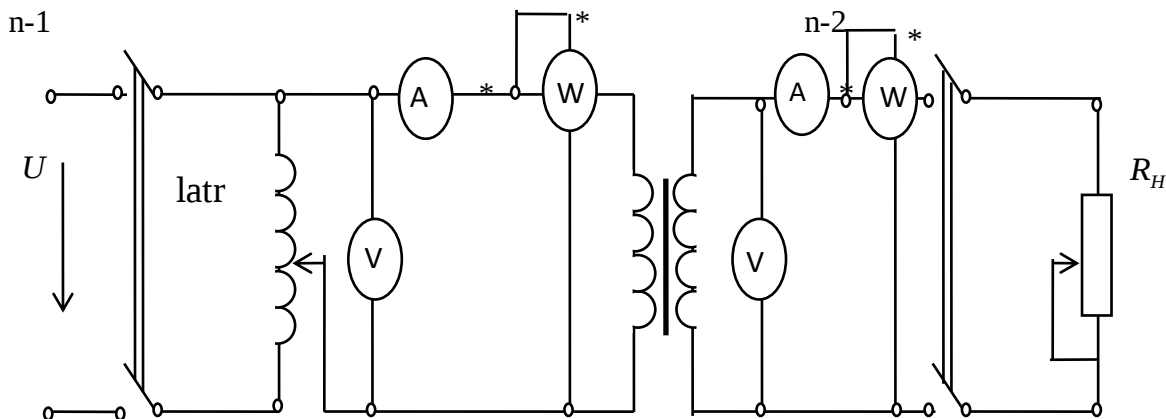
$$E_1 = 4,44 f w_1 F_m;$$

$$E_2 = 4,44 f w_2 F_m.$$

Tenglikdan ko'rinadiki, transformatorning chulg'amlarida induktsiyalangan EYKlar ularning  $w_1$  va  $w_2$  o'ramlar soniga proporsional ekan.

Har bir transformator to'la quvvatining nominal qiymati  $S_{nom}$  (VA, kVA, MVA), chulg'amlarning o'ramlar soni  $w_1$  va  $w_2$  nominal kuchlanishlar  $U_{1nom}$  va  $U_{2nom}$  (V, kV) bilan xarakterlanadi.

Transformator haqidagi to'laroy ma'lumotlarni uning salt ishlash, qisqa tutashuv va yuklama rejimlaridan olinadigan asosiy xarakteristikalaridan bilish mumkin.



4.2-rasm.

Taqqoslash uchun transformatorning ishchi rejimidagi hisobiy foydali ish koeffitsienti aniqlanadi:

### Ishni bajarish tartibi

1. Transformatorning konstruksiyasi va pasportida berilgan ma'lumotlar bilan tanishib, asosiylari yozib olinadi.

2. 4.2.-rasmdagi sxemani yig'ib, transformatorning salt ishlash tajribasi o'tkaziladi.

Buning uchun ikkilamchi chulg'am uchlarini ochiq qoldirib, birlamchi chulg'amga nominal kuchlanish beriladi. Shu paytdagi o'lchov asboblari ko'rsatishlari 4.1 jadvalga yoziladi.

4.1-Jadval

| O'lchashlar |            |         |          |     | Hisoblashlar |          |          |          |
|-------------|------------|---------|----------|-----|--------------|----------|----------|----------|
| $U_{1H} B$  | $U_{2C} B$ | $I_0 A$ | $P_0 BT$ | $K$ | $I_0/I_{1H}$ | $Z_0 OM$ | $R_0 OM$ | $X_0 OM$ |
|             |            |         |          |     |              |          |          |          |
|             |            |         |          |     |              |          |          |          |
|             |            |         |          |     |              |          |          |          |
|             |            |         |          |     |              |          |          |          |

3. 2-punkttdagi sxemani o'zgarishsiz qoldirib, unga ajratkich P-2 yordamida yuklamani ulaymiz. Transformatorning tashqi xarakteristikasini olish uchun  $r_n$  qarshilikni o'zgartirish yo'li bilan uni turli darajada yuklaymiz. Bunda yuklash koeffitsientlari quyidagicha olinishi kerak:  $\beta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25$ .

O'lchash natijalari 4.2-jadvalga yoziladi.

4.2-jadval

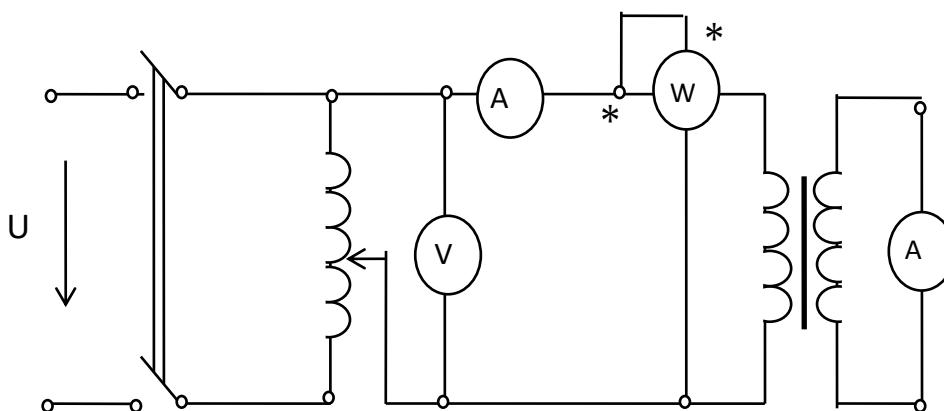
| O'lchashlar |       |       |       |       |       |       | Hisoblashlar |          |              |                  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|----------|--------------|------------------|
| $\beta$     | $U_1$ | $I_1$ | $P_1$ | $U_2$ | $I_2$ | $P_2$ | $\eta'$      | $\eta''$ | $\Delta U_2$ | $\cos \varphi_2$ |
|             | V     | A     | Vt    | V     | A     | Vt    | %            | %        | %            | -                |
| 0,2         |       |       |       |       |       |       |              |          |              |                  |
| 0,4         |       |       |       |       |       |       |              |          |              |                  |

|     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

4. 4.3-rasmdagi sxemani yig'ib, transformatorning qisqa tutashuv tajribasi o'tkaziladi. Buning uchun avtotransformatorning dastagini minimal kuchlanishga keltirib, zanjir tarmoqqa ulanadi. So'ngra avtotransformator yordamida kuchlanishni (ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishini  $U_k$  gacha) chulg'amlardan  $I_1 = I_{1nom}$  va  $I_2 = I_{2nom}$  qiymatlardagi toklar oqib o'tguncha orttiriladi. O'lchash natijalari 4.3-jadvalga yoziladi.

4.3-jadval

| O' l c h a s h l a r |                 |                 |             | H i s o b l a s h l a r |             |             |                   |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------|
| $U_k V$              | $I_{1nom}$<br>A | $I_{2nom}$<br>A | $R_k$<br>Vt | $Z_k$<br>Om             | $R_k$<br>Om | $X_k$<br>Om | $\Delta U_k$<br>% |
|                      |                 |                 |             |                         |             |             |                   |
|                      |                 |                 |             |                         |             |             |                   |



4.3-rasm

5. Quyidagi bog'lanishlarning grafiklari chiziladi:

$$U_2 = f(I_2); \cos \varphi = f(I_2); \eta = f(I_2).$$

6. Ish bo'yicha xulosa beriladi:

a) tajribadan olingan va transformatorning pasportida berilgan ma'lumotlarning mosligi to'g'risida;

b) transformatorning foydali ish koeffitsienti (FIK) maksimum qiymatga erishgandagi yuklama miqdori haqida;

v) yuklama o'zgarishi bilan transformator FIK ning,  $\cos \varphi$  ning va ikkilamchi chulg'am tomondagi kuchlanishning o'zgarish xarakteri to'g'risida.

### Nazorat savollari

1. Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi to'g'risida nimalarni bilasiz?

2. Transformatsiya koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?

3. Salt ishlash va qisqa tutashuv tajribalari qanday o'tkaziladi?

4. Tajribadan olingan ma'lumotlar bo'yicha transformatorning qanday parametrlarini aniqlash mumkin?
5. Transformatorning tashqi xarakteristikasi nima?
6. Transformatorning FIK ni qanday usullar bilan aniqlash mumkin?
7. Po'lat o'zakning (magnit o'tkazgichning) vazifasi va konstruksiyasini bayon eting.

#### Laboratoriya ishi № 5

### NOELEKTRIK KATTALIKLARNI ELEKTR USULDA O'LCHASH

**Ishdan maqsad:** o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligini temperaturaga bog'liqligi haqidagi nazariy bilimlarni amalda tekshirib ko'rish. Yuqori temperaturalarni o'lchashning eng sodda usullarini amalda qo'llash va kundalik hayotimizda eng ko'p qo'llaniladigan cho'g'lanma tolali lampa spiralining yonib turgan paytdagi temperaturasi haqida tushuncha hosil qilish.

Laboratoriya ishi ikkita mashqdan iborat. Birinchi mashqda cho'g'lanma tolalning harorati qarshilikning temperaturaviy koeffitsienti orqali aniqlanadi (albatta bu o'lchashda aniqlik yuqori bo'lmaydi). Ikkinchi mashqda termopara o'rganiladi.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Temperatura so'zi lotin tilidan olingan bo'lib "aralashma" degan ma'noni bildiradi. Bunday atalishning manosi shundaki har doim temperaturasi katta muhitdan pastroq temperaturali muhitga energiya o'tadi va energiyaning aralashuvi oqibatida temperatura muvozanati yuzaga keladi. Shuning uchun temperatura so'zida aralashma manosi mavjud.

Temperatura moddaning termodinamik holatini belgilovchi uchta asosiy (hajm va bosim qatorida) kattaliklardan biridir. Temperaturani o'lchash uchun selsiy ( $^{\circ}\text{C}$ ) yoki Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) shkalalari ishlatiladi. Kelvin shkalasi

$T = -273,15^{\circ}\text{C}$  dan boshlanadi va bu temperatura absolyut nol temperatura deb yuritiladi. Minus 273 gradus haroratgacha tabiatdagi barcha gazlar suyuq holatga o'tadi, eng oxiri geliy gazi  $-273,15$  gradusda suyuladi. Ya'ni bu haroratga yetganda tabiatda gaz holatda modda qolmaydi. Shuning uchun bu temperatura absolyut nol temperatura deb qabul qilingan. Suvning muzlash haroratini  $t = 0$  gradus deb qabul qilingan shkala selsiy shkalasi deb yuritiladi. Demak Kelvin va selsiy shkalalari orasida  $t = T - 273$  munosabat mavjud. Temperaturaning birlik shkalasi (bir gradus selsiy yoki bir gradus Kelvin) sifatida suvning muzlashdan to qaynashgacha bo'lgan haroratlari oralig'ini teng 100 ta bo'lakka bo'lib uning bir bo'lagi qabul qilingan.

Bugungi kunda fan va texnikada erishilgan eng past temperatura  $0,000016\text{ K}$  (yoki  $-273,14998^{\circ}\text{C}$ ), eng yuqori temperatura esa  $10^8\text{ K}$  bo'lib termoyadro reaksiyalarida yuzaga keladi. Lekin bu ham temperaturaning eng yuqori chegarasi

emas. Koinotda  $4 \times 10^{31}$  K haroratdagi o'ta qaynoq plazmali yulduzlar borligi fanga ma'lum.

Amaliyotda temperaturani o'lchash uchun asosan quyidagi qurilmalar qo'llaniladi:

- oddiy simobli termometrlar;
- kontaktli termometrlar;
- termoparalar;
- elektron termometrlar.

Bundan tashqari bugungi kunda temperaturani o'lchash uchun turli xil fizik kattaliklarning temperaturaga bog'liqligini o'rganishga asoslangan bilvosita o'lchash usullari ham keng ishlatiladi.

Temperaturani o'lchash usullari ichida eng qulay va aniq usul elektr usulidir. Umumiy holda elektr usuli bilan temperaturani o'lchash biror elektrik kattalikning temperaturaga bog'liqligiga asoslanadi. Masalan bugungi kunda turli moddalarning turli temperaturada har xil chastotali nurlar chiqarishi ma'lum, demak modda nurlanishning chastotasi ham uning temperaturasi haqida ma'lumot beradi, yoki moddalarning (asosan o'tkazgichlarning) elektr qarshiligi ham turli temperaturalarda turlicha bo'ladi. Bu o'zgarish modda qarshiligining temperaturaviy koeffitsienti deb yuritiladi. Quyidagi tajriba ishida temperatura aynan qarshilikning temperaturaga bog'liqligiga asoslanib aniqlanadi.

Tajriba ishi o'tkazgichlar qarshiligining temperaturaga bog'liq holda o'zgarishini o'rganishga asoslangan. Temperatura ortishi bilan metallarning elektr qarshiligi ham ortib borishi tajriba asosida aniqlangan. Umumiy holda o'tkazgichning qarshiligi temperaturaga quyidagicha bog'langan

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T), \quad (5.1)$$

bu yerda  $R_0$  o'tkazgichning dastlabki holdagi temperaturasi (Om),  $\alpha$  - berilgan modda uchun qarshilikning temperaturaviy koeffitsienti ( $^{\circ}\text{S}^{-1}$ ),  $\Delta T = T - T_0$  - temperaturalar farqi ( $^{\circ}\text{C}$ ). Masalan alyuminiy uchun  $\alpha = 0,0042^{\circ}\text{S}^{-1}$ , mis uchun  $0,0043^{\circ}\text{S}^{-1}$ , volfram uchun  $0,005^{\circ}\text{S}^{-1}$ .

(5.1) ifodadan ko'rinib turibdiki, temperatura ortishi bilan o'tkazgichlarning elektr qarshiliklari ortib boradi. Shuni takidlash kerakki qarshilikning ushbu temperaturaviy bog'lanishi 100  $^{\circ}\text{S}$  temperaturagacha chiziqli bo'lib  $\alpha$  koeffitsient o'zgarmas bo'lib qoladi va 1 - tenglik yaxshi bajariladi. Katta temperaturalarda esa qarshilikning temperaturaga bog'liqligida biroz noxizizlik kuzatiladi. Lekin shunga qaramasdan uncha katta aniqlik talab qilinmaydigan hollarda temperaturani aniqlashda 1- ifodadan amalda foydalanish mumkin.

1-jadvalda turli xil metallarning temperaturaviy koeffitsienti va erish temperaturalari va ularning ishlatilish sohalari keltirilgan.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki turli xil metallar qarshiliklarining temperaturaviy koeffitsientlari, solishtirma qarshiliklari va erish temperaturalari bilan keskin farqlanadi. Xuddi shu ko‘rsatkichlar ushbu metallarning qaysi sohalarda va qanday maqsadlarda ishlatish mumkinligi belgilaydi. Jadvalda shuningdek ko‘rsatilgan metallarning asosiy qo‘llanilish sohalari ham ko‘rsatilgan.

| t/r | Metall nomi | Solishtir<br>ma<br>qarshilik<br>( $10^{-6}$ Om<br>m) | Tempera<br>turaviy<br>koef-<br>fitsient<br>( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) | Erish<br>tempe-<br>raturasi<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Asosiy qo‘llanilish sohalari                                                                                                                                                |
|-----|-------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Alyumin     | 0,028                                                | 0,0042                                                                 | 660                                                   | Nisbatan yengilligi uchun ko‘proq elektr uzatish liniyalarida ishlatiladi                                                                                                   |
| 2   | Mis         | 0,017                                                | 0,0043                                                                 | 1084                                                  | Qarshiligi kam bo‘lgani uchun ko‘proq chulg‘amlarda va ba‘zan elektr liniyalarida                                                                                           |
| 3   | Volfram     | 0,055                                                | 0,0050                                                                 | 3420                                                  | Erish temperaturasi yuqoriligi uchun lampa tolalari sifatida va elektr pechlari spirallari sifatida ishlatiladi.                                                            |
| 4   | Po‘lat*     | 0.120                                                | 0,0010                                                                 | 1400                                                  | Mustaxkamligi uchun elektr uzatish va aloqa liniyalarida kabellarni ko‘tarib turuvchi osma asos sifatida ishlatiladi.                                                       |
| 5   | Nikel       | 0,073                                                | 0,0065                                                                 | 1455                                                  | O‘tkazgich sifatida deyarli ishlatilmaydi. Mustaxkamligi va erish temperaturasi yuqori bo‘lgani uchun metallarning zanglashga qarshi ximoya qobiqlari sifatida ishlatiladi. |

- - Amalda po‘latning juda ko‘plab turlari ishlatiladi, bu turlar po‘lat tarkibidagi uglerod miqdori bilan farq qiladi. Jadvalda po‘lat uchun ko‘rsatkichlarning o‘rtachasi keltirilgan.

Tajriba ishida cho‘g‘lanma tolali lampa volfram tolasining temperaturasi aniqlanadi. Lampaning tolasini elektr toki taʼsirida bir necha minglab gradusgacha qiziydi va bunday katta temperaturagacha qizigan tola o‘z energiyasini asosan yorug‘lik sifatida nurlantirib yuboradi. Yonib turgan tolaning temperaturasi aniqlash uchun dastlab tolaning sovuq holdagi elektr qarshiligi topiladi. So‘ng tola yonib turgan paytdagi qarshiligi aniqlanadi va 5.1- ifodadan  $\alpha$  koeffitsientni bilgan holda temperatura aniqlanadi. Demak temperatura tolaning sovuq va yonib turgan holdagi qarshiliklarini aniqlash orqali topiladi.

Cho‘g‘lanma tolaning qarshiliklari quyidagi tartibda aniqlanadi:

tolaning sovuq holdagi (xona temperaturasidagi) qarshiligini o‘lchash uchun lampaga kichik, masalan 3 - 4 V atrofida kuchlanish beriladi. Bunda lampa deyarli qizimaydi, tok kuchi va kuchlanishni bilgan holda Ohm qonuni orqali lampa tolasining  $T_0$  holdagi  $R_0$  qarshiligi topiladi;

tolaning yonib turgan holdagi qarshiligini aniqlash uchun lampaga 220 V ishchi kuchlanish (lampaning normal ishlashi uchun zarur bo‘lgan nominal kuchlanish) beriladi va lampa yonib turgan paytdagi tok kuchi va kuchlanish o‘lchanadi. Ohm qonuni orqali  $R$  qarshilik aniqlanadi.

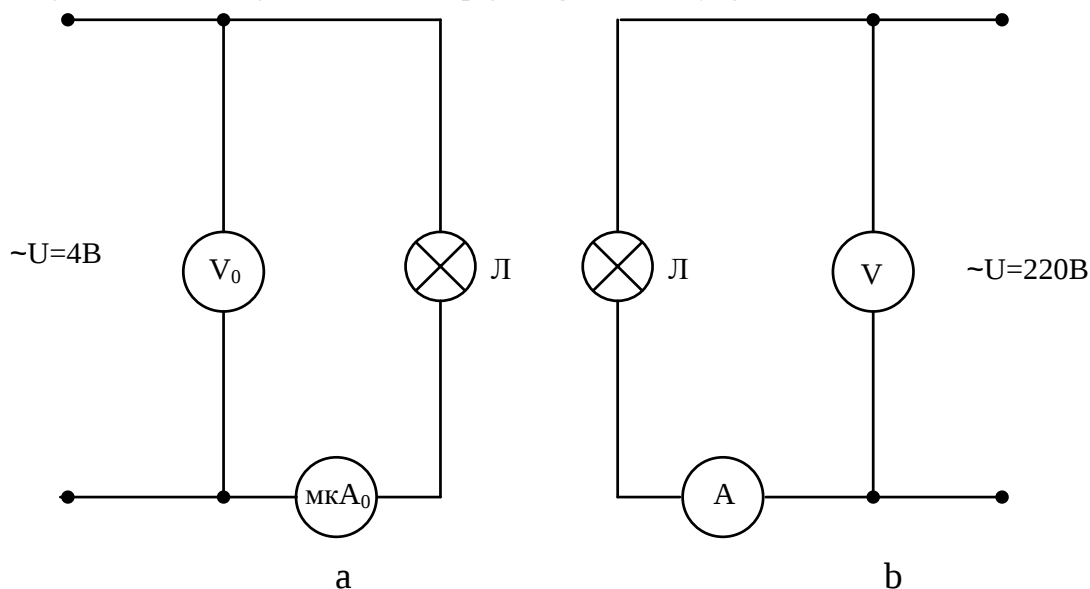
O‘lchangan  $R_0$  va  $R$  qarshiliklar orqali (5.1) ifodaga asosan  $\Delta T$  temperatura topiladi. Tolaning temperaturasi

$$T = \Delta T + T_0,$$

ifodadan topiladi, bunda  $T_0$ — xona temperaturasi  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  deb olinadi.

### Ishni bajarish tartibi:

tajriba ishini bajarish uchun quyidagi sxema yig‘iladi:



1-rasm. Cho‘g‘lanma lampa tolasining sovuq (a) va qizigan (b) holdagi qarshiliklarini o‘lchash.

$V_0$ - o‘zgaruvchan tok voltmetri (15 V),  $V$  – o‘zgaruvchan tok voltmetri (250V),  $\text{mkA}_0$ —

o'zgaruvchan tok mikroampermetri (50 mkA), A – o'zgaruvchan tok ampermetri, L – cho'g'lanma tolali lampa.

Dastlab lampaga 4 V kuchlanishni ulang,  $V_0$ - o'zgaruvchan tok voltmetri yordamida  $U_0$  kuchlanishni,  $mkA_0$  – o'zgaruvchan tok mikroampermetri yordamida  $I_0$  tok kuchini o'lchab, yozib oling. So'ngra lampani 220 V kuchlanishga ulang va lampa normal yonib turgan holat uchun V – o'zgaruvchan tok voltmetri yordamida U kuchlanishni, mA – o'zgaruvchan tok milliampermetri yordamida I tok kuchini o'lchab yozib oling.

### Hisoblashlar

Olingan natijalar asosida quyidagilarni hisoblang:

-tolaning sovuq holatdagi dastlabki qarshiligi  $R_0 = U_0 / I_0$  ;

-tolaning qizigan holatdagi ishchi qarshiligi  $R = U / I$  ;

Topilgan  $R_0$  va  $R$  qarshiliklarning qiymatlaridan foydalanib  $\Delta T$  temperaturani 1- tenglikdan foydalanib aniqlang

$$\Delta T = (R - R_0) / R_0 \alpha ,$$

bu yerda  $\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (1- jadvaldan volfram uchun).

Temperaturaning absolyut qiymatini toping (xona temperaturasi 20  $^\circ\text{C}$  deb oling).

$$T = \Delta T + 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tajriba ishini 40 Vt, 60 Vt, 100Vt va 150 Vt quvvatli lampalar uchun bajaring, natijalarni quyidagi jadvalga yozib lampa quvvatining oshishi bilan tolaning qarshiligi va temperatura qanday o'zgarishini baholang.

2- jadval

| t/r | R (Vt) | $R_0$ (Om) | R (Om) | T ( $^\circ\text{S}$ ) | Izox |
|-----|--------|------------|--------|------------------------|------|
| 1.  |        |            |        |                        |      |
| 2.  |        |            |        |                        |      |

Lampaning nominal kattaliklari  $U_n$  va  $P_n$  yordamida tolaning nominal qarshiligi  $R_n$  ni hisoblang va uni R qarshilik bilan solishtiring, farqni tushuntiring.

### Termoparani o'rganish

**Ishdan maqsad:** Laboratoriya ishini bajarishdan maqsad termoparani ishlatishni va uni gradirovka qilishni (darajalashni) o'rganish. Termopara yordamida temperatura o'lchashning fizik asoslarini o'rganish. Turli xil texnologik jarayonlarda temperaturani o'lchashni tashkil qilish va uni amalga oshirishning texnik jixatlari haqida tushunchalar hosil qilish.

Temperaturani o'lchashda texnikada termoparalar ko'plab ishlatiladi. Termopara yordamida temperaturani o'lchash ancha sodda bo'lib avtomatik sistemalarda ishlatish uchun juda qulay. Termopara ikki xil metallning o'zaro birlashtirilishidan hosil bo'ladi. MEK 60584 Xalqaro standartiga ko'ra termopara ikki xil metall bir uchlarining birlashishidan hosil bo'lgan termoelektrik effekt asosida temperaturani o'lchovchi qurilmadir. Bu metallarning turli xil temperaturalardagi elektr o'tkazuvchanliklari turlicha bo'lganligi uchun ularda erkin elektronlar konsentratsiyasi turlicha bo'ladi. Natijada ularni birlashtirganda elektronlar konsentratsiyasi ko'p metallardan ikkinchi metall tomon elektronlar oqimi paydo bo'lib elektr yurituvchi kuch hosil qiladi. Natijada temperaturani o'lchash elektr yurituvchi kuchni o'lchash masalasiga keltiriladi, shuning uchun ham termopara yordamida temperaturani o'lchash eng sodda va qulay usuldir. Uning asosiy kamchiligi termodinamik jarayonlarning katta inertligi bilan bog'liq.

Temperaturani o'lchash ishlab chiqarishda, fan va texnikada muxim o'rin tutadi. Shuni takidlash kerakki ko'plab texnologik jarayonlarda temperaturani o'lchashning aniqligi juda muxim. Lekin shunga qaramay bugungi kunda temperaturani o'lchashning aniqligi uncha yuqori emas. Masalan ayrim ilmiy tadqiqotlarda va fizik konstantalarni aniqlashda temperaturani 0,0001% aniqlikda o'lchash talab qilinadi. Bugungi kunda sanoatda qo'llaniladigan va keng tarqalgan temperatura o'lchash qurilmalarining aniqligi 0.5 % dan oshmaydi. Temperaturani o'lchash aniqligining ahamiyatini quyidagi misollarda ko'rish mumkin. Masalan metall quyishda temperatura aniqligini 0,1 % oshirilishi metal sifatini 5-10% oshiradi, monokristallarni o'stirishda, integral mikroshemalar tayorlashda temperaturani 0,01 % aniqlikda ushlab turish talab etiladi. Bundan tashqari sanoat va texnikada turli xil oqimlarning temperaturasini, o'ta tez o'zgaruvchan temperaturalarni o'lchash, masofadan turib o'lchash, radioaktiv yoki kimyoviy aktiv moddalar ichidagi temperaturalarni o'lchash ham talab qilinadi. Bir so'z bilan aytganda temperaturani o'lchash sharoitlari, diapazoni, o'lchash aniqligi turli tuman bo'lib, bu vazifalarni bajarishda turli xil usullardan foydalaniladi.

Umumiy holda temperaturani o'lchash ikki xil usulga bo'linadi: kontaktli va kontaktsiz. Kontaktli usulda temperaturani o'lchovchi sezgir element ob'ekt bilan bevosita kontaktda bo'ladi. Kontaktsiz usulda esa ob'ektning issiqlik nurlanishining parametrlarini o'lchash asosida temperatura o'lchanadi.

Texnologik jarayonlarda temperaturani o'lchov birligi sifatida ko'proq selsiy (°C) qo'llaniladi. Temperaturani o'lchash uchun esa sezgir elementlar sifatida termoparalar, termoqarshiliklar, kengayish termometrlari, manometrik termometrlar eng ko'p tarqalgan. Bu elementlar temperatura datchiklar (sezgir elementlari) deb yuritiladi. Bulardan tashqari temperaturani o'lchashning ko'plab

boshqa usullari ham mavjud bo'lib, bu usullar temperatura o'zgarishi natijasida biror bir fizik parametrning o'zgarishini aniqlashga asoslanadi.

Kengayish termometrlari gazlarning va qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Masalan simobli termometr simobning issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Amaliyotda simobning o'rniga etil spirtli va toluolli termometrlar ham ishlatiladi.

Manometrik termometrlar gaz, bug' yoki suyuqliklarning temperaturasi ortganda bosimi o'zgarishiga asoslangan. Bunda temperaturani aniqlash uchun gaz yoki suyuqlikni bosimi o'lchanadi va bosimning temperaturaga bog'liqligi asosida temperaturani aniqlash mumkin. Lekin bu usul ancha noqulay va aniqligi kichik.

Termoqarshiliklar yordamida temperaturani o'lchaganda qarshilikning temperaturaga bog'liqligidan foydalaniladi. Barcha metallarda temperatura ortishi bilan metalning qarshiligi ham ortadi. Qarshilikli temperatura o'lchash sezgir elementi termorezistor deb aytiladi. Eng sodda termorezistor oddiy mis yoki platinadan yasalgan ingichka sim o'tkazgichdir. Bu o'tkazgichni temperaturasi o'lchanayotgan muxitga kiritib uning qarshiligi o'lchanadi. Bunday qarshilikli temperatura o'lchash qurilmalari texnikada juda keng ishlatiladi.

Termoparlar yordamida temperaturani o'lchash ham amaliyotda keng tarqalgan. Termoparalarning temperaturani o'lchashdagi asosiy qulayligi shundaki bunda termo e.y.k. hosil bo'ladi. Ya'ni boshqacha qilib aytganda temperaturani o'lchash issiqlik tasirida hosil bo'lgan elektr tokini o'lchashdan iborat, bu esa qo'shimcha manbalarni talab qilmaydi, boshqarish va avtomatlashtirish nuqtai nazaridan juda qulay hisoblanadi.

Termopara bir uchi birlashtirilgan ikki xil metaldan yasalgan ikkita elektrodlardan iborat. Elektrodning birlashgan uchlari o'lchanishi zarur bo'lgan muhit qo'yiladi.

Termoparaning ishlash prinsipi termoelektrik effektga asoslangan, bu effekt fanda Zeebek effekti deb yuritiladi. 5.1-rasmda eng sodda termopara va uning ulanishi ko'rsatilgan. Termopara ikki xil metalning o'zaro kontaktidan hosil qilinadi. Bu metallar termoelektrik ko'rsatkichlari bo'yicha bir-biridan farq qiladi, ya'ni temperatura ta'sirida bu metallarda hosil bo'ladigan termo e.y.k. ning kattaligi turlicha. Metallarning birlashtirilgan uchlari - termopara kontakti  $T_1$  temperaturali muhitda, ikkinchi uchlari esa  $T_2$  temperaturali muhitda bo'lsa termoparaning uchlari  $T_1$  va  $T_2$  temperaturalar farqlariga proporsional ravishda termo e.y.k. hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan termo e.y.k. ning kattaligi  $T_1 - T_2$  temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional.

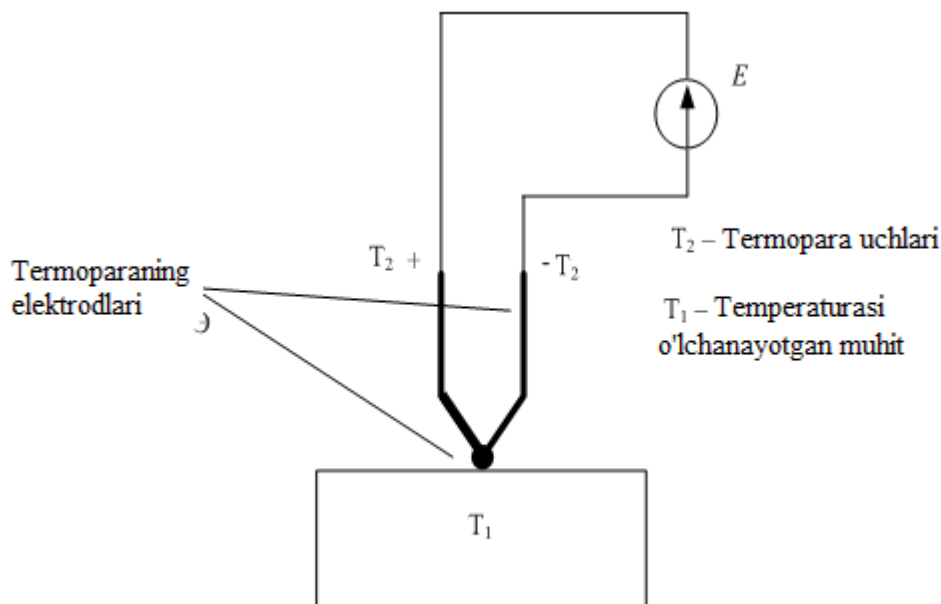
Termopara yordamida temperaturani o'lchashning afzalliklari:

-o'lchov vositalarining arzon va soddaligi, ayniqsa o'ta yuqori temperaturalarni o'lchashda;

-o'lchov aniqligining yuqoriligi  $\pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha;

-o'lchash diapazonining kengligi (amalda  $-200^{\circ}\text{C}$  dan  $2500^{\circ}\text{C}$  gacha)

Termopara yordamida temperaturani o'lchashning eng asosiy kamchiligi issiqlik jarayonlarining kata inertligi tufayli hosil bo'ladigan dinamik xatolikdir. Odatda issiqlik jarayonlarining inertlik doimiysi 10 s dan 60 s gacha bo'lishi mumkin.



Termoparaning tuzilishi.

Bundan tashqari termoparalar yana quyidagi kamchiliklarga ega:

- graduirovkalash zarurligi;
- termopara ikkinchi sovuq uchlari temperaturasining o'lchash aniqligiga ta'siri;
- termopara uchlari uzun bo'lgan hollarda "antenna" effekti o'lchash aniqligini kamaytiradi.

Xozirgi kunda sanoatda termoparalarning quyidagi turlari keng tarqalgan:

Nisbatan past temperaturalarni o'lchashda :

xromel-kopel – TXP; mis-kopel – TMK;

xromel-konstanta – TXKn.

Katta temperaturalarni o'lchashda (bir necha yuzlab va undan yuqori):

platina-platina – TPP; mis-konstanta – TMKn;

temir –konstanta – TJK.

Termopara bilan temperaturani o'lchash aniqligini oshirishda termopara uchlari bilan muhitning o'zaro kontakti muxim ahamiyatga ega. Muhit bilan

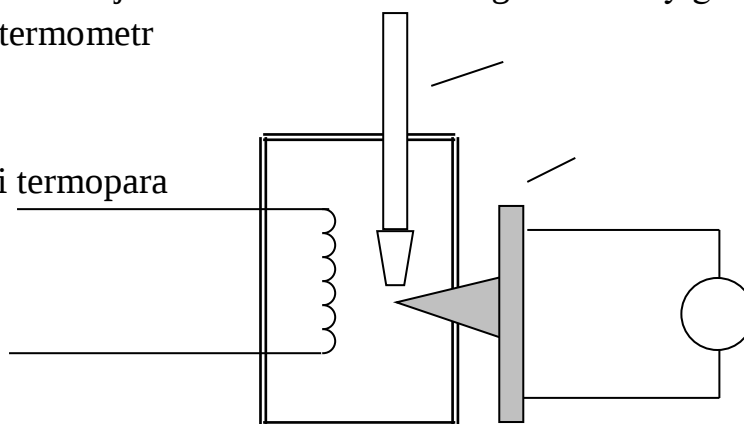
termopara uchlarining issiqlik muvozanati qancha aniq bo'lsa o'lchash aniqligi oshadi.

### **Ishni bajarish tartibi:**

Tajriba ishini bajarish uchun 5.2 –rasmdagi sxemani yig'ing.

Simobli termometr

TXKtipli termopara



5.2. Termopara yordamida temperaturani o'lchash sxemasi.

Laboratoriya ishining sxemasi silindrsimon nixrom simli qizdirgich va uning ichiga joylashtirilgan termoparadan iborat. Qizdirgichga 30 V gacha bo'lgan doimiy kuchlanish beriladi. Natijada temperatura asta sekin oshib boradi. Temperaturaning ortishi simobli termometr yordamida nazorat qilinadi. Temperatura organ sari termoparagi tok ham ortib boradi.

Temperaturani termopara yordamida o'lchash uchun milliampermetrning ko'rsatishi va simobli termometrning ko'rsatishlari orasidagi bog'lanish aniqlanadi. Shu jarayon termoparani darajalash deb ataladi. Darajalangan termopara uchun uning har bir tokiga ma'lum harorat mos keladi.

### **Hisoblashlar**

Termoparani darajalang va tok kuchi bilan harorat orasidagi  $T(I)$  bog'lanish grafigini quring. Olingan bog'lanishning  $u = kx + v$  to'g'ri chig'iqli qismini aniqlang va grafik yordamida  $T = F(I)$  funksiyani analitik ifodasini toping.

**Xulosa:** Laboratoriya ishini bajarishda olingan tajriba natijalari haqida o'z xulosalaringizni yozing. Ushbu usulda temperaturani o'lchashning aniqligi qancha bo'lishi mumkinligi va aniqlikni oshirish uchun nima qilish kerakligini o'ylab ko'ring.

### **Nazorat savollari va topshiriqlar**

1. Nima uchun cho'g'lanma tolali lampalar inert gazlari bilan to'ldiriladi? Agar lampa kislorod bilan to'ldirilsa nima bo'ladi?
2. Agar cho'g'lanma tolaning spirallari mis simlardan yasalsa nima bo'lishini tushuntiring.
3. Agar kuchlanish kamaysa yoki ortsa cho'g'lanma tolali lampalarning yorug'lik berishi va ishlash muddatlari qanday o'zgaradi nima uchun?

4. Lampa tolasi ishchi temperaturasi lampaga quvvatiga bog'liqligi grafigini chizing.
5. Nima uchun termopara yordamida temperaturani o'lchashning inertgi katta?
6. O'lchash xatoligini oshiruvchi omillarni ko'rsating.
7. Temperaturani o'lchash xatoligini qanday kamaytirish mumkin.

## Laboratoriya ishi № 6

### UCH FAZALI QISQA TUTASHTIRILGAN ROTORLI ASINXRON DVIGATELNING ISH REJIMINI TEKSHIRISH

- Ishdan maqsad:**
1. Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.
  2. Dvigatelning manbaga ulanadigan elektr sxemasi bilan batafsil tanishish.
  3. Dvigatelning o'ziga xos xususiyatlari bilan tanishish, xarakteristikalarini olish, ularni qurish va analiz qilish.
  4. Dvigatelni yurgizishni va reverslashni o'rganish.
  5. Yurgizish tokini katta bo'lib, yurgizish momenti kichik bo'lish sabablarini o'rganish.
  6. Asinxron motorni avtomatik ishga tushirish, to'xtatish va reverslashni tajriba asosida o'rganish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Uch fazali asinxron mashinalar sanoatda asosan dvigatel tarzida qo'llanadi. U qo'zg'almas stator va aylanma harakatlanuvchi rotordan iborat bo'lib, havoli kichik tirqish bilan ajralib turadi. Stator chulg'ami uch fazali bo'lib, tarmoq kuchlanishiga qarab yulduz yoki uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Rotorning chulg'ami uning pazlariga (konussimon ariqchalar) suyuq holda qo'yilgan alyuminiy sterjenlardan iborat bo'lib, bu sterjenlarning ikki uchi tomonidan alyuminiy gardish bilan qisqa tutashtirilgan. Dvigatelning nomi ham shundan kelib chiqqan. Asinxron dvigatelning stator chulg'amlari orqali uch fazali o'zgaruvchan tok o'tganda aylanuvchi magnit maydoni  $n_0$  hosil bo'ladi. Aylanuvchi magnit maydonining aylanish chastotasi (tezligi)  $n_0$ ; manba kuchlanishining chastotasi  $f$  ga va uch fazali stator chulg'amiga mos bo'lgan juft qutblar soni  $p$  ga bog'liq

Aylanuvchan magnit maydonining tezligini stator chulg'amlari va juft qutblari soniga bog'liqligini jadval ko'rinishida berish mumkin.

|                     |                       |                    |                    |                     |                     |                     |
|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| m-chulg'amlar soni  | $(3 \cdot 120^\circ)$ | $6 \cdot 60^\circ$ | $9 \cdot 40^\circ$ | $12 \cdot 30^\circ$ | $15 \cdot 24^\circ$ | $18 \cdot 20^\circ$ |
| r- juftqutblar soni | 1                     | 2                  | 3                  | 4                   | 5                   | 6                   |
| $n_0$ -ayl/min      | 3000                  | 1500               | 1000               | 750                 | 600                 | 500                 |

Sinxron tezlik bilan aylanayotgan aylanuvchan magnit maydoni stator va rotor chugamlarining o'ramlarini kesib utib, ularda tegishli o'zinduksiya va o'zaro induksiya EYKlarini induksiyalaydi. Bu EYKlarning tasir etuvchi

qiymatlari: statorning faza chulg'amida  $E_1=4,44 \cdot r_1 \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot F$ ; rotorning faza chulg'amida  $E_2=4,44 \cdot r_2 \cdot f_2 \cdot w_2 \cdot F$ ,

Rotor chulg'amlari konstruktiv qisqa tutashganligi uchun undan EYK  $E_2$  tasiridan rotor toki  $I_2$  o'ta boshlaydi. Aylanuvchan magnit maydonning rotor toki bilan o'zaro tasiridan hosil bo'lgan elektromagnit aylantiruvchi moment  $M$  rotorni aylanuvchi magnit maydoni yo'nalishi bo'yicha harakatlanishga majbur etadi. Asinxron dvigatel rotorining aylanish tezligi  $n_0$  dan doimo kichik bo'ladi (aks holda EYK induksiyalanmaydi). Buni asinxron dvigatelning sirpanish koeffitsienti deyiladi:  $S=n_0-n/n_0$

Dvigatelning boshlangich yurgizish paytida (uzining tinch inertsiyasi bo'yicha rotor 1 ... 2 sekund harakatsiz turadi)  $n=0$ ,  $S=1$  bo'ladi. Dvigatel salt ishlaganda rotorning tezligi aylanuvchan magnit maydonining aylanish tezligiga deyarli yaqin bo'lib, sirpanish ham nolga yaqin bo'ladi. Nominal yuklama bilan ishlayotgan asinxron dvigatellarning nominal sirpanishi 3 ... 5 % ni (yoki 0,03 ... , 0,05) tashkil etadi. Dvigatelning quvvati ortgan sari sirpanishning quvvati orta boradi. Rotor tokining chastotasi sirpanish tezligi  $n_s=n_0-n$  ga bog'liq bo'lib,  $f_2=f_1 \cdot S$ . U holda aylanayotgan rotordagi EYK  $E_{2s}=E \cdot S$  dvigatel yurgizilayotgan paytidagi EYK ning 3 ... 5 % ini tashkil etadi.

EYK  $E_2$  tasiridan rotorda hosil bo'lgan tok  $Om$  qonuniga binoan:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{r_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{E_2 \cdot S}{\sqrt{r_2^2 + X_2^2 \cdot S^2}}, \quad n_0 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ айл/мин}$$

Bu  $r_2$ - rotor zanjirining aktiv qarshiligi,  $Om$ ;  $X_{2s}$ - rotor zanjirining induktiv qarshiligi,  $X_{2s} = \omega_2 L_2 = 2\pi f_1 L_2 \cdot S = X_2 \cdot S Om$ .

## II. Ishni bajarish tartibi:

1.Motor tuzilishi va uning pasport ko'rsatgichlari bilan tanishish.  
2.Motorning mexanik nosozliklarini va uning valini erkin aylanishini tekshirish.3.Stator chulg'amlari uchlarini turli fazalarga tegishlilikini megommetr yordamida aniqlang. 4.Stator chulg'amlari bosh va oxirlarini transformator usulida aniqlash uchun 6.1 – rasmda ko'rsatilgan sxemani yig'ing. So'ngra biror chulg'amning bir uchini shartli ravishda uning boshi  $S_1$  va ikkinchi uchini  $m$  y chulg'amning oxiri  $S_4$  deb belgilangan. Bu birinchi chulg'amga ketma – ket ulangan ikkinchi chulg'amga LATR vositasida nominal kuchlanishning 25 % berilib, yuqoridagi qoida asosida bu chulg'amlarning bosh va oxirlari aniqlanadi. Shu tarzda uchinchisini ham topiladi. 5. Chulg'amlarning izolyastiya qarshiliklarini aniqlang va ular qiymatini 6.1 – jadvalga yozing.6. Motorning 6.2 – rasmda ko'rsatilgan ulanish sxemasini tuzing va uning stator chulg'amini elektr tarmog'iga ulab ishga tushiring va reverslash jarayonlarini o'tkazing.

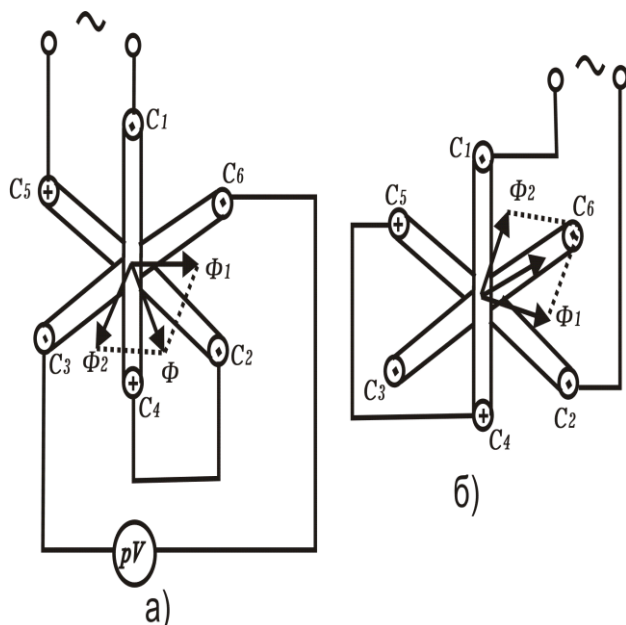
## III. Tajriba natijalarini qayd etish jadvali

6.1 – jadval.

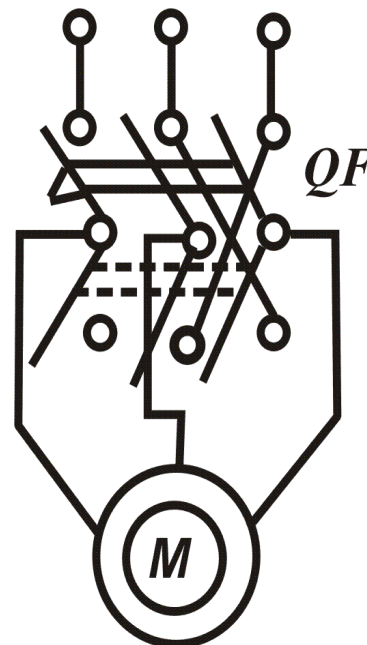
|                                             |                     |                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| Korpusga nisbatan izolyastiya qarshiliklari | Stator chulg'amlari | Megoometr bilan o'lchangan izolyatsiya qarshiliklar |
|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|

|  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
|  | 1,2, 3 faza chulg'amlari |  |
|  | 1 va 2, 2 va 3, 1 va 3   |  |

#### IV. Elektr zanjiri sxemasi



6.1-rasm. Asinxron motori stator chulg'aming bosh va oxirlarini aniqlashga doir sxemalar.



6.2-rasm. Asinxron motorni ishga tushirish va reverslash sxemasi.

#### V. Hisoblash va tasvirlar:

Bu laboratoriya ishida hisoblash ishlar yoki tegishli grafiklarni chizish mavjud emas.

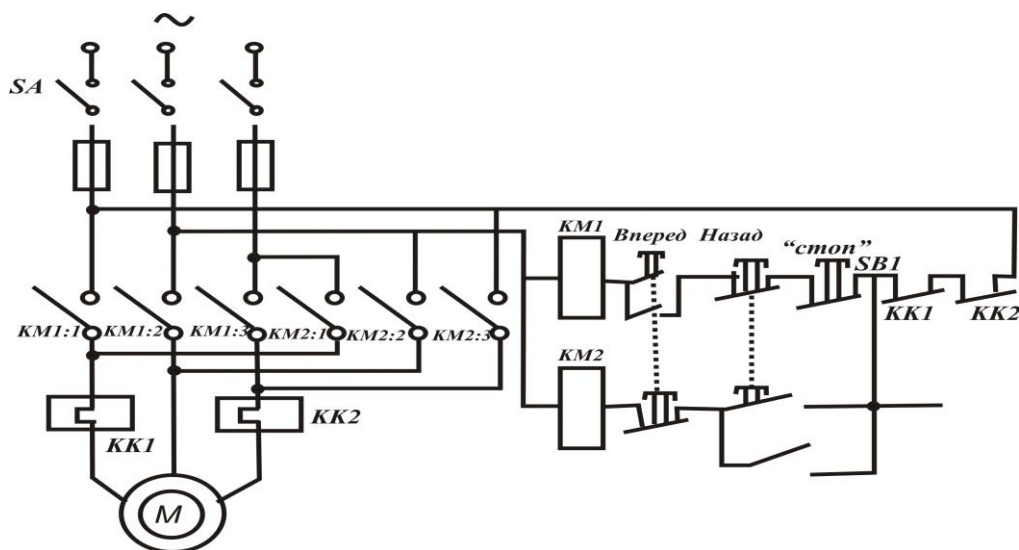
##### II. Ishni bajarish tartibi:

1. Motor hamda avtomatik boshqarish va himoyalash apparatlarini tuzilishi hamda ishlashi bilan tanishing .
2. 6.3- rasm asosida avtomatik boshqarish sxemasini yig'ing; agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa, uni elektr tarmog'iga ulab , sxemani ishga tayyorlang .
3. O'ng SB2 tugmasini bosib, motorni avtomatik ravishda ishga tushiring (bunda kontaktor KM ning normal ochiq kontakti KM1 bilan SB2 tugmasini blokirovka) shuntlangani, ya'ni parallel ulanganligi sababli bu tugmani bosgandan so'ng dastlabki holatiga prujina yordamida qaytariladi.
4. To'xtash tugmasi SBI ni bosib motorni to'xtating.
5. Chap SB3 tugmasini bosib motorni chap tomonga aylantiring.

### Hisoblash va tasvirlar:

Bu laboratoriya ishida hisoblashlar va tasvirlar mavjud emas.

### Elektr zanjiri sxemalari



6.3–rasm. Asinxron motorni reversiv boshqarish sxemasi.

**VI. Laboratoriya ishi bo'yicha xulosa:** Asinxron motorning chulg'amlari izolyatsiya qarshiligini o'lchash, chulg'amlarning uchlarini aniqlashda yoki reverslashda yuz beradigan fizik jarayonlar haqida fikr yuriting.

Laboratoriya ishini bajarib bo'lganingizdan keyin uning avtomatik boshqarish sxemasi, reverslash va unda ro'y beradigan fizik jarayon, reverslashni amalga oshirish sxemasi haqida fikrlang va xulosa qiling.

### Mustaqil tayyorlanish savollari

1. Asinxron motor qanday ishlaydi?
2. Motordagi mexanik nosozliklar qanday aniqlanadi?
3. Chulg'am uchlarini birorta fazaga tegishliligi qanday aniqlanadi?
4. Chulg'amlarning bosh va oxirlari qanday topiladi?
5. Motorni ishga tushirish va reverslash qanday amalga oshiriladi?
6. Elektr yuritma deb nimaga aytiladi va uning vazifasi nimalardan iborat?
7. Elektr motorni avtomatik ishga tushirish, reverslash va to'xtatish qanday amalga oshiriladi?
8. Asinxron motorni avtomatik ravishda reverslash sxemasi qanday tuziladi?

### Laboratoriya ishi № 7

### YARIM O'TKAZGICHLI DIOD, STABILITRON VA TIRISTORLARNING STATIK XARAKTERISTIKALARINI TEKSHIRISH.

**Ishdan maqsad:** 1. Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlarning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. 2. Diod, stabilitron va tiristorlarning statik

xarakteristikalari va parametrlari bilan ishlash. 3. Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlarning qo'llanish sohalari bilan tanishish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlar o'zgaruvchan tokni to'g'rilashda (o'zgarmas tokka aylantirishda), o'zgarmas kuchlanishni boshqa miqdordagi o'zgarmas kuchlanishga aylantirib berishda ishlatiladi. Bunday asboblarda o'zgaruvchan va o'zgarmas tok stabilizatorlarida, boshqariluvchi to'g'rilagichlar yaratishda, umuman o'zgartirib beruvchi texnikaning boshqa qurilmalarida, shuningdek, boshqarish sistemalarida keng qo'llaniladi.

Mamlakatimiz sanoati ishlab chiqarayotgan yarim o'tkazgichli diodlar va tristorlar ixcham, kichik o'lchamli statik tok o'zgartkichlar yaratishga imkon beradi. Bular sanoatda, temir yo'lda, samolyotlar va boshqa joylarda keng qo'llaniladi. Turli to'g'rilagichlar elektr mashinalarining magnit maydonini hosil qilishda, o'zgarmas tok elektr yuritmasi sistemasida dvigatellarni, shuningdek, kimyo sanoatida elektroliz qurilmalarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda, rangli metallurgiyada va hakazolarda keng qo'llaniladi.

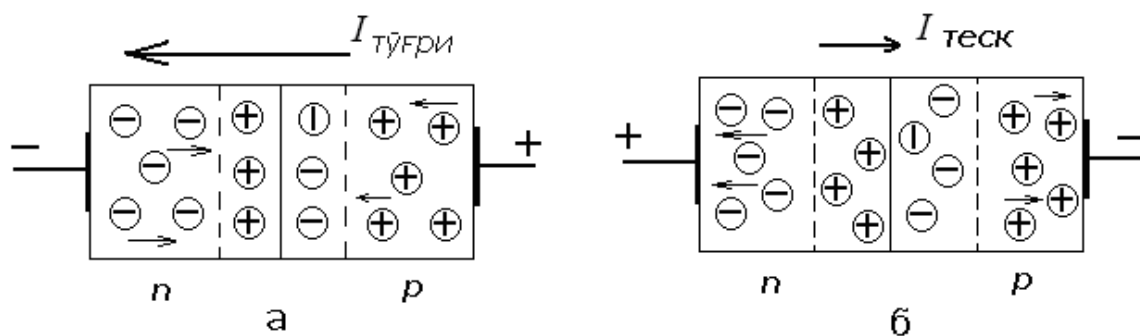
Yarim o'tkazgichli asboblarda ion va elektron asboblarga nisbatan: ishga doim tayyorligi, FIK ning va mustahkamligining yuqoriligi, istagan fazoviy holatda ishlay olishi, katta inertsion yuklamalarda ishlatish mumkinligi, katta boshqarish sistemalarining qurilmalarini mikrominiaturizatsiyalash va integratsiya qilish mumkinligi kabi afzalliklarga ega.

### **Yarim o'tkazgichli diodlarning tuzilishi va ishlash prinsipi**

Yarim o'tkazgichli asboblarning ishlash prinsipi, elektr o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan yarim o'tkazgichli materiallarning bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga asoslangan. Bular elektron (n-tipdagi) va teshikli (p-tipdagi) elektr o'tkazuvchanliklardir. n-tipdagi elektr o'tkazuvchanlik sohasida tokning o'tishi manfiy zaryadlangan elektronlarning kuchishi hisobiga sodir bo'ladi. Bu elektronlarning ortiqcha miqdori yarim o'tkazgichning monokristalliga donorli qo'shilmalarning (masalan surma, mishyak va fosfor) kiritilishi bilan hosil qilinadi. p-tipdagi elektr o'tkazuvchanlik sohasida esa tokning o'tishi musbat zaryadlangan "teshik" larning ko'chishi hisobiga sodir bo'ladi. "Teshik" bu elektron yetishmagan atom bo'lib, musbat zaryadga egadir, absolyut miqdori bo'yicha elektronning zaryadiga teng. Teshiklar yarim o'tkazgichning monokristalliga akseptorli qo'shilmani (masalan, indiy, bor va alyuminiy) kiritish bilan hosil qilinadi.

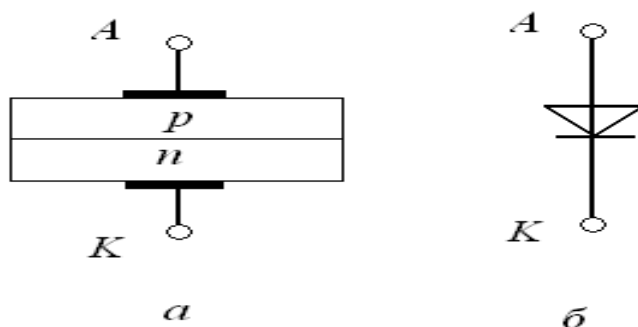
Bittasi elektron, ikkinchisi teshikli elektr o'tkazuvchanlikki ega bo'lgan yarim o'tkazgichlarni bevosita birlashtirganda elektron-teshik o'tish ( $p - n$  o'tish) hosil bo'ladi. O'tishning asosiy xususiyati uning qarshiligini miqdori berilayotgan kuchlanishning qutbiga bog'liqligidadir, (7.1-rasm),  $p - n$  o'tishli yarim o'tkazgichlarni tashqi zanjirga ulash uchun uning qismalari bilan kontakt hosil qilinadi. Yarim o'tkazgichni to'g'ri ulaganda, uning  $r$  sohasiga kuchlanishning musbat qutbini,  $n$  sohasiga esa manfiy qutbini berganimizda  $p - n$  o'tishning

qarshiligi minimumgacha kamayadi. Teskari ulaganda esa p – n o'tishning qarshiligi katta bo'ladi.



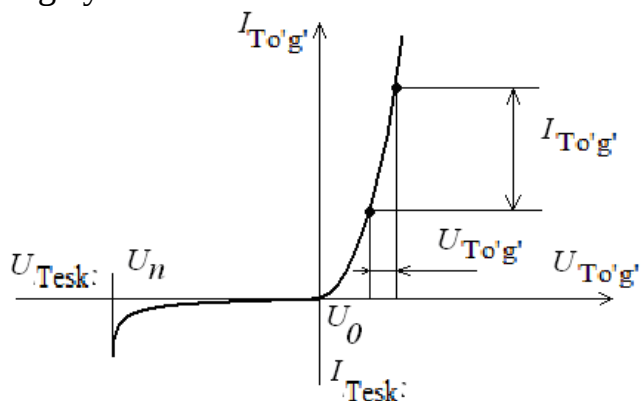
7.1-rasm. Elektron-teshik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich

Strukturasi p – n o'tishli ikki qatlamli yarim o'tkazgich asosida ishlangan asbob diod yoki boshqarilmaydigan ventil deyiladi. N tipidagi elektr o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgich qatlamiga ulanadigan elektrod katod, r tipdagi elektr o'tkazuvchanlik qatlamiga ulanadigan elektrod esa anod hisoblanadi (7.2-rasm, a). Diodning shartli belgisi esa 7.2-rasm, b da ko'rsatilgan.



7.2-rasm. Strukturasi p – n o'tishli ikki qatlamli yarim o'tkazgich a), diodning shartli belgisi b).

Elektron – teshik o'tishning xususiyati, p – n o'tishdagi tokning kattaligi va qutbi, unga berilgan kuchlanishga bog'liqligini ko'rsatuvchi volt-amper xarakteristikasida yaqqol tasvirlangan (7.3-rasm). Volt-amper xarakteristikasi quyidagilarni aniqlashga yordam beradi:

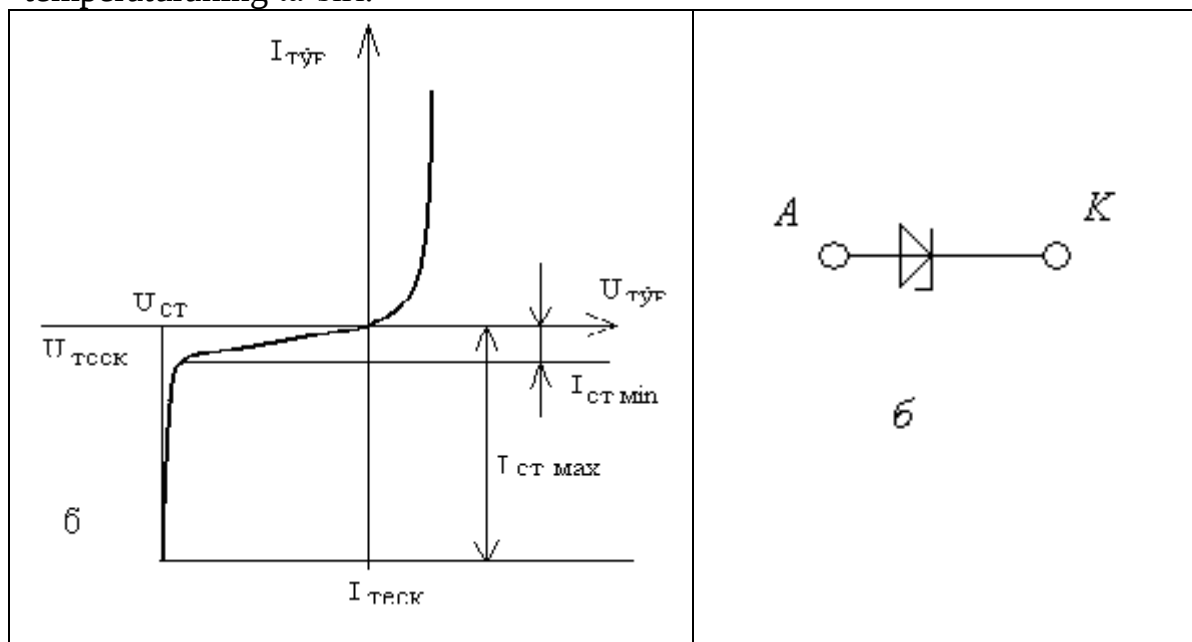


7.3-rasm. Diodning volt-amper xarakteristikasi

teskari to'yinish toki –  $I_{\text{tesk}}$ ; maksimal teskari kuchlanish –  $U_{\text{tesk. maks}}$ ; differensial

qarshilik -  $r_d = \frac{\Delta U_{\text{myz}}}{\Delta I_{\text{myz}}}$  to'g'irlashning statik va dinamik koeffitsientlari

$K_{\text{to'g'r st}}$ ;  $K_{\text{to'g'r din}}$ ; minimal yonish kuchlanishi -  $U_o$ ;  $p - n$  o'tishning xususiyatiga temperaturaning ta'siri.



7.4-rasm. Stabilitronning statik volt-ampere xarakteristikasi a) va shartli belgilanishi b)

Diodlarning asosiy parametrlari: to'g'rilangan maksimal tok  $I_{\text{to'g'r maks}}$  da kuchlanishning to'g'ri yo'nalishdagi pasayuvi  $U_{\text{to'g'}}$ , maksimal teskari kuchlanish -  $U_{\text{tesk maks}}$ ; maksimal teskari tok  $I_{\text{tesk maks}}$  maksimal sochilgan quvvat  $P_{\text{soch.maks.}}$ ; elektrodlararo sig'im –  $C$ ; mumkin bo'lgan maksimal chastota –  $f$ ; ishlash temperaturasi diapazoni.

Aralashmasining konstantratsiyasi katta bo'lgan kremniydan yasalgan yassi diod yarim o'tkazgichli diod hisoblanadi. Stabilitronning statik volt-ampere xarakteristikasi va shartli belgilanishi 7.4-rasm, a va b da ko'rsatilgan.

Stabilitron volt-ampere xarakteristikasining birinchi chorakdagi bo'lgan kremniyli diodning xarakteristikasidan farq qilmaydi. Uning uchinchi chorakdagi bo'lagi esa, tok o'qiga deyarli parallel o'tuvchi vertikal to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega. Shuning uchun tok keng chegarada o'zgarganda asbobdagi kuchlanishning pasayuvi amalda o'zgarmaydi. Kremniyli diodlarning bu xususiyati ulardan kuchlanish stabilizatorlari tarzida foydalanishga imkon beradi.

Stabilitronning parametrlari: Stabillangan kuchlanish –  $U_{\text{ct.max}}$ ; Maksimal stabillangan tok –  $I_{\text{st. max.}}$ ; Minimal stabillangan tok –  $I_{\text{st. min.}}$ ; differensial qarshilik

$$r_d = \frac{\Delta U_{cm}}{\Delta I_{cm}}$$

bu yerda:  $\Delta U_{cm}$  - stabilitronidagi kuchlanishning ortishi;

$\Delta I_{cm}$  - stabillash rejimida tokning ortishi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Diodning asosiy parametrlari bilan tanishib, ularni hisobot daftoriga yozing.
2. 7.3 – rasmdagi diodni tekshirish sxemasini yig'ing.
3. Qayta ulagich P-1 ni “a” holatga, P-2 ni esa “I” holatga o'tkazib  $r_1$  va  $r_3$  rezistorlarning qarshiliklarini o'zgartirish bilan diodga berilayotgan kuchlanish o'zgartiriladi (o'zgartirish chegarasini o'qituvchi ko'rsatadi). O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.1 – jadvalga yozing.

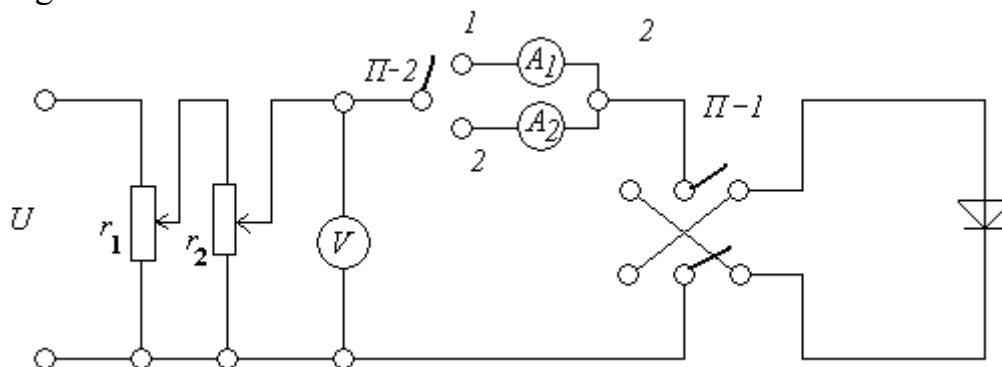
7.1 – jadvalga

|             |    |  |  |  |  |  |  |
|-------------|----|--|--|--|--|--|--|
| $U_{to'g'}$ | V  |  |  |  |  |  |  |
| $I_{to'g'}$ | mA |  |  |  |  |  |  |
| $U_{tesk}$  | V  |  |  |  |  |  |  |
| $I_{tesk}$  | mA |  |  |  |  |  |  |

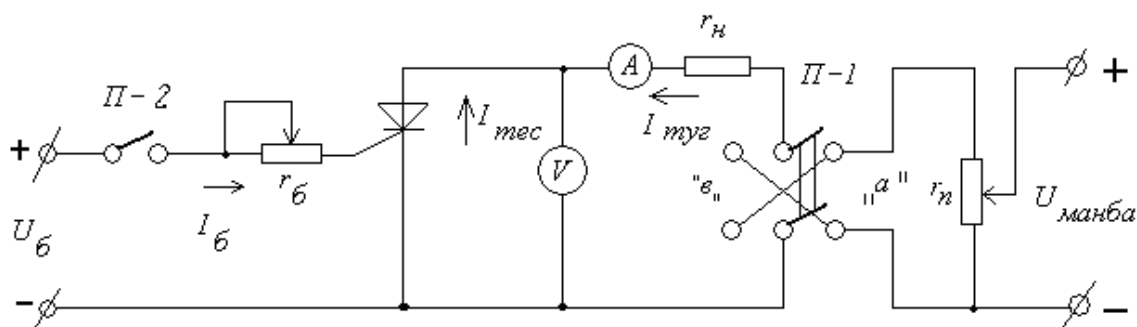
4. Qayta ulagich P-1 ni “v” holatga, P-2 ni esa “2” holatga o'tkazib diodning teskari xarakteristikasini oling. Bunda diodning teshilishiga yo'l qo'ymasdan, unga berilayotgan kuchlanishini  $U_{tes.max}$  gacha o'zgartirish kerak. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.1 – jadval ga yozing.
5. 10.1-jadval da yozilgan ma'lumotlar bo'yicha diodning volt-amper xarakteristikasini quring.
6. Diodning volt-amper xarakteristikasi bo'yicha  $r_d$  va  $U_o$  ni, shuningdek,  $U_{to'g'}=U_{tesk}$ . Bo'lganda statik to'g'rilash koeffitsienti

$$K_{m.cm} = \frac{I_{myzp}}{I_{meck}} \quad \text{ni aniqlang.}$$

7. 7.5-rasmdagi sxema diod o'rniga stabilitron ulang.
8. Stabilitroning asosiy parametrlari bilan tanishib ularni hisobot daftoriga yozib qo'ying.



7.5-rasm



7.6-rasm

9. 3 va 4 punktlardagi tekshirishlarni bajarib, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.2-jadvalga yozing.

7.2-jadval

|             |    |  |  |  |  |  |  |
|-------------|----|--|--|--|--|--|--|
| $U_{to'g'}$ | V  |  |  |  |  |  |  |
| $I_{to'g'}$ | mA |  |  |  |  |  |  |
| $U_{tesk}$  | V  |  |  |  |  |  |  |
| $I_{tesk}$  | mA |  |  |  |  |  |  |

- Olingan ma'lumotlar bo'yicha stabilitronning volt-amper xarakteristikasini qurib, undan stabilitronning asosiy parametrlarini aniqlang.
- Tiristorning asosiy parametrlari bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'ying.
- 7.6-rasmdagi tiristorni tekshirish sxemasini yig'ing.
- Qaytaulagich P-1 ni a holatga o'tkazib, P-2 ning ajratilgan holatida  $I_{to'g'r}$ . Ning tegishli qiymatlarini aniqlab, manbaning kchlanishini o'zgartiring. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.3-jadvalga yozing.

7.3-jadval

|                   |                |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| $I_{b0}=0$        | $U_{to'g'}$ V  |  |  |  |  |  |  |
|                   | $I_{to'g'}$ mA |  |  |  |  |  |  |
| $I_{b1} > I_{b0}$ | $U_{to'g'}$ V  |  |  |  |  |  |  |
|                   | $I_{to'g'}$ mA |  |  |  |  |  |  |
| $I_{b2} > I_{b1}$ | $U_{to'g'}$ V  |  |  |  |  |  |  |
|                   | $I_{to'g'}$ mA |  |  |  |  |  |  |
| $I_b = 0$         | $U_{tesk}$ V   |  |  |  |  |  |  |
|                   | $I_{tesk}$ mA  |  |  |  |  |  |  |

14. Qayta ulagich P-2 ni ulab, reostat  $r_b$  ning ikkita holati uchun manba kuchlanishini o'qituvchi ko'rsatgan chegarada o'zgartiring. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.3-jadvalga yozing.
15. Qayta ulagich P-2 ni ajratib, P-1 ni esa  $v$  holatga o'tkazib, manba kuchlanishini o'zgartirgan holatda  $I_{\text{tesk}}$  tokning qiymatini aniqlang. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 7.3-jadvalga yozing.
16. Tiristor volt-amper xarakteristikasining turkumini qurib, undagi asosiy xarakterli nuqtalarni belgilang.

### Nazorat savollari

1. "p-n" o'tish deb nimaga aytiladi?
2. Yarim o'tkazgichli diodning va stabilitronning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
3. Diod, stabilitron va tristorning volt-amper xarakteristikalarini qanday ko'rinishga ega?
4. Tristorning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
5. Diod, stabilitron va tiristor qaysi sohalarda qo'llaniladi?

### Laboratoriya ishi № 8

### YARIM O'TKAZGICHLI TO'G'RILAGICH

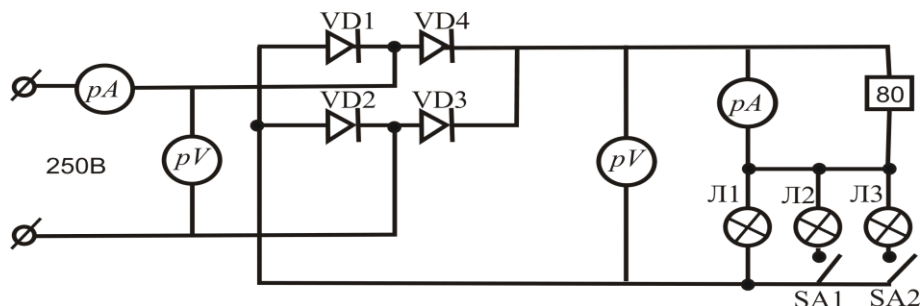
**I.Ishning maqsadi:** Boshqarilmaydigan va boshqariladigan yarim o'tkazgich to'g'rilagich tavsifini o'rganish.

#### **II.Ishni bajarish tartibi:**

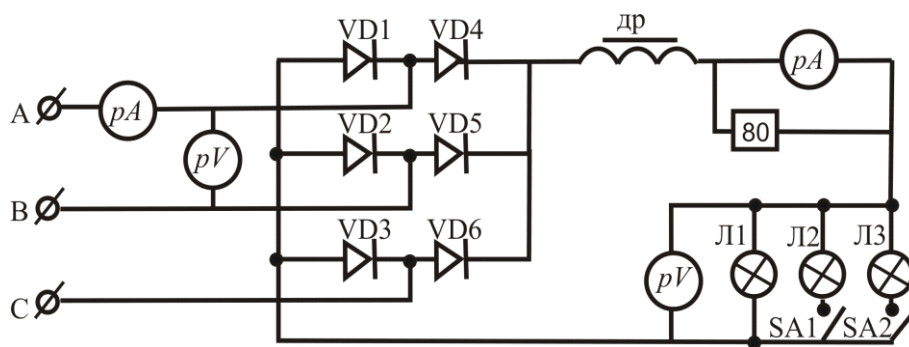
1. To'g'rilagich parametrlari bilan tanishib, tegishli o'lchash asbolarini tanlang.
2. 8.1 – rasmda ko'rsatilgan sxemani yig'ing.
3. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa, ko'prik sxemali bir fazali to'g'rilagich kirishiga LATR vositasida 220 V bering.
4. To'g'rilagichni elektr lampalari bilan yuklab, to'g'rilangan tok va kuchlanish qiymatlarini 8.1 – jadvalga yozing (bunda ossillogramfdagi tok tasvirini kalkaga tushiring).
5. 8.2 – rasmda ko'rsatilgan ko'prik sxemali uch fazali to'g'rilagich sxemasini yig'ing.
6. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa to'g'rilagich kirishiga 3 ~220 V kuchlanish bering.
7. Yuklanish tokini elektr lampalari bilan o'zgartirib, to'g'rilangan tok va kuchlanish qiymatlarini 8.2–jadvalga yozing (bunda to'g'rilangan tok osstillogrammasini kalkaga tushiring).
8. 8.3 – rasmda ko'rsatilgan bir fazali boshqariladigan to'g'rilagich sxemasini yig'ing.
9. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa, tiristorning anod zanjiriga LATR orqali ~220 V boshqaruvchi elektrod zanjiriga esa boshqarish blokidan olingan tegishli signal  $U_b$  ni bering.

10. Elektr lampalari bilan to'g'rilagichni yuklab, undan olingan tok va kuchlanish qiymatlarini 8.3 – jadvalga yozing. (Bunda turli kechikish burchaklari  $\alpha$  va  $U_b = \text{const}$  da tegishli tok va kuchlanishlar olinadi).

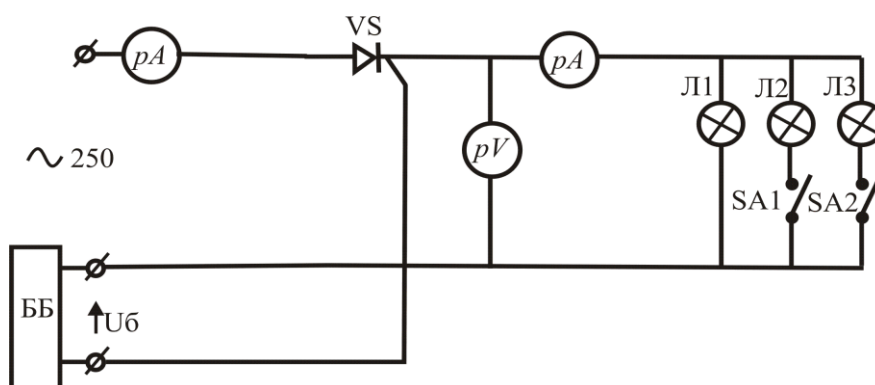
### I. Elektr zanjiri sxemalari



8.1-rasm. Ko'prik sxemali diodlardan iborat to'g'rilagich sxemasi.



8.2-rasm. Uch fazali ko'prik sxemali to'g'rilagich sxemasi.



8.3-rasm. Tiristorli to'g'rilagich sxemasi.

### IV. Tajriba natijalarini qayd etish jadvallari

8.1 – jadval

|       |   | bitta lampa | ikkita lampa | uchta lampa |
|-------|---|-------------|--------------|-------------|
| $U_1$ | B |             |              |             |
| $I_1$ | A |             |              |             |

8.2 – jadval

|       |   | bitta lampa | ikkita lampa | uchta lampa |
|-------|---|-------------|--------------|-------------|
| $U_T$ | B |             |              |             |
| $I_T$ | A |             |              |             |

8.3 – jadval

|          |      | 1 Lampa            | 2 Lampa | 3 Lampa | 1 Lampa            | 2 Lampa | 3 Lampa | 1 Lampa            | 2 Lampa | 3 Lampa |
|----------|------|--------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| $U_T$    | B    |                    |         |         |                    |         |         |                    |         |         |
| $I_T$    | A    |                    |         |         |                    |         |         |                    |         |         |
| $U_{ul}$ | V    |                    | $U_b$   | =       | son                | st      |         |                    |         |         |
| A        | grad | $\alpha_1 = const$ |         |         | $\alpha_2 = const$ |         |         | $\alpha_3 = const$ |         |         |

### V. Hisoblash va tasvirlar:

Olingan natijalar asosida yarim o'tkazgichli to'g'rilagichning tashqi xarakteristikasi  $U_m = f(I_m)$  ni chizing.

**VI. Laboratoriya ishi bo'yicha xulosa:** Laboratoriya ishini bajarib bo'lganingizdan keyin yarim o'tkazgichli to'g'rilagichda ro'y beradigan fizik jarayonlar, uning ulanish sxemalari va ish rejimlari, qo'llanilish sohalari haqida fikrlang va xulosa qiling.

### Mustaqil tayyorlanish savollari

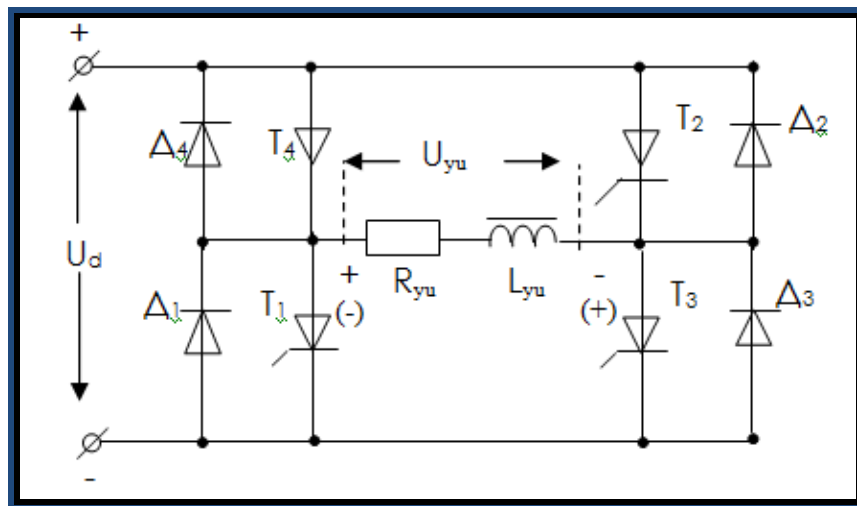
1. To'g'rilagich deb nimaga aytiladi va ular qanday bo'ladi?
2. To'g'rilagich qanday ulanish sxemalariga ega va bu sxemalarning kamchilik hamda afzalliklari nimadan iborat?
3. To'g'rilagichlarning volt – amper tavsiflari qanday olinadi?
4. To'g'irlangan tok, kuchlanish va quvvatlar turli sxemalarda qanday hisoblanadi?
5. Boshqarilmaydigan va boshqariladigan to'g'rilagichlar qanday maqsadlar uchun qo'llaniladi?

## Laboratoriya ishi № 9

### INVERTORNI ISHLASHINI TEKSHIRISH

**Ishdan maqsadi:** Bir fazali va uch fazali avtonom kuchlanish invertorlari tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.

**Qisqacha nazariy ma'lumotlar:** Bir fazali avtonom kuchlanish invertorlari. Bu sxemada (9.1-rasm)  $goT_{1,2}$ ,  $goT_{3,4}$  tiristorlar ochiladi. Bu tiristorlarning ochilish tartibi o'zgarishi bilan yuklamadagi  $U_{yu}$  kuchlanishi ham o'zgaradi. Yuklama aktiv-induktiv bo'lganligi sababli, tiristorlar ochilib, ulardan tok o'tishi natijasida induktivlikda energiya to'planadi. Bu energiya hisobiga hosil bo'ladigan tok esa D1, D2 yoki D3, D4 diodlardan o'tadi.



9.1-rasm. Bir fazali avtonom kuchlanish invertorlarining prinsipal sxemasi

Yuqoridagi sxemaning ishlashida yordamchi majburiy kommutatsiya qurilmalari va ularda sodir boʻladigan jarayonlar hisobga olinmagan.  $V_0$ - $V_1$  intervalda  $T_3, T_4$  tiristorlar ochiq. Yuklamadagi kuchlanish  $E$  ga teng, qutblari esa rasmda qavssiz koʻrsatilgan.  $V=V_1$  da  $T_3, T_4$  tiristorlar yopiladi,  $T_1, T_2$  lar esa ochiladi.  $L_{yu}$  induktivlik hisobiga oʻzinduksiya e.yu.k. taʼsirida  $V_1$ - $V_2$  intervalda  $i_{yu}$  toki oʻz yoʻnalishida oʻtishni davom etadi  $T_3, T_4$  tiristorlar yopiq,  $T_1, T_2$  tiristorlar oʻsha yoʻnalishda tok oʻtkazmaganligi sababli yuklama toki  $D_1, D_2$  diodlari orqali oʻtadi. Diodlarning ochilishi natijasida yuklamadagi kuchlanish qutblari oʻzgaradi.  $V=V_2$  onda  $i_{yu}=0$ ,  $D_1$  va  $D_2$  diodlar yopiladi.

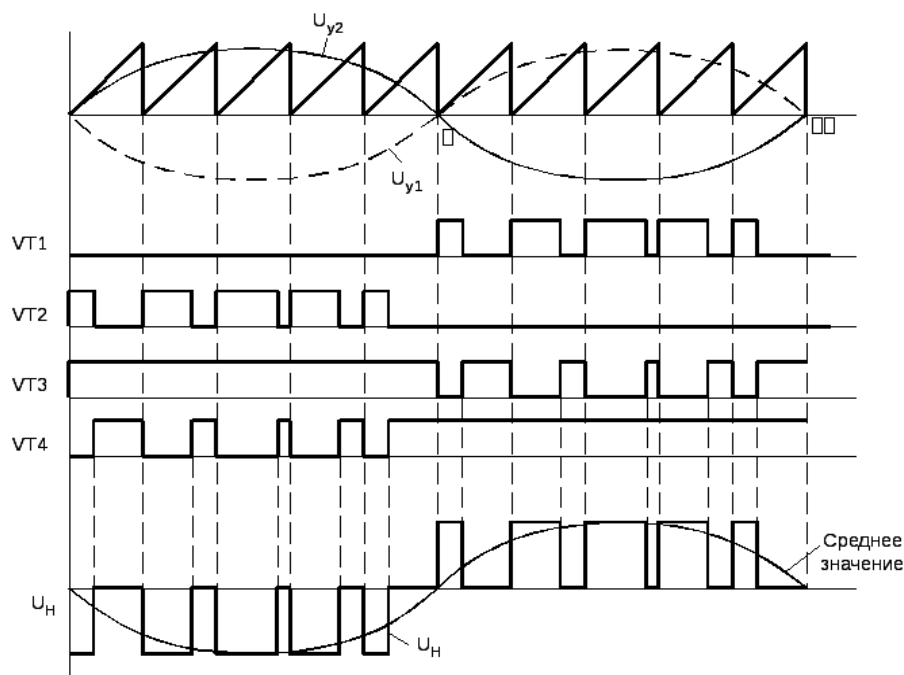
Avtonom invertorlarda sodir boʻladigan jarayonlar yuklama parametrlari bilan bir qatorda qaytarilish davri, yuklama kuchlanishining shakli va shakllantirish usullariga bogʻliq. Yuqorida keltirilgan diagrammalar  $\psi=180^\circ$  holati uchun bajarilgan. Bunda yuklamadagi kuchlanishning qiymati  $E$  bilan aniqlanadi va yuklama toki va undagi kuchlanish oʻzgaruvchan ekanligini ham alohida taʼkidlash lozim.

Mavjud bir fazali tiristorli avtonom kuchlanish invertor sxemalarida quyidagi kamchiliklarni koʻrsatish mumkin:

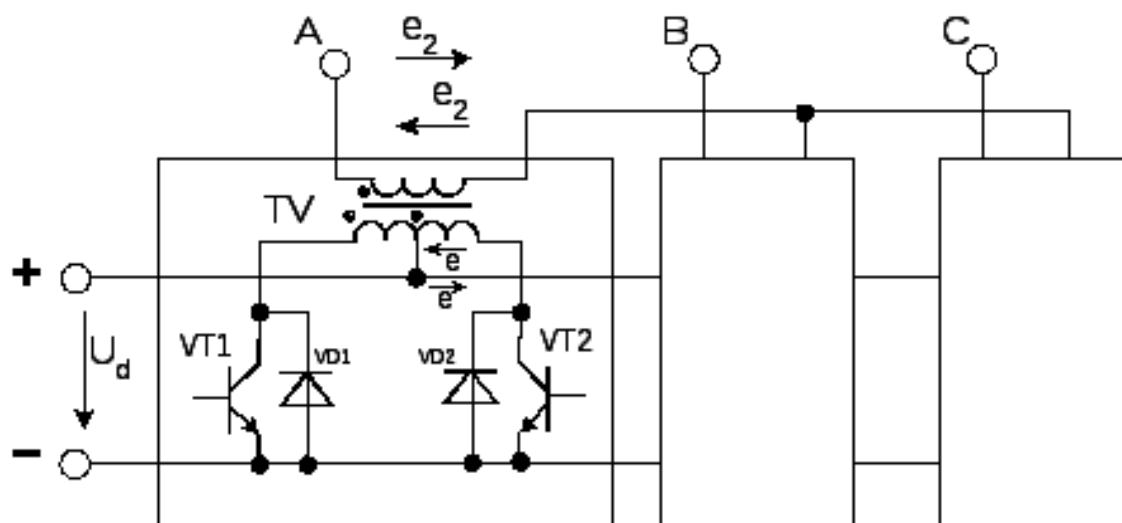
a) tiristorlarni ingichka bosharish impulslarining davomiyligi nafaqat ishlatilayotgan tiristor toifasiga, balki invertor yuklamasi parametrlariga va ularning oʻzgarishlariga bogʻliq. Bu esa invertor yuklamasi parametrlari va

ularning o'zgarish diapazonlarini bilgandan so'ng boshqarish tizimini loyihalash mumkin;

b) invertor yuklamasida maksimal quvvat olinayotgan rejimida yuklama toki fazasini o'zgarishi natijasida yuklama kuchlanishiga nisbatan tiristorga berilayotgan ingichka boshqarish impulsi fazasini mos holda korrektirovka qilish kerak bo'ladi. Bu esa butun qurilma sxemasini ko'p elementli va murakkab bo'lishiga sabab bo'ladi.



9.4-rasm. Avtonom kuchlanish invertorda chiquvchi kuchlanishni sinusoidaga aylantirish diagrammasi.

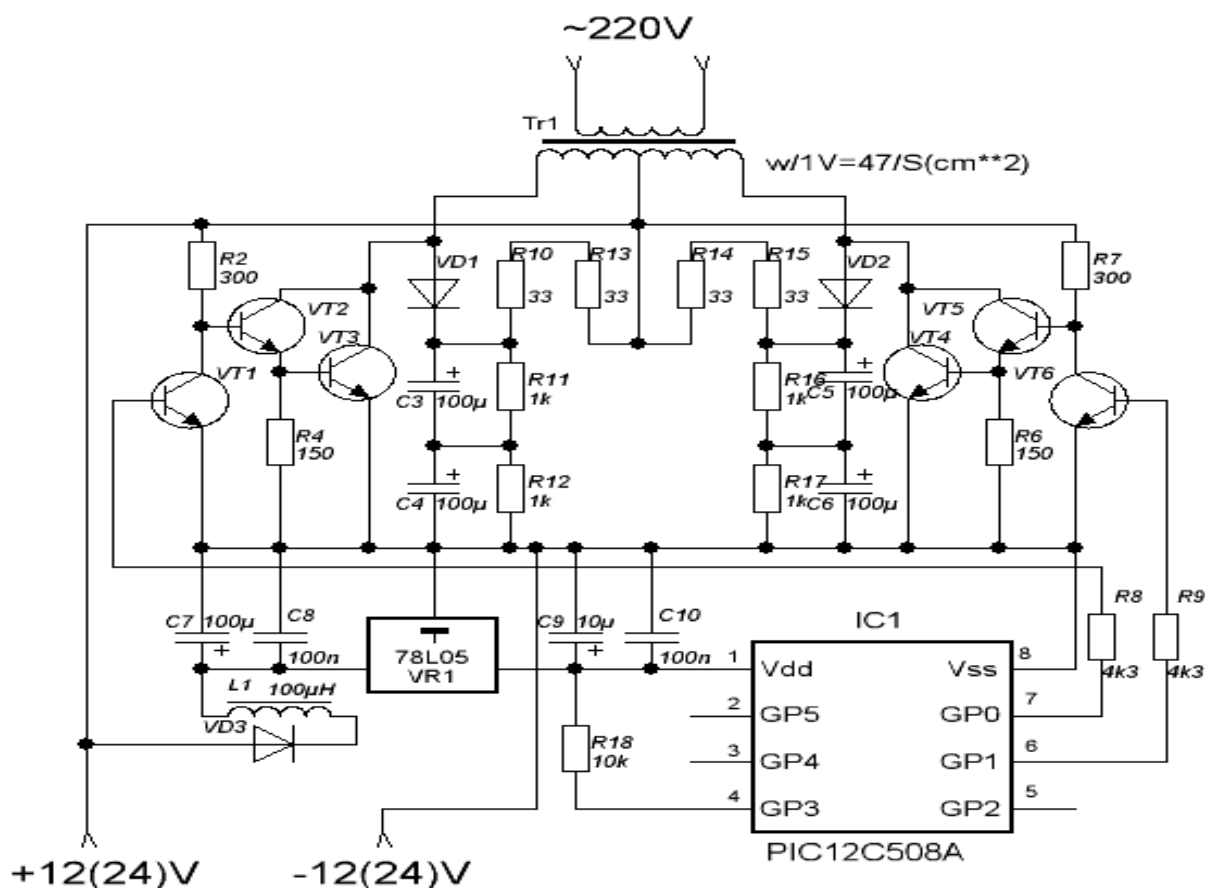


9.5-rasm. Avtonom kuchlanish invertordan chiqqan kuchlanishni uch fazaga aylantirish sxemasi.

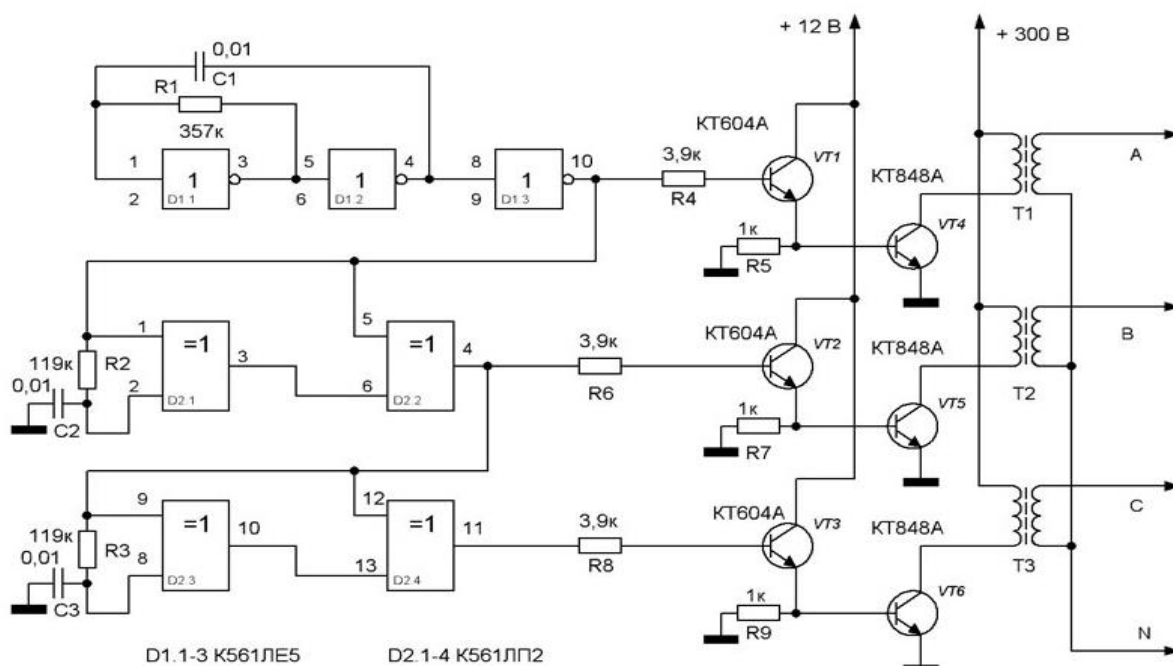
### Ishni bajarish tartibi:

1. Avtonom kuchlanish inverter parametrlari bilan tanishib, tegishli o'lchash asbolarini tanlang.
2. 9.6 – rasmda ko'rsatilgan sxemani yig'ing.
3. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa, ko'prik sxemali bir fazali to'g'rilagich kirishiga LATR vositasida 220 V bering.
4. Avtonom kuchlanish invertorni elektr motori bilan yuklab, o'zgartirilgan tok va kuchlanish qiymatlarini 9.1 – jadvalga yozing (bunda ossillograftdagi tok tasvirini kalkaga tushiring).
5. 9.7 – rasmda ko'rsatilgan ko'prik sxemali uch fazali avtonom kuchlanish inverter sxemasini yig'ing.
6. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa avtonom kuchlanish inverter chiqishiga 3 ~220 V mavjudligini tekshiring.
7. Yuklanish tokini elektr lampalari bilan o'zgartirib, o'zgartirilgan tok va kuchlanish qiymatlarini 9.2–jadvalga yozing (bunda to'g'rilangan tok ossillogrammasini kalkaga tushiring).

### Elektr zanjiri sxemalari



9.6-rasm. Ko'prik sxemali tranzistordan iborat bir fazali inverter sxemasi.



9.7-rasm. Ko'priq sxemali tranzistordan iborat uch fazali invertor sxemasi.

#### IV. Tajribanatiqaydetishjadvallari

9.1 – jadval

|       |   | bitta lampa | ikkita lampa | uchta lampa |
|-------|---|-------------|--------------|-------------|
| $U_1$ | B |             |              |             |
| $I_1$ | A |             |              |             |

9.2 – jadval

|       |   | bitta lampa | ikkita lampa | uchta lampa |
|-------|---|-------------|--------------|-------------|
| $U_T$ | B |             |              |             |
| $I_T$ | A |             |              |             |

#### V.Hisoblash va tasvirlar:

Olingan natijalar asosida yarim o'tkazgichli avtonom kuchlanish invertorning tashqi xarakteristikasi  $U_m = f(I_m)$  ni chizing.

**VI. Laboratoriya ishi bo'yicha xulosa:** Laboratoriya ishini bajarib bo'lganingizdan keyin yarim o'tkazgichli avtonom kuchlanish invertorda ro'yberadigan fizik jarayonlar, uning ulanish sxemalari va ish rejimlari, qo'llanilish sohalari haqida fikrlang va xulosa qiling.

#### Mustaqil tayyorlanish savollari

1. Invertordeb nimaga aytiladi va ular qanday bo'ladi?
2. Avtonom kuchlanish invertor qanday ulanish sxemalariga ega va bu sxemalarning kamchilik hamda afzalliklari nimadan iborat?
3. Invertorlarning volt – amper tavsiflari qanday olinadi?
4. O'zgartirilgan tok, kuchlanish va quvvatlar turli sxemalarda qanday hisoblanadi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 448p.
2. Chapman S. J. Electric machinery fundamentals Mc. Graw Hill Education New York. NY10020. 2005 , 746p.
3. Rizzoni G. Fundamentals of electrical engineering. McGraw-Hill Education 2010g. 996 r.
4. Karimov A.S. va boshqala. Elektrotexnika va elektronika asoslari T. O'qituvchi 1995 y. 466 c.
5. Karimov A.S. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Masalalar to'plami va laboratoriya ishlari T. O'qituvchi. 1991 y.
6. Karimov A.S., Mirxaydarov M.M. Nazariy elektrotexnika T. O'qituvchi 1979 y.
7. Majidov S. M. Elektrotexnikadan ruscha-o'zbekcha lug'at-ma'lumotnoma, T. O'zbekiston. 1994 y, 262 s.
8. Volynskiy V. A. "Elektrotexnika", 1987g., Moskva. Energoatomizdat.
9. Xonboboev A.I., Xalilov N.A. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. T. O'zbekiston, 200y. 444 s.
10. Power electronics. Converters and regulators. Third Edition. Branko L. Dokić , Branko Blanuša, 2015. Springer International Publishing (Switzerland), p. 398.
11. O.V. Grigorash, G.A. Sultanov, D.A. Normov. Elektrotexnika i elektronika. Neoglor. Krasnadar-2008g 465s.
12. O. Quvondiqov, I. Subhonqulov, X. Urinov. Elektrotexnika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent-2016y. "Fan va texnologiya". 115b.
13. M. Ibodullayev. Nazariy elektrotexnika asoslari. T. "O'zbekiston" 2015y-329b.
14. S.F. Amirov va boshqalar. Elektrotexnikaning nazariy asoslaridan masalalar to'plami. T. "Adabiyot uchqunlari". 2015y-420b.

#### **Internet resurslari:**

[https://www. Ziyo Net.Uz](https://www.Ziyo.Net.Uz) ru

<https://ru.wikipedia. ru>

[https://ru.wikipedia.org/wiki Bolshoy vzryv](https://ru.wikipedia.org/wiki/Bolshoy_vzryv)

<https://www.google.ru/search?q=zapasы>

## MUNDARIJA

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Kirish .....                                                               | 3  |
| Tajriba ishlarini bajarishda texnika xavfsizligi talablari .....           | 4  |
| 1. O'zgarmas tok elektr zanjirlarida Om va Kirxgof qonunlarini tekshirish. | 7  |
| 2. Aktiv, sig'im va induktiv elementli o'zgaruvchan tok zanjiri.....       | 11 |
| 3. Uch fazali elektr zanjirida iste'molchilarni ulash.....                 | 18 |
| 4. Bir fazali transformatorni qisqa tutashuv rejimida tekshirish.....      | 23 |
| 5. Noelektrik kattaliklarni elektr usulda o'lchash.....                    | 27 |
| 6. Asinxron dvigatelni yurgizish va reverslash.....                        | 36 |
| 7. Yarim o'tkazgichli diod va tristorlarning statik xarakteristikasi.....  | 39 |
| 8. Bir va ikki yarim davirli to'g'rilagichni tekshirish.....               | 45 |
| 9. Invertorni ishlashini tekshirish.....                                   | 47 |
| Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....                                    | 52 |





