

**PARDABOEV A.**

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

**JIZZAX POLITEXNIKA INSTITUTI**

**“Elektroenergetika va Fizika” kafedrası**

**“Elektrotexnika nazariya asoslari” fanidan**

# **LABORATORIYA ISHLARI**

**TO'PLAMI**



**JIZZAX-2006**

UDK 621.1

Tuzuvchi: Pardaboev A.

Sahifalovchi: Mustafoulov A.

Ushbu uslubiy kursatma “Elektroenergetika” yo'nalishidagi bakalavrlar uchun “Elektrotexnika nazariya asoslari” fanidan tajriba mashg'ulotlarni bajarish uchun yangi o'quv rejasiga asosan tuzilgan.

Mazkur uslubiy kursatma talabalarning naziriy va amaliy olgan bilimlarni tajriba asosida mustaxkamlash uchun xizmat qiladi.

Taqrizchi: dots. Axmedov R.

Jizzax Politexnika Instituti ilmiy uslubiy kengashining 2006 yilning \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ majlis bayoni bilan tasdiqlangan.

## Labaratoriya ishi №1

### O'zgarmas tokning oddiy elektr zanjirlarini tekshirish.

1. Ishni bajarishdan maqsad.

a) Elektr o'lchov asboblari bilan tanishish

b) O'lchov asboblari yordamida elektr zanjir qismlaridagi tok kuchlanishlarini bevosita yo'li bilan Om va Kirxgof qonularini eksperimental tekshirishi.

S) O'zgarma tok zanjirida elementlarni ketma-ket parallel va ulashni o'rganish.

2. Ishga oid nazariy tushinchalar.

Elektr zanjiri deb manbadan iste'molchiga elektr energiyasi o'tishi uchun berk yo'l xosil qiladigan qurilmalar va elementlar yig'indisiga aytiladi.

Manba (generator) ulagich simlar va iste'molchilar zanjirining asosiy elementlari deyiladi.

Iste'molchilarni energiya manbasiga ulashda ketma-ket, parallel va arlash ulash sxemalari qo'llaniladi. qarshiliklar

$R_1, R_2 \dots R_n$  ni manbaga ketma-ket ulab kontur hosil qilishi 1-1 rasmda ko'rsatilgan. Bunday zanjirning o'zida hos xususiyati undan doimo birxil qiymatdagi tokning oqishidir.

Bunday zanjirning har-bir qarshiligiga Om qonuniga kuchlanishning pasayishi

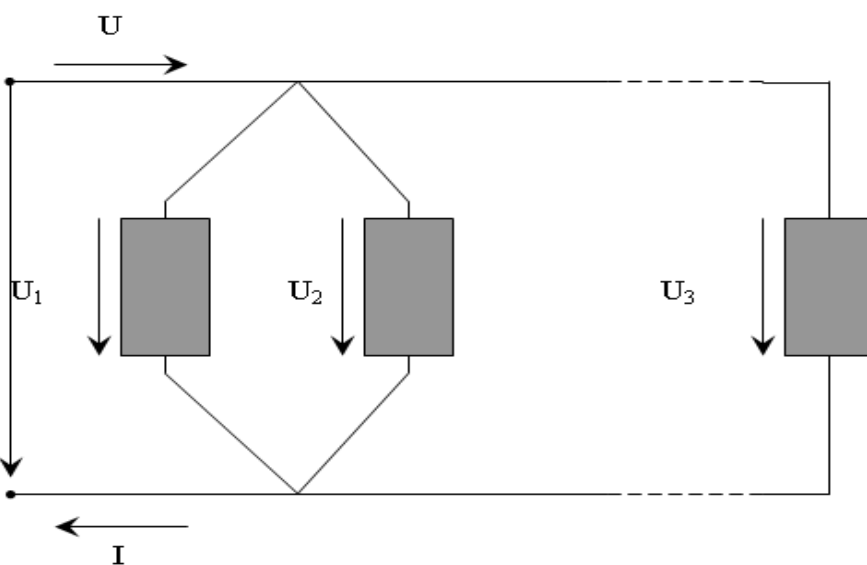
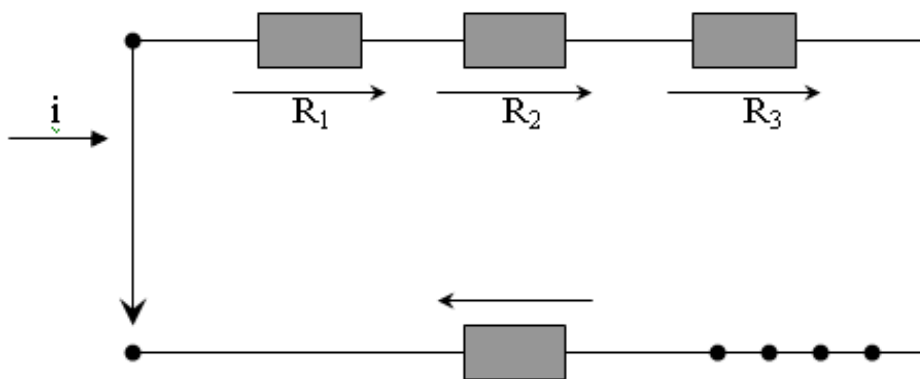
$$U_h = IR_h \text{ qiymati qadar sodir bo'ladi.}$$

Yani 
$$U_1 = I \cdot R_1, U_2 = I \cdot R_2, \dots, U_n = I \cdot R_n$$

Ammo Kirxgovning ikkinchi qonuniga binoan zanjir qismlaridagi kuchlanishlarning tushivi unda berilgan kuchlanishga teng, ya'ni

$$U = U_1 + U_2 + U_2 + \dots + U_n = I(R_1 + R_2 + \dots + R_n) = I \cdot R_2$$

bu erda  $R_z = R_1 + R_2 + \dots + R_u$  butun zanjirdagi elementlar qarshiliklar yig'indisiga teng ekvalent qarshilik bo'lib uni manbaga ulaganda zanjirdan avvalgidek qiymatdagi tok o'tishini ta'minlaydi qarshiliklar parallel ulangan zanjirning sxemasi 1-2 ramida belgilangan

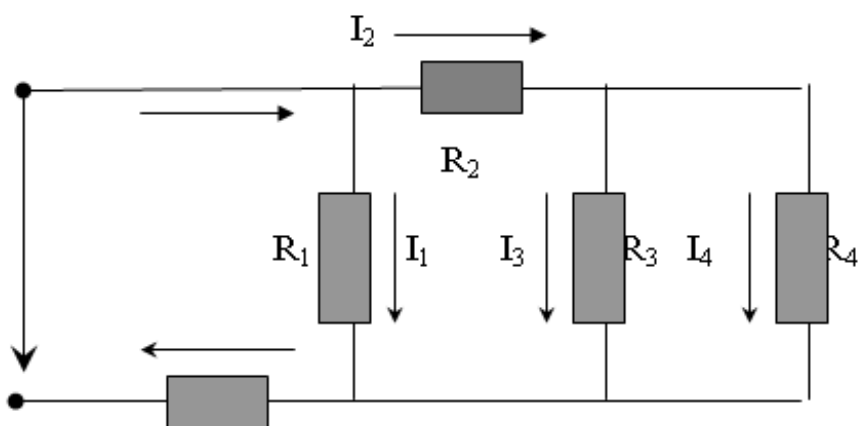


Bunday zanjirning o'ziga xos xususiyatining tarmoqlaridagi kuchlanishning doimo bir xilligi deb, ya'ni

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

yoki 
$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n} = U \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) = U \cdot \frac{1}{R_z}$$

Iste'molchilarni manbaga aralash sxema bo'yicha ulashda ketma-ket va parallel ulanishlarning turli variant bo'lishi mumkin (1-3 rasm)



Zanjirning ayrim qismlaridagi tok va kuchlanishlar kirxgov qonunlariga asosan aniqlanadi. M: 1-3 rasmdagi zanjirning qarshiliklari  $R_0, R_1, R_2, R_3$  va kuchlanish  $u$  ma'lum bo'lsa, zanjirdagi noma'lum

$I_0, I_1, I_2, I_3, I_4$  toklarni aniqlash uchala zanjirning 5ta muvozanat tenglamasi tuziladi.

$$I_0 - I_1 - I_2 = 0$$

$$I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_0 R_0 + I_1 R_1 = V$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_1 R_1 = 0$$

$$I_4 R_4 - I_3 R_3 = 0$$

### 3.1. Qarshiliklari $R_1, R_2$ va $R_3$ ketma-kt ulangan

elektr sxemasini 1-4 rasmdagidek yiqing va uni o'zgarmas kuchlanish manbai  $V_0$  da ulang. Voltmetr  $V$  yordamida zanjir qismlaridagi kuchlanishlar tushivi

$V_{12}, V_{23}, V_{34}$  larni va butun zanjirning kuchlanishi

$V_0 = V_{14}$  ni o'lchang, o'lchash natijalarini 3-1 jadvalda yozing. Olingan m'lumotlar bo'yicha

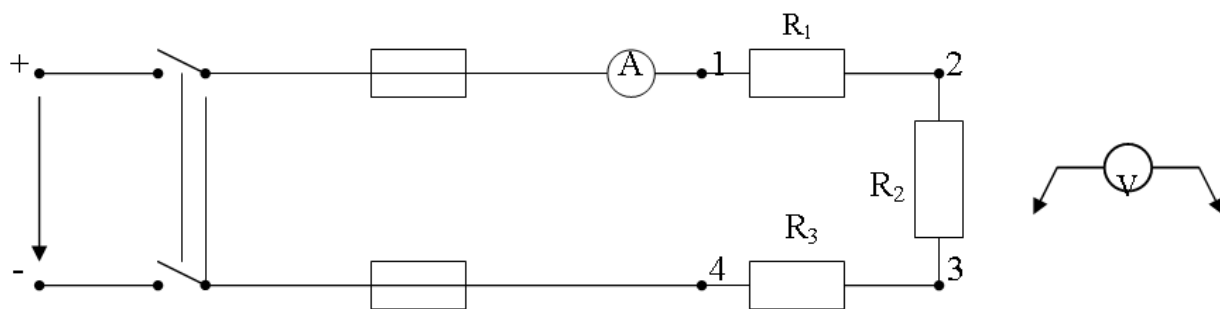
berilgan zanjir uchun Kiroxgof ikkinchi qonuni qo'llang, ya'ni

$$U_{13} = U_{12} + U_{23};$$

$$U_{24} = U_{23} + U_{34};$$

$$U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{34};$$

Om qonunidan foydalanib zanjir qismlari qarshiliklari  $R_1, R_2, R_3$  va  $R_z$  qiymatlarini toping.



1-4 rasm

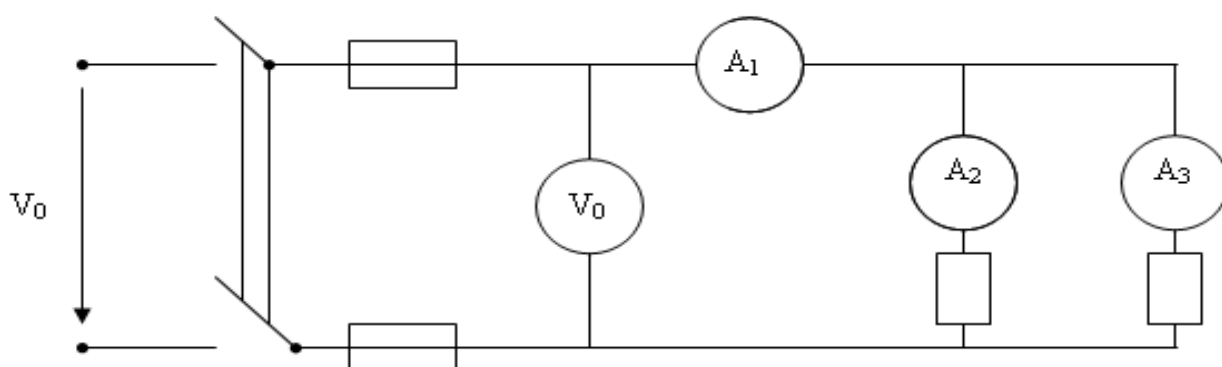
3-1 jadval

O'lchashlar					Hisoblashlar					
I, A	V <sub>0</sub> , V	V <sub>12</sub> , V	V <sub>23</sub> , V	V <sub>31</sub> , V	V <sub>14</sub> , V	R <sub>1</sub> , Ω	R <sub>2</sub> , Ω	R <sub>3</sub> , Ω	Re = R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub> + R <sub>3</sub>	Re = $\frac{V_e}{I}$

3.2. Qarshiliklari R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> parallel ulangan zanjirni 1-5 rasmdagi sxema bo'yicha, o'zgarmas kuchlanish manbai

U<sub>0</sub> ga ulang.

O'lchash natijalarini 3-2 jadvalga yozing



1.5 rasm

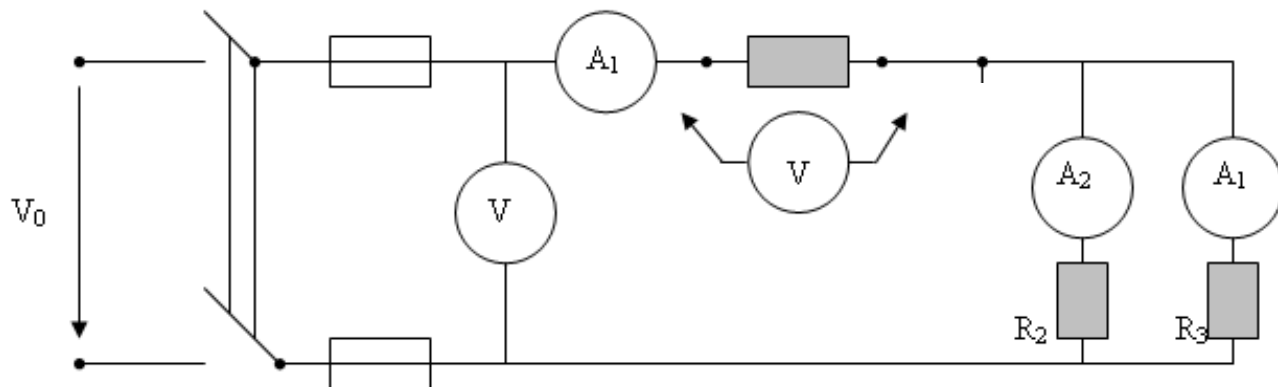
Olingan ma'lumotlar bo'yicha Kirxgof birinchi qonunining bajaralishiga ishonch qosil qiling, ya'ni

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Om qonunidan foydalanib qarshiliklar

$R_2$  va  $R_3$  ni xisoblangan.

3.3. qarshiliklari aralash ulangan sxemani 1-6 rasmlardagidek yiqing. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 3-3 jadvalga yozing.



3- jadval

O'lchashlar						Hisoblashlar		
$V_0, V$	$I_1, A$	$I_2, A$	$I_3, A$	$V_{11}, V$	$V_{23}, V$	$R_{13}, \Omega$	$R_2, \Omega$	$R_3, \Omega$

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. o'zgarmas tokning qanday manbalari borq
2. (qarshilik) qarshilik nima va uning miqdori nimaga bog'liq.
3. Kirxgof qonunlarini tariflang va ular asosida ixtiyoriy aralash zanjir uchun tenglamalar tuzing.
4. Om qonunini tariflang va qo'llanishiga oid misollar keltiring.
5. Ekvalent qarshilik nima va u turli biriktirish sxemalari uchun qanday aniqlanadi.

## Laboratoriya ishi № 2

### Ikki manbali zanjirni superpozitsiya (ustlash) usuli bilan qisoblashni amalda tekshirish.

1. Ishni bajarishdan maqsad

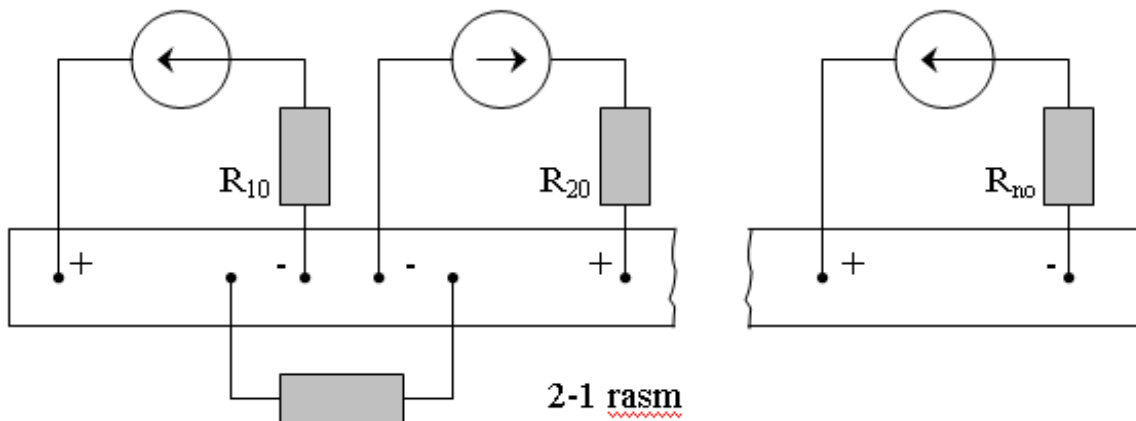
A) Murakkab o'zgarmas to'k zanjiridagi to'k va kuchlanishlarni bevosita o'lchash yo'li bilan bir nechta manbali zanjirlarni xisoblash uchun ustlash usulini qo'llash mumkinligiga ishonish hosil qilish .

V) Ustlash usuli bo'yicha tekshiriladigan zanjirning hisobiy natijalarini tajribalardan olingan malumotlar bilan taqqoslash.

2. Ishga oid natijaviy tushinchalar.

Ustlash usuli o'zgarmas yoki o'zgaruvchan to'k zanjirlarini hisoblash usullaridan biri bo'lib, bunda k ta E.Yu.K manbai bo'lgan murakkab zanjirning  $R_n$  qarshilik ixtiyoriy n tarmoqidan oqib o'tayotgan to'kni zanjirdagi xar bir

E.Yu.K  $E_1, E_2, \dots, E_n$  laring ta'siridan oqib o'tayotgan  $I_n^I, I_n^{II}, \dots, I_n^R$  toklar yig'indisi deb qaraladi.



Buning uchun zanjir qandaydir passiv ko'p qutblik "II" shaklida berilgan bo'lib, uning ichidagi elementlari, Yu masalan, qarshiliklar  $R_1, R_2, \dots, R_n$  tegishli sxema bo'yicha biriktirilgan va joylashtirilgan. Bu usulni o'rganish oson bo'lishi uchun E.Yu.K manbai bo'lgan tarmoq vaqtincha ko'p qutblikdan tashqariga chiqarilgan. Zanjirning ayrim qarshiliklaridan o'tayotgan real toklarni (shu jumladan 2-1 rasmda ko'rsatilgan  $R_n$  qarshiliklardan o'tayotgan tok qam) aniqlash uchun avval ularning tarkibidagi



$$I_1^1, I_I^II, \dots, I_I^R; \quad I_2^1, I_2^II, \dots, I_2^R; \quad \dots \quad I_n^1, I_n^II, \dots, I_n^R; \text{ташкил}$$

etuvchilarni hisoblash kerak.

Masalan n tarmoqdagi

$R_n$  qarshilikdan o'tayotgan tok  $I_n^1 EY u K E_1$  ning ta'sirida hosil bo'lgan tashkil etuvchidir, uning miqdorini 2-1 rasmdagi  $E_2, E_3, \dots, E_n$  **EYuK** lar zanjirdan vaqtincha ajratilib faqat  $E_1, EY u K$  ulangan paytdagini qisoblash

kerak. Faqat shuni esda tutish kerakki 2-2; 3-3, ... K-K qismlar (qutiblar) orasidagi EYuK manbalari zanjirdan vaqtincha ajratilgani tufayli, ularning ichki qarshiliklari

$R_{20}, R_{30}, \dots, R_{n0}$  noldan farqli bo'lsa, sxemada hisobga olish kerak. Agar generatorlar cheksiz

katta quvvatli bo'lsa, ularning ochiq qolgan qismlari vaqtincha qisqa tutashtiriladi. EYuK manbalarini navbatma-navbat ulash yo'li bilan alohida

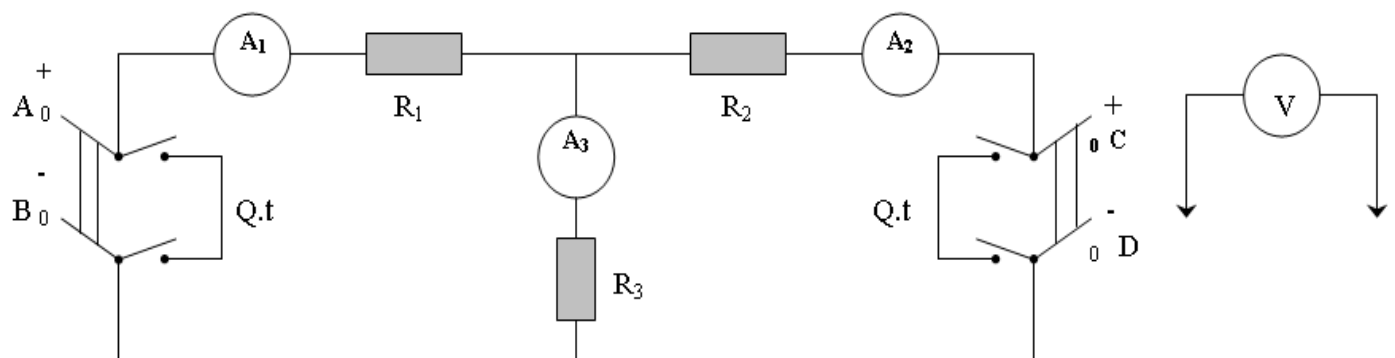
tarmoqlarning toklari,  $I_m^1, I_m^II, \dots, I_m^R;$  lar hisoblanadi. So'ngra bu tashkil etuvchilarning yo'nalishlarini hisobga olgan

holda qo'shib, xaqiqiy tok  $I_m = \sum I_m^{(R)};$  aniqlanadi. Mazkur usul EYuK manbalari uchdan ortiq bo'lmagan murakkab zanjilarni hisoblash uchun qulaydir.

### 3. Ishni bajarish tartibi.

3.1. 2-2 rasmdagi elektr sxemada  $T_1$  va  $T_2$  tumbliklarni qisqa tutashuv "q · t" holatiga o'tkazib,  $A_1, A_2, A_3$  ampermetrlarning ko'rsatishlari bo'yicha zanjir tarmoqlarida tokning yo'qligiga ishonch hosil qiling. Voltmetr V yordamida  $E_1$  va  $E_2$  manbalarining a-b, s-d qismlarida kuchlanishlarning borligini tekshiring,

buning uchun avval 2-2 rasmdagi sxemani umumiy T yordamida elektr tarmog'iga ulang.



2-2 rasm

3.2. Tumbler  $T_1$  ni a-b holatida va tumbler  $T_2$  ni esa “q · t” holatiga o'tkazib,

$I_1^1, I_2^1, I_3^1$  toklarning qiymatlarini 3-1 jadvalga yozing. Endi tumbler  $T_1$  ni “q · t” holatiga va tumbler

$T_2$  ni esa “s-d” holatida o'tkazib,  $I_1^{II}, I_2^{II}, I_3^{II}$  toklarning qiymatlarini jadvalga yozing.

Ampermetrlarning strelkalari o'ng tomonga o'tganda toklarning qiymatlari “Q” ishora bilan, chap tomonga oqganda esa “-” ishora bilan yozilishi kerak.

3.3.  $T_1$  va  $T_2$  tumblerlarning holatlarini o'zgartirmay,  $T_1$  temblerni a-b holatiga

o'tkazib,  $I_1, I_2, I_3$  toklarning natijaviy qiymatlari 3-1 jadvalning pastki qatoriga yozilsin. Bu toklarning har biri

$E_1$  va  $E_2$  EYuK manbalarini zanjirga navbat bilan ulangandagi ta'sirlaridan hosil bo'lgan

toklarning algebraik yig'indisiga teng.

I <sub>1</sub> , mA		I <sub>2</sub> , mA		I <sub>3</sub> , mA	
I <sup>I</sup> <sub>1</sub>	I <sup>II</sup> <sub>1</sub>	I <sup>I</sup> <sub>2</sub>	I <sup>II</sup> <sub>2</sub>	I <sup>I</sup> <sub>3</sub>	I <sup>II</sup> <sub>3</sub>

Voltmetr  $U$  yordamida  $E_1$  va  $E_2$  manbalarining kuchlanishlarini va zanjirning har bir qarshiliklaridagi  $U_1, U_2, U_3$  kuchlanishlarini o'lchab, qiymatlarini 3-2 jadvalga yozing, 3-1 jadvalning

4. ma'lumotlaridan foydalanib,  $R_1, R_2, R_3$  qarshiliklarning qiymatlari qisoblab to'ladi, ya'ni

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3};$$

$E_1, \mathcal{U}$	$E_2, \mathcal{U}$	$V_1, \mathcal{U}$	$V_2, \mathcal{U}$	$R_1, \text{Om}$	$R_2, \text{Om}$	$R_3, \text{Om}$	

5. Ustlash usuli asosida  $E_1$  va  $E_2$  manbalarining kuchlanishlari va  $R_1, R_2, R_3$  qarshiliklarining olingan qiymatlari bo'yicha tekshirilayotgan zanjir uchun nazariy hisoblashlarini bajarib, ishning natijalarini tajribadan olinganlar bilan taqqoslang.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. Ustlash usulining moxiyati nimada.
2. Zanjirni navbatma-navbat EYuK manbalariga ulanganimizda o'lchov asboblardan o'tayotgan toklarning yo'nalishlari o'zgarishiga sabab nima
3. Nima uchun zanjirning barcha ishi rejimlarida uning ayrim (shaxobchalaridagi) tarmoqlardagi toklarning yo'nalishlari doimo o'zgarishsiz qoladi. qanday xollarda elektr zanjirlarini hisoblash uchun ustlash usulini qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

### Laboratoriya ishi №3

#### O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv va reaktiv qarshiliklarni ketma-ket ulash.

1. Ishni bajarishdan maqsad
  - A. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om va Kirxgofning II-qonunini tadbiq etishni o'rganish.
  - B. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik  $R$ , induktivlik  $L$  va Sig'im  $S$  ni turli sxemalarida ketma-ket ulanganda zanjirga berilgan kuchlanishning qanday taqsimlanishini amalda tekshirish.
  - S. O'lchov natijalariga ko'ra ketma-ket zanjir uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.
  - D. zanjirning aktiv- $R$ , reaktiv (induktiv

$-X_L$ , siqim  $-X_C$ ) va tola-z qarshiliklarni, shuningdek, zanjirning kirish tomonidagi va qisqinlasidagi tok va kuchlanishlar orasidagi fazalar siljish burchagini aniqlashini o'rganish.

2. Ishga oid nazariy tushinchalar.

Xar qanday o'zgaruvchan tok zanjiri,  $\eta, L$  va  $C$  elementlarining ketma-ket, parallel va aralash ulangan turlicha sxemalardan iborat bo'lishi mumkin. Zanjirdagi aktiv qarshilik  $-R$ , iste'mol qilayotgan elektr energiyasining issiqlik, yorug'lik yoki boshqa turdagi energiyaga aylanishi xarakterlaydi. Induktivlik  $L$  zanjirning

magnit maydonini, sig'im esa elektr maydonini xarakterlaydi.

Mazkur laboratoriya usulda iste'molchilarni o'zgaruvchan tok zanjirini ketket-ulashning quyidagi hollari o'rganiladi:

A. Ikkita aktiv qarshilik  $P_1$  va  $P_2$  ketma-ket ulangan zanjir (3-1rasm)

B. Aktiv qarshilik  $R$  va induktivlik  $L$  ketma-ket ulangan zanjir(3-1 rasm b)

S. Aktiv qarshilik  $\eta$  va sig'im - kondensator  $S$  ketma - ketlangan zanjir (3-1 rasm, s)

D. umumiy hol -  $R, L, S$  elementlar ketma-ket ulangan zanjir (3-1 rasm, d)

3-1 d rasmda keltirilgan o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni quyidagida ifodalanadi:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

bu erda:  $I$  va  $V$  zanjirdagi tok va kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati;

$Z$ -zanjirning tola qarshiligi, Om;  $R$ -aktiv qarshilik, Om,

$X_L$  – induktiv qarshilik, Om,  $X_C$  – qarshilik, Om;

$$X_L = \omega L; \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

bu erda:  $L$ -Induktivlik, Gn,  $S$ -sig'im,F,  $\omega = 2\pi f$ -o'zgaruvchan tok bundek chastotasi  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $f$ -o'zgaruvchan tok chastotasi,  $\text{r}^8$  O'zgaruvchan tok zanjirlarini analiz qilishda vektor

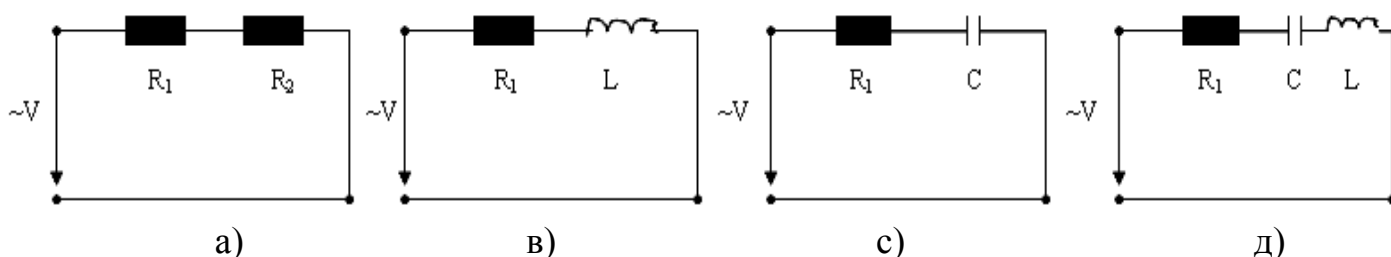
diagrammaliridan foydalanishga to'g'ri keladi. Ularni qurishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

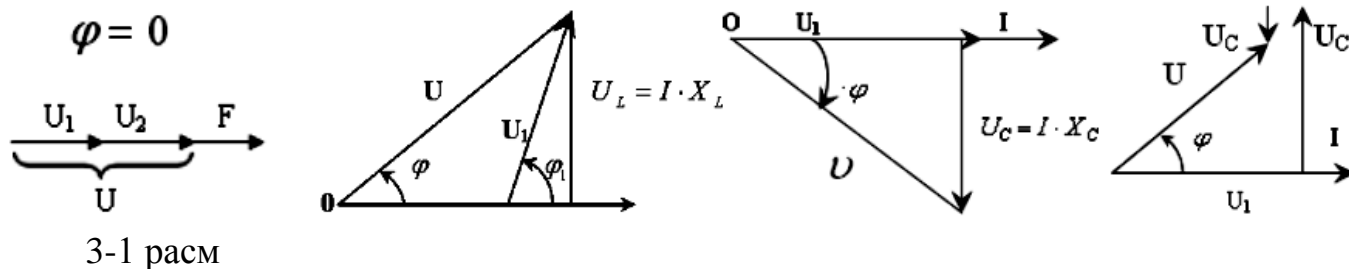
a. zanjir aktiv qarshilikdan iborat bo'lganda tok va kuchlanishi

vektorning yo'nalishlari mos bo'lib, ular orasidagi siljish burchagi  $\varphi = 0^0$  (3-1, a,a, rasm)

6. Induktivlikda kuchlanishli faza bo'yicha tokdan  $90^0$  da oldin keladi(3-1, b,b, rasm).

s. Sig'imda kuchlanish tokdan faza bo'yicha  $90^0$  ga orqada qoladi(3-1, s,s, rasm)





O'zgaruvchan tok zanjirida berilgan kuchlanishi, o'zgarmas tok zanjirdagidek zanjir qismlardagi kuchlanishlar tishivining algebraik yig'indisiga teng bo'lmay, balki ularning vektor yig'indisiga teng bo'ladi,

$$\text{ya'ni } \bar{U} = \bar{I} \cdot Z_1 + \bar{I} \cdot Z_2 + \dots + \bar{I} Z_n = \bar{U}_1 + \bar{U}_2 + \bar{U}_3 + \dots + \bar{U}_n$$

O'zgaruvchan tok zanjirida berilgan kuchlanishi, o'zgarmas tok zanjirdagidek zanjir qismlardagi kuchlanishlar tishivining algebraik yig'indisiga teng bo'lmay, balki ularning vektor yig'indisiga teng bo'ladi,

$$\text{ya'ni } i = I_m \sin \omega t, u = U_m \sin(\omega t \pm \varphi)$$

Agar zanjir induktiv yoki aktiv-induktiv xarakterga ega bo'lsa, u burchak musbat, agar sig'im yoki aktiv-sig'im xarakterga ega bo'lsa, manfiydir. O'zgaruvchan tok zanjirning davr ichidagi o'rtacha quvvatni aktiv quvvat deyilib, u quyidagicha aniqlanadi.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = P = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt = U I \cos \varphi$$

Demak aktiv quvvat nafaqat

$U \cdot I$  ko'paytirma, quvvat koeffitsientini  $\cos \varphi$  ga ham bog'liqdir.

Aktiv quvvat vatlarda (VA) o'lchanadi.

U holda

$$P = U \cdot I \cos \varphi = S \cos \varphi,$$

bu erda  $\cos \varphi$  quvvat koeffitsienti bo'lib, u iste'mol qilayotgan to'la quvvatning qanday qismi foydali ishga sarf bo'layotganini ko'rsatadi.

quvvat  $\pm Q = U \cdot I \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$  zanjirning reaktiv quvvati bo'lib, volt-amper reaktiv (VAR) larda o'lchanadi.

Reaktiv quvvat iste'mol qilinayotgan quvvatning qanday qismi manbaga qaytarilayotgan sig'imi aniqlanadi.

Induktiv xarakterdagi reaktiv quvvatni musbat (QQ) ishora bilan  
Sig'im xarakteridagi esa manfiy

(-Q<sub>s</sub>) ishora bilan belgila qabul qilingan.

		Ўлчаш			Ҳисоблашлар							
					диограммадан	ҳисоблангани						
Актив	Резистор r <sub>1</sub>											
	Резистор r <sub>2</sub>											
	бутун занжир											
Актив-индуктив	Резистор r <sub>1</sub>											
	индуктив ғалтак L											
	бутун занжир											
Актив-сигим	Резистор r <sub>1</sub>											
	Конденсатор C											
	бутун занжир											
Умумий ҳол	Резистор r <sub>1</sub>											
	индуктив ғалтак											
	Конденсатор C											
	бутун занжир											

### Laboratoriya ishi №4

O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv va reaktiv qarshiliklarni parallel ulash.

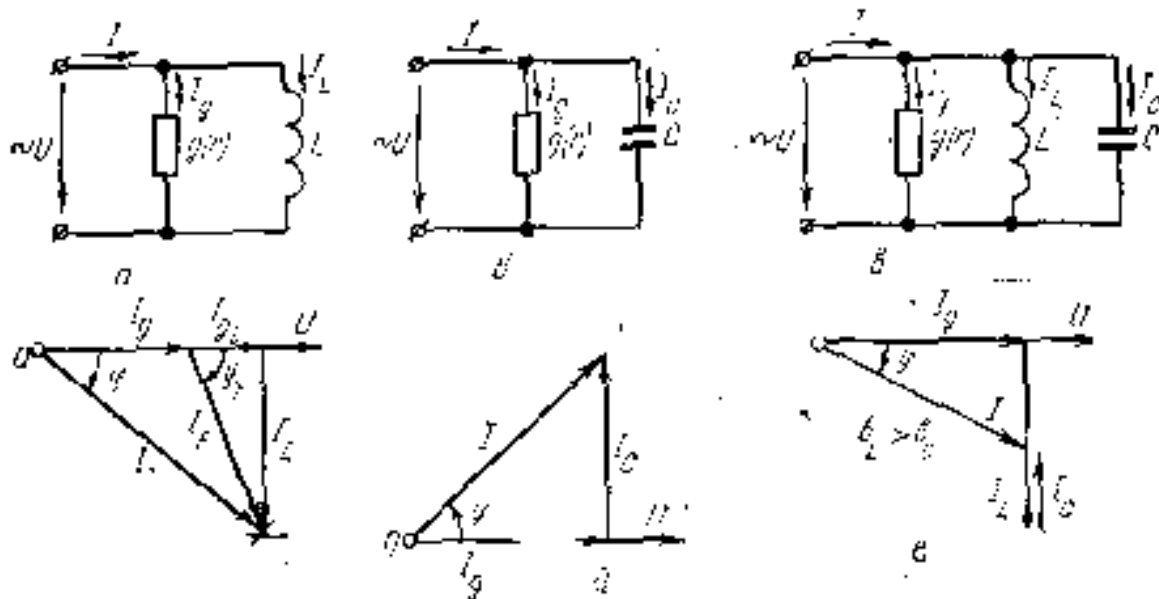
#### I. Ishni bajarishdan maqsad

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokning parallel zanjirlari uchun Om qonunini va Kirxgofning birinchi qonunini tadbiq etish xususiyatlarini o'rganish.
2. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv o'tkazuvchanligi g bo'lgan rezistor r, induktivlik L va sig'im C ni turlicha sxemalarda parallel ulanganda zanjirdagi umumiy tokning qanday taqsimlanishi amalda tekshirish.
3. O'lchashlardan olingan ma'lumotlar bo'yicha parallel zanjir uchun kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.

Zanjirning aktiv g reaktiv b (induktiv – b<sub>L</sub>, sig'im – b<sub>C</sub>) va tola y o'tkazuvchanliklarini hamda quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  ni aniqlashni o'rganish.

#### II. Ishga oid nazariy tushinchalar

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



2.13-rasm

Mazkur laboratoriya ishida iste'molchilarni o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulashning quyidagi xollari o'rganiladi

- a) aktiv o'tkazuvchanlik  $g$  bilan induktiv g'altak  $L$  ni parallel ulash (213-rasm a)
- b) aktiv o'tkazuvchanlik  $g$  bilan kondensator  $C$  ni parallel ulash (213-rasm b.)
- v) Umumiy xolda esa  $g$ ,  $L$  va  $C$  elementlarni parallel ulashdir (213-rasm v.)

Parallel zanjirning har bir shahobchasidagi tok Ohm qonuniga binoan quyidagi tartibda aniqlanadi.

- a) Aktiv o'tkazuvchanlik shahobchasidagi tok

$$I_g = g \cdot U$$

bu erda:  $I_g$  - aktiv o'tkazuvchanlikli rezistor  $R$  orqali o'tuvchi tok, A;  $U$ -tarmoqning kuchlanishi, V;  $g$ -rezistorning o'tkazuvchanligi,  $\frac{1}{\text{Om}}$ .

- 6) Induktiv g'altakli shahobchadagi tok

$$I_F = b_L \cdot U$$

bu erda  $I_F$  - induktiv g'altak orqali o'tuvchi tok, A;  $b_L$  - induktiv g'altakning o'tkazuvchanligi  $\left(\frac{1}{\text{Om}}\right)$

$$b_L = \frac{1}{\omega L} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L},$$

$\omega$  - O'zgaruvchan tokning burchak chastotasi;  $f$  - o'zgaruvchan tokning chastotasi, Gts; L-galtakning induktivligi, Gn.  
v) kondensatorli shaxobchadagi tok

$$I_C = b_C \cdot U$$

bu erda  $I_C$  - kondensatorli zanjirdan utuvchi tok, A;  $b_C$  - kondensatorning sig'im o'tkazuvchanligi,  $\left(\frac{1}{\text{Om}}\right)$

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

S-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 erda I-zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok, A; b-zanjirning reaktiv o'tkazuvchanligi,  $\frac{1}{\text{Om}}$  y-zanjirning to'la o'tkazuvchanligi,  $\frac{1}{\text{Om}}$  yoki simens (qisqa Sm) deb belgilanadi.

Kirxgofning birinchi qonuniga ko'ra o'tkazuvchan tok zanjirida tarmoqlanish nuqtasidagi toklarning geometrik yig'indisi nolga teng, ya'ni;

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L = 0 \text{ (2.13-rasm,a)}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_C \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_C = 0 \text{ (2.13-rasm,b)}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L + \bar{I}_C \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L - \bar{I}_C = 0 \text{ (rasm, v)}$$

O'zgaruvchan tok zanjirida iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat

$$P = UI \cos \varphi$$

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

Parallel shaxobchalarda 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 erda  $P_g$  - aktiv o'tkazuvchanligi rezistor iste'mol qilayotgan quvvat,



$Bt; P_F, P_C$  - tegishli induktiv g'altak va kondensator iste'mol qilayotgan aktiv quvvat,  $Vt; \cos \varphi_F, \cos \varphi_C$  - tegishlicha g'altak va kondensatorli shaxobchalarning quvvat koeffitsientlari.

Butun zanjirning aktiv quvvati parallel shaxobchalar aktiv quvvatlarinin

$$\text{algebraik yig'indisidan iborat, ya'ni: } P = P_g + P_F + P_C$$

### III. Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya stendi bilan tanishib bo'lgandan so'ng 2.14-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, uni avtotransformator (LATOR) yordamida bir fazali tok tarmog'iga ulanadi. LATOR ning chiqish qismlaridagi kuchlanishning qiymati o'qituvchi tomonidan belgilanadi.  $T_1$  va  $T_2$  tumblerlarni ulab, rezistor  $r$  va induktiv g'altak  $L$  dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. Vattmetr yordamida butun zanjirning aktiv quvvatini,  $A, A_1$  va  $A_2$  ampermetrlar yordamida esa zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi va

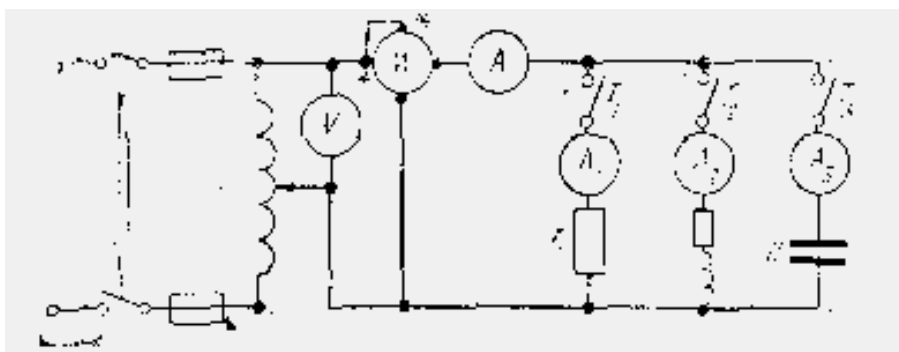
shaxobchalardagi toklarni o'lchab, olingan ma'lumotlar 2 - 8 - jadvalning aktiv - induktiv nagruzka qatoriga yoziladi. Tumbler  $T_2$  ni uzib, tumbler  $T_3$  1. ulanadi. Natijada rezistor  $r$  va kondensator  $S$  dan iborat aktiv - sig'im xarakteril parallel zanjir hosil qilinadi. 2-punktdagi kabi o'lchashlarni bajari natijalarini 2.8-jadvalning aktia-sig'im nagruzka qatoriga yoziladi. Tumbler  $T_2$  1. rezistor  $r$ , induktiv g'altak  $L$  va kondensator  $S$  dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. 2- punktdagi kabi o'lchashlarni bajarib, natijalarni 2.8-jadvaldagi nagruzkaning umumiy turi qatoriga yoziladi.

2.3 va 4 - punktlardagi o'lchashlar bajarilgandan keyin zanjirlarning shaxobchalardagi  $I_g, I_L$  va  $I_C$  toklarning algebraik yig'indisi umumiy tok  $I$  dan katta bo'lishiga ishonch xosil qilinadi.

2. O'lchashdan olingan ma'lumotlar bo'yicha har bir nagruzka turi uchun masshtabda kuchlanish va toklarning vektor diagrammalari quriladi.

3. 2.8-jadvaldagi barcha hisoblashlarni bajargandan so'ng zanjirning parametrlarini aniqlashga o'tiladi.

4. Elementlari parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni va Kirxgofning birinchi qonuni tadbiiq etish haqida xulosa berilsin.



2.14-pacm

### IV. Hisobot tuzish tartibi.

1. Kuchlanish va toklarning vektor diagrammalarini ko'rish. Avval tok va kuchlanishning masshtabini

$(m_I = A/mm$  ba  $m_U = B/mm)$  tanlab olish kerak.

Kuchlanish parallel zanjirlarda zanjirning barcha shaxobchalari uchun bir-xil qiymatga ega bo'lgani uchun uni bosh vektor tarzida olish ma'qul hisoblanadi.

A) Nagruzka aktiv-induktiv xarakterga ega bo'lganda. Ixtiyoriy O nuqtadan (2.13-rasm, g) kuchlanish U ning kuchlanish vektorining garizontal yo'nalishda chizamiz. Yana shu nuqtadan kuchlanish vektorining yo'nalishi bo'yicha rezistorli shaxobcha orqali o'tuvchi tok  $I_g$  ning vektorini chizamiz.

Kirxgofning birinchi qonuniga binoan zanjirdagi umumiy tok  $I=I_g+I_F$  Bu ifodaning vektor diogrammasini qurish uchun tok vektori  $I_g$  ning oxiridan soat strelkasining xarakati yo'nalishida (chunki induktiv tok kuchlanishdan faza bo'yicha orqada qoladi)  $I=I_g+I_F$  vektoriga teng radius bilan yoy chiziladi. So'ngra O nuqtadan umumiy tok I ning vektoriga teng radius bilan yoy chiziladi. Yoylarning kesishgan nuqtasini  $I_g$  toki vektorning oxiri hamda O nuqta bilan birlashtirib, vektor diogrammani hosil qilamiz. G'altakdan o'tayotgan tok  $I_F$  ni aktiv tok  $I_{gF}$  va induktiv tok  $I_L$  dan iborat tashkil etuvchilarga ajratish mumkin;

B) Nagruzka aktiv sig'im xarakterga ega bo'lganda tok vektorlari  $I$  va  $I_C$  soat strelkasining xarakati yo'nalishiga teskari yo'nalishda chiziladi. Kondensatorning aktiv o'tkazuvchanligi juda kichik bo'lganidan uni hisobga olinmaydi. U holda sig'im xarakteridagi tok vektoridagi ( $I_C=I_3$ ) kuchlanish vektoridan xarakterdagi tok vektori faza bo'yicha  $90^0$  ga o'zuvchan yo'nalishda qo'yiladi (2.13-rasm, d);

V) nagruzka aktiv rezistor, induktiv g'altak va kondensatordan iborat bo'lgandagi umumiy hol uchun vektor diogrammani (2.13-rasm, e) qurish o'quvchilarning o'zlariga topshiriladi.

G) quvvat koefitsientini aniqlash. Butun zanjirning quvvat koefitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}$$

Parallel shaxobchalar uchun ham quvvat koefitsienti anashu formula bilan aniqlanadi, ammo quvvat va tokning har bir shaxobcha uchun tegishli qiymatlari olinadi.

Vektor diagrammadan zanjirning quvvat koefitsientini aniqlash uchun tegishli burchaklarni o'lchab, trigonometrik jadvaldan  $\cos \varphi$  ning qiymati aniqlanadi.

Shuningdek, vektor diagrammadan tegishli to'g'ri burchakli uch burchakning katet va gipotenuzalarini o'lchab, ularning nisbatini olish mumkin. Keyingi usul aniqroq natija beradi;

D) zanjirning o'tkazuvchanliklarni aniqlash:

1. Zanjirning to'la o'tkazuvchanligi

$$y = \frac{I}{U}, Sm$$

2. Zanjirning aktiv o'tkazuvchanligi

$$g = \frac{I_g}{U}, Sm(I_g = I_1)$$

3. Zanjirning induktiv o'tkazuvchanligi

$$b_L = \frac{I_L}{U}, Sm(I_L = I_2)$$

4. Zanjirning sig'im o'tkazuvchanligi

$$b_C = \frac{I_C}{U}, Sm(I_C = I_1)$$

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Kirxgofning birinchi qonunini o'zgaruvchan tok zanjiriga tadbiq etish xususiyatlari nimalardan iborat?
2. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni qanday tadbiq etiladi?
3. Nagruzkaning quyidagicha ulangan xollari uchun kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qanday qurish mumkin?  
A) rezistor va induktiv g'altak parallel ulanganda;  
B) rezistor va kondensator parallel ulanganda;  
V) rezistor, induktiv g'altak va kondensator parallel ulanganda;
4. Butun zanjirning, g'altakning va kondensatorning parametrlari qanday aniqlanadi?
5. Butun zanjirning va zanjir shaxobchalarining quvvat va koeffitsienti qanday aniqlanadi?
6. Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?

## 5-laboratoriya ishi

### Kuchlanishlar rezonansi

I. Ishni bajarishdan maqsad

1. Aktiv, induktiv va sig'im qarshiliklari ketma-ket ulangan zanjirda kuchlanishlar rezonansi hodisasini eksperimental tekshirish.
2. Zanjirning ketma-ket tebranish (rezonans) konturini rezonansga qadar, rezonans paytida va rezonansdan keyingi bo'lgan parametrlarini aniqlash va o'ziga hos xususiyatlarini, ish rejimlarini o'rganish.
3. Tajribadan olingan ma'lumotlarni nazariy xisoblar bilan taqqoslash.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Induktivlik va sig'im elementlari bo'lgan elektr zanjirlarda kuzatiladigan rezonans hodisalarining tabiati mexanikadagi, molekulyar fizikadagi, optikadagi va boshqa soxalardagi rezonanslarning tabiatiga o'xshashdir. Bircha hollarda rezonans tebranish konturiga (sistemasiga) tashqaridan berilgan davriy ta'sir (tashqi kuch) tufayli sodir bo'ladi. O'z parametrlariga ko'ra har-bir tebranish sistemasi o'zlarining xususiy tebranishlar chastotasi

$\omega_0$  ga ega. Sistemada to'plangan energiya o'z xolatini to'la siklda shu chastota

tezligiga o'zgartirib turadi. Ichki energiya sarfi bo'lmagan xar qanday (ideal) tebranish sistemasini

$\omega_0$  chastotasi bilan tebratib yuborilsa, u bu xolatni keragicha uzoq vaqt saqlab tura oladi. Ichki energiya sarfi bo'lgan tebranish sistemasida esa to'plangan energiya asta sekin nolchaga kamaya boradi va sistemadagi tebranishlar ham so'nadi. Agar sistemada bo'layotgan xar siklidagi energiya sarfini o'sha

$\omega_0$  chastotada siklik ravishda tashqi energiya manbaidan to'ldirib tura olsak, u xolda sistemada energiya miqdori o'zgarmasdan qolib, tebranish cheksiz uzoq davom etadi. Bu rezonans xodisasining nomoyon bo'lishidir. Boshqacha aytganda, rezonans tebranish sistemasining xususiy tebranishlar chastotasi

$\omega_0$  ni tashqi kuchning (energiya manbaining) majburiy chastotasi

$\omega$  bilan mos xodisasidir.

Elektr zanjirlarda tebranish sistemasini tarzida induktiv g'altak L va sig'im S dan tashkil topgan tebranish konturi (2.15-rasm, a) qaraladi. Kondensatorning qoplamalarida boshlang'ich zaryad

$q_0$  bo'lganda, kondensatorning elektr maydon energiyasi

$$W_9 = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2}$$

teng bo'lib, u g'altakning xuddi shu miqdorli magnit maydon energiyasi

$$W_M = \frac{\phi_0^2}{2L} = \frac{LI_0^2}{2}$$

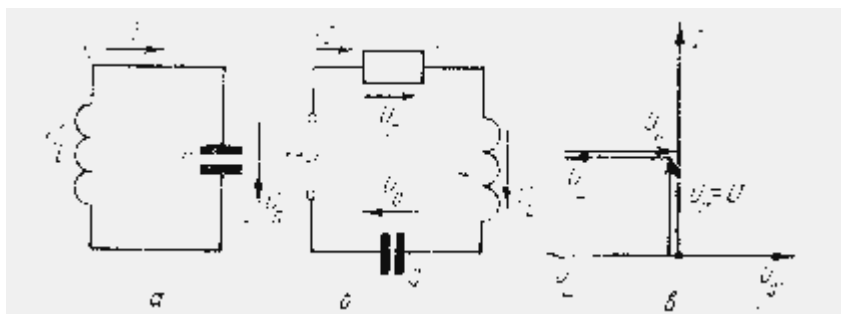
bilan siklik ravishda o'rinalmashib turadi va ushbu o'zgarishlar natijasida konturda

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(Bu erda

$U_0$  - konturdagi kondensator toki  $iq_0$  bo'lgandagi kuchlanish,  $\phi_0$  - g'altakdagi tok maksimum, ya'ni  $i = I_0$  bo'lgandagi ilashgan magnit oqimi). Istagan paytda L va S reaktiv elementlari uch xil ko'rinishda, ya'ni ketma-ket, parallel va aralash sxemada ulanishi mumkin.

Quyida  $r$ ,  $L$  va  $S$  elementlarni ketma-ket ulangan (2.15-rasm, b) zanjirdagi kuchlanishlar rezonansi hodisasi ko'riladi. Zanjirda rezonans hodisasi sodir bo'lishi uchun reaktiv elementlarning qarshiliklari  $x_L = x_C$



2.15-rasm.

yoki  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$  bo'lishi kerak. Bunga  $\omega = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  da erishish mumkin. Agar ketma-ket tebranish konturini sinusoidal kuchlanish  $u = U_m \sin \omega t$  manbaiga ulasak, undan rezonans paytida oqib o'tadigan tok

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}} = \frac{U}{r}$$

Demak, rezonans paytida zanjirning qarshiligi minimal bo'lib, tok o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Bu kuchlanishlar rezonansi hodisasining o'ziga hos xususiyati hisoblanadi.

Tenglama (I) ga binoan kuchlanishlar rezonansi paytida  $L$  va  $S$  reaktiv elementlardagi kuchlanilarning algebraik (yoki vektor) yig'indilari nolga teng, ya'ni

$$\bar{U}_L + \bar{U}_C = 0 \text{ ba } \bar{I}x_L + \bar{I}x_C = 0$$

Zanjirning rezonans paytidagi tok va kuchlanilarning vektor diagrammasi. 2.15-rasm, v da ko'rsatilgan. Vektor diagrammadan ko'rinadiki, o'zaro teng

$(U_L = U_C)$ , ammo qarama-qarshi fazada bo'lgan rezonans (reaktiv) kuchlanishlari  $U_L$  va  $U_C$  ning ta'sir etuvchi qiymatlari umumiy kuchlanish  $U$  ning qiymatiga nisbatan kata yoki kichik bo'lishi tebranish konturining to'liq qarshiligi

$\rho$  ga

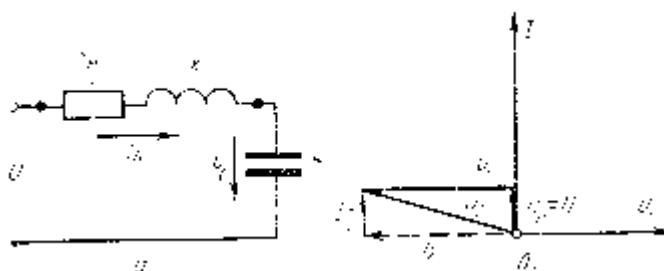
$$\rho = x_L = x_C = \omega_c L = \frac{1}{\omega_0 L} = \sqrt{\frac{L}{C}}, \text{ (OM).}$$

Aniqroq aytganda aktiv qarshilik  $r$  ga nisbatan uning necha marta katta yoki

kichikligiga bog'liq. Bu erda  $Q = \frac{\rho}{r}$  - tebranish konturining aslligi deyiladi. Teskari nisbat

$d = \frac{r}{\rho} = \frac{1}{Q}$  esa tebranish konturining so'nishi deb ataladi. Zanjirda kuchlanishlar rezonansi quyidagi usullar bilan hosil qilishi mumkin:

1. Zanjirning parametrlari  $L$  va  $S$ , ya'ni chastota  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  bilan  $\omega = \omega_0$  tenglik amalga oshiriladi.



2.16-rasm

Manbaning chastotasi  $\omega$  o'zgaras bo'lganda,  $L$  va  $S$  parametrlardan bironasini (yoki ikkalasini bir vaqtda) bir tekis o'zgarish bilan  $\omega_0 = \omega$  1. tenglikga erishiladi.

Haqiqiy ketma-ket tebranish konturlarida aktiv qarshilik zandirning ayrim zvenosi

bo'lmasdan, balki induktiv g'altakning to'la qarshiligi  $Z_L$  ning aktiv tashkil etuvchisi  $r_4$  tarzida kiradi (2.16-rasmb a) Zanjirda rezonans qaror topilganligini rezonans sharti

( $x_L = x_C$ ) bajarilib, tokning maksimumga erishganligidan bilish, mumkin, ya'ni

$I = I_m = \frac{U}{r_4}$  2.16-rasm, b dagi rezonans rejimi uchun qurilgan vektor diagrammadan

ko'rinadiki, rezonans paytida g'altakdagi kuchlanish  $U_F$  kondensatordagi kuchlanish  $U_C$  dan birmuncha katta katta, bu quyidagi ifodadan ham ko'rinib turibdi

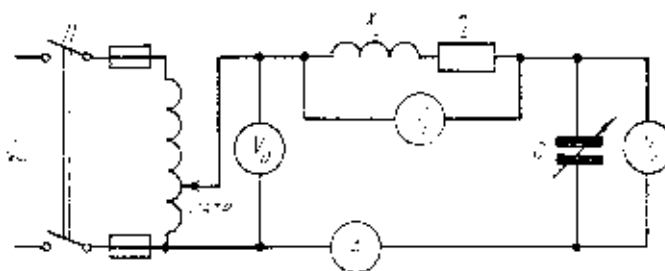
ya'ni  $U_F = I \cdot Z_L = I \cdot \sqrt{r^2 + x_L^2}$

Kuchlanishlar rezonansida zanjirga berilgan kuchlanish nisbatan kichik bo'lsa ham, reaktiv elementlardagi rezonans kuchlanishlari bir munscha ortadi. Kuchlanishlar rezonansidan foydali hodisa tarzida radiotexnikada, televideniya va aloqa texnikasida foydalaniladi.

### III-Ishni bajarish tartibi

1. Stendda 2.17-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, avvaldan avtotransformator (LATR) dastagining xolati 0 ga qo'yiladi. Sxemani elektr tarmog'iga ulab, LATR yordamida berilgan kuchlanishlarni bir tekis o'zgartirib, uning chiqish tomonida  $U_{q30...50V}$  kuchlanishni qo'yish kerak. Turli nominal qiymatdagi kondensatolarni ulash yoki ajratish bilan sig'im  $S$  ni rostlab, zanjirda tokning maksimum bo'lishiga erishing. Sig'imning

$C_{rez}$  ga to'g'ri kelgan umumiy qiymatini daftarga yozib qo'ying. Kondensatorlarni Tola ajratib, kuchlanish  $U$  ning kondensatorlar qismasidagi  $U_2$  ga teng ekanligiga, shuningdek, tok  $I$  va kuchlanish  $U_1$  ning nolga tengligiga ishonch hosil qiling. Bu ma'lumotlarni 2.9-



jadvalning birinchi qatoriga yozing.

1. 2.9-jadvaldan konturning rezonansiga qadar, rezonans paytiga va undan keyingi ish rejimlariga mos tok va kuchlanishlarning qiymatlarini topib, masshtabda vektor diagramma quring.
2. O'lchash natijalari va 4-punktdagi geometrik qurishlar bo'yicha qarshiliklarni, faza siljish burchagi

$\varphi$  ni va butun zanjirning quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  ni hisoblashni bajaring (2.9-jadval).

1. Rezonans rejimi uchun konturning asilligi  $Q$  va so'nishi  $d$  ni aniqlang.

1. 2. Umumiy grafikda (masshtab bilan) quyidagi

$$U_1 = f(C); U_2 = f(C); I = f(C); Z = f(C);$$

va  $\varphi = f(C)$ ; bog'lanishlarning egri chiziqlarini quring.

1. Ish bo'yicha tegishli hulosalarni bering.

### O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Umuman rezonans deb nimaga aytiladi va xususan elektr zanjirlardagi rezonans nima?
2. Elementlari  $r, L, S$  ketma-ket ulangan zanjirda rezonans paydo bo'lishining sharti qanday?
3. Kuchlanishlar rezonansini hosil qilishning qanday usullari mavjud va ulardan qaysi biri ushbu ishda qo'llaniladi?
4. Tebranish konturining to'lqin qarshiligi, asillik koeffitsient i va so'nishi nima?
5. Agar zanjirda berilgan kuchlanish moduli bo'yicha birqancha o'zgarsa rezonans effekti buziladimi?

6. Kondensatorlarning sig'imi o'zarsa, butun zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati o'zgaradimi?

2.9-jadval



№ п/п	Универсальная							Универсальная							Итого
	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	
1	1000	5	5	8	8	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															

## MUNDARIJA

1-§	LABORATORIYA ISHI №-1.....	3
2-§	LABORATORIYA ISHI №-2.....	8
3-§	LABORATORIYA ISHI №-3.....	11
4-§	LABORATORIYA ISHI №-4.....	14
5-§	LABORATORIYA ISHI №-5.....	19
	MUNDARIJA	24