

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

**NAMANGAN MUXANDISLIK
QURILISH INSTITUTI**

«ENERGETIKA» KAFEDRASI



« NAZARIY ELEKTROTEXNIKA »
fanidan tajriba ishlari №1
(uslubiy ko'rsatmalar)

NAMANGAN-2017

Nazariy elektrotehnika fanidan tajriba ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar.
Ushbu uslubiy ko'rsatma Energetika yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchilar: ass. D. Rahmanov

Taqrizchi: dots. S.Boydedayev

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar «Energetika» kafedrasini umumiy yig'ilishida muxokama kilingan va foydalanishga tavsiya etilgan.
____-majlis bayoni ____ yil.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar institut ilmiy-uslubiy kengashining____sonli yig'ilishida ko'rib chiqilgan va chop etishga tavsiya etilgan ____-majlis bayoni ____ yil.

1-Tajriba ishi.

Elektr energiya manbalarini va iste'molchilarini ulash usullarini o'rganish

1.Ishning maqsadi

- o'lchash asboblari yordamida zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchab, Kirxgof qonunlarini amalda tekshirish.

2. Nazariy ma'lumotlar

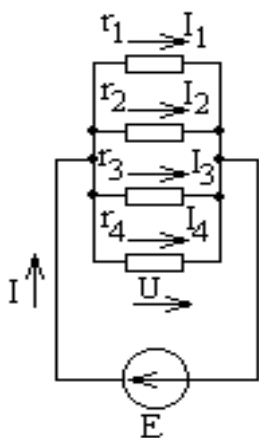
Rezistorlar paralel ulanganda hamma paralel tarmoqlarning qisqichlaridagi kuchlanish bir xil bo'ladi:

$$U = I_1 r_1 = I_2 r_2 = I_3 r_3 = I_4 r_4;$$

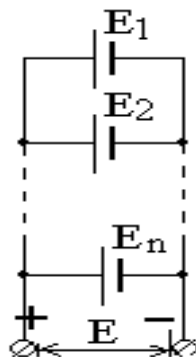
Zanjirdagi tok kuchi (**I**) Kirxgofning birinchi qonuniga asosan paralel tarmoqlar tok kuchlarining yig'indisiga teng:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = U/r_1 + U/r_2 + U/r_3 + U/r_4 = U(g_1 + g_2 + g_3 + g_4)$$

Umumiy o'tkazuvchanlik paralel tarmoqlarning o'tkazuvchanliklarini yig'indisiga teng:



Rasm -2.1



Rasm -2.2

$$g = \sum_{k=1}^n g_k \text{ yoki } r = \frac{1}{g} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n g_k}$$

Paralel tarmoqlarning tok kuchlari Om qonuniga binoan:

$$I_1 = U g_1; I_2 = U g_2; I_3 = U g_3; I_4 = U g_4$$

Zanjirning quvvati tarmoqlar quvvatlarini yig'indisiga teng, ya'ni:

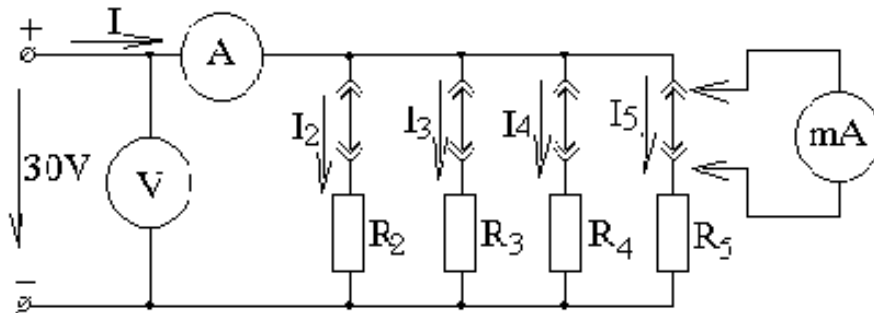
$$P = \sum_{k=1}^n p_k = \sum_{k=1}^n r_k I_k^2 = \sum_{k=1}^n U^2 / g_k$$

Elektr energiya manbalari paralel ulanganda, manba kuchlanishi o'zgarmaydi, ya'ni: $E=E_0$
Bunda umumiy manbaning ichki qarshiligi shunchaga kamayib ketadi, ya'ni: $R_{\text{ich}}=R_0/m$

Elektr energiya manbalari paralel ulanganda, umumiy quvvat ortib ketadi, ya'ni: $P=m \cdot P_0$

3. Ishning bajarilish tartibi

1. Rasm-2.3 dagi sxemani yig'ing.



Rasm--2.3

2.Kerakli asboblari:

- V-50 V li o'zgarmas tok voltmetri.
- A-1A li o'zgarmas tok ampermetri.
- mA-300 mA li o'zgarmas tok milliampermetri.
- R2 R3- R4- R5-PEV-7,5-200Ω li rezistorlar.

3.Tok ta'minoti blokidagi kalitni «0-30 V» dan «+» holatga keltiring.

4.Zanjir uchlarini tok ta'minoti bog'ichlari «0-30 V» ga ulang.

5.Manba kuchlanishini 30 V ga keltiring.

6.Zanjirdagi umumiy tokni va har bir rezistordagi tokni o'lchang, olingan natijalarni 2.1-chi jadvalga yozing.

7.Olingan natijalar asosida Kirxgofning 1-chi qonunini to'g'riligini tekshiring, $I=I_2+I_3+I_4+I_5$ ya'ni , $U=U_2=U_3=U_4=U_5$

qarshiliklarni hisoblang: $R_2=U/I_2$; $R_3=U/I_3$; $R_4=U/I_4$; $R_5=U/I_5$

Uchastka o'tkazuvchanliklarini aniqlang:

$g_2=I_2/U$; $g_3=I_3/U$; $g_4=I_4/U$; $g_5=I_5/U$;

Tok $I=U (g_2+g_3+g_4+g_5)$; [A] Bu yerda $g=1/R$; [simens]

1.1- jadval.

O'lchash						xisoblash				
U	I	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R _{эКВ}
V	A	mA	mA	mA	mA	Om	Om	Om	Om	Om

Sinov savollari

1. Tok manbai, uchirgich, saqlagich va 2 ta lampochka parallel ulangan elektr zanjiri sxemasini chizing?
2. Ikki holatda zanjirning umumiy qarshiligini aniqlash formulasini keltirib chiqaring:
 - a) qarshiliklar ketma-ket ulanganda R_1, R_2, R_3, R_4 ;
 - b) qarshiliklar parallel ulanganda R_1, R_2, R_3 ;
3. $R_1=10 \text{ Om}$, $R_2=15 \text{ Om}$; $R_3=6 \text{ Om}$, qarshiliklar ketma-ket ulangan zanjirning umumiy ekvivalent qarshiligi nimaga teng?
4. Bir nechta e.yu.k. li yopik kontur uchun Kirxgofning 2-chi qonunini ifodalang?

2-Tajriba ishi.

O'zgarmas tok murakkab zanjirlarini tekshirish

1.Ishning maqsadi

- alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini aniqlash (Om qonuni asosida).
- aralash ulangan o'zgarmas tok elektr zanjirlarini yig'ishini va ularni hisoblashni o'rganish.

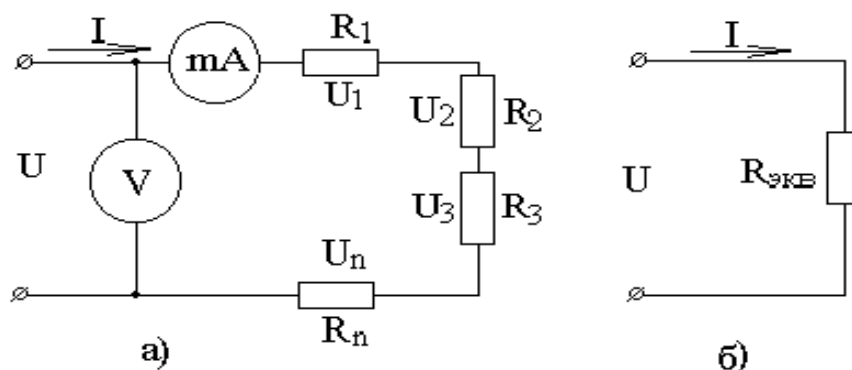
2.Nazariy ma'lumotlar

Elektr zanjiri deb elektr tokini elektr energiya manbaidan elektr toki iste'molchilarigacha shu energiyani yetkazadigan yopiq yo'lni tashkil qiluvchi qurilma va elementlarga aytiladi. Zanjirning asosiy elementlariga (generator) ulovchi simlar va iste'molchilar kiradi. Iste'molchilarni manbaga ulashda ketma-ket, parallel va aralash ulash qo'llaniladi.

Birinchi holatda rezistorlar R_1 , R_2 , R_n kuchlanish manbai bilan U yakka kontur hisoblanadi. (Rasm-4.1) va bu zanjirda bir xil tok (I) oqadi. Bu xolatda har bir qarshilikda Om qonuniga asosan kuchlanishlar tushuvi hosil bo'ladi:

$U_k = I \cdot R_k$ $U_1 = I \cdot R_1$ $U_2 = I \cdot R_2$ $U_3 = I \cdot R_3$ $U_n = I \cdot R_n$ tushuvi hosil bo'ladi. (k - qarshiliklar tartib nomeri).

Boshqa tomondan Kirxgofning 2 chi qonuniga asosan barcha kuchlanishlar yig'indisi



Rasm--3.1

kirish kuchlanishiga teng bo'ladi, ya'ni

$$U_k = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots + I \cdot R_n = I \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n) = I \cdot R_{\text{ekv}}$$

Bu yerda $R_{\text{ekv}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

Ekvivalent yoki yig'indi qarshilik shunday bir qarshilikki, kuchlanish manbai U ga ulanganda, xuddi ketma-ket ulangan qarshiliklardagi tokka teng bo'lgan tok hosil bo'ladi. Elektr zanjiridagi tok qo'yidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$I_1 = U_1 / R = U_2 / R_2 = U_3 / R_3 ; \quad [A]$$

Har bir elektr energiya iste'molchisidagi aktiv quvvat qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$P_1 = U_1 \cdot I ; \quad P_2 = U_2 \cdot I ; \quad P_n = U_n \cdot I ; \quad [Vt]$$

Elektr zanjirning aktiv quvvati qo'yidagiga teng:

$$P = U \cdot I = U_1 \cdot I + U_2 \cdot I + U_3 \cdot I + \dots + U_n \cdot I \quad [Vt]$$

O'zgarmas tok elektr zanjirlari umumiy holatda elektr energiya manbalari, elektr energiya iste'molchilari, o'lchash asboblari, kommutasion apparatlar, ulagich sim va o'tkazgichlardan iborat bo'ladi. Zanjirning asosiy elementlari (generator) ulagich simlar va iste'molchilar hisoblanadi. Elektr energiya manbalarida boshqa tur energiyasi (gidro, yonilg'i, atom va hokazo) elektr energiyasiga aylantiriladi. Elektr energiya iste'molchilarida manbalarining elektr

energiyasi, boshqa bir holatga, misol uchun mexanik energiya, issiqlik energiyasiga va kimyoviy energiyalarga o'zgartiriladi.

Iste'molchilarni elektr energiya manbaiga ulashni usuliga ko'ra ketma-ket, parallel va aralash ulashlarga bo'linadi. Parallel ulash vaqtida R_1, R_2 , va R_n qarshiliklar bir xil kuchlanish manbai U da bo'ladi, ya'ni: $U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = \dots = I_n \cdot R_n$

Bunday holatda, har bir qarshilik o'zining avtonom tokiga ega bo'ladi. $I_k = U / R_k$; natijada Kirxgofning 1-chi qonuniga asosan zanjirdagi umumiy tok, aloxida iste'molchilardagi toklarni yig'indisidan iborat bo'ladi, ya'ni:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = U / R_1 + U / R_2 + \dots + U / R_n$$

Bu yerda $1/R_{\text{KB}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$

Oddiy o'zgarmas tok elektr zanjirlaridagi tok va kuchlanishlarni aniqlash Kirxgof qonunlari asosida amalga oshiriladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-3.2 da keltirilgan sxemani yig'ing.

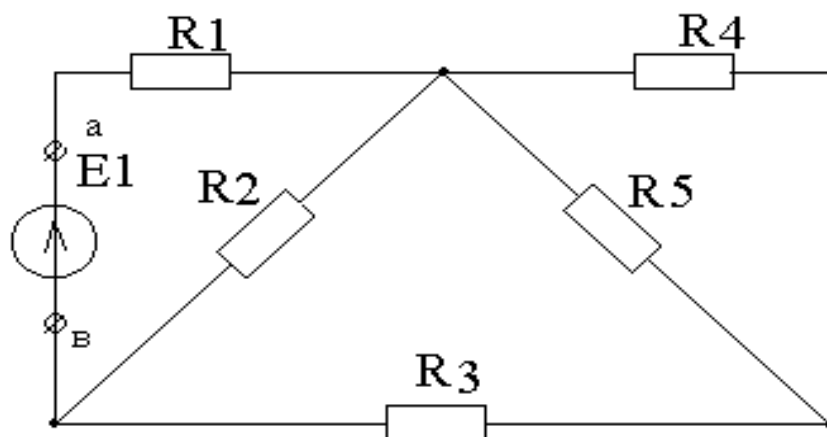
2. Kerakli asboblari:

- Ye1-50 V li kuchlanish manbai;

- $R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5$ -PEV-7,5-200 Om li rezistorlar;

- V-0-50 V gacha bo'lgan o'zgarmas tok voltmetri.

3. Sxemani «a» va «v» uchlarini 50 V li kuchlanish manbaiga ulang.



Rasm--3.2

4. Zanjirdagi har bir elementdagi kuchlanishlar tushuvini voltmetr yordamida o'lchang va 3.1-jadvalga yozing.

5. O'lchash natijalariga asosanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblang va 3.1-jadvalga yozing.

6. $E_1 = 50\text{B}$, $R_1 = 220\text{ Om}$ va $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 200\text{ Om}$ ga teng bo'lsa, o'zgarmas tok murakkab zanjirlarini hisoblash usullaridan foydalanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblab toping.

7. 5 chi va 6 chi bandlarda aniqlangan toklarni taqqoslang va o'z xulosalaringizni daftarga yozing.

2.1- jadval

№	O'lchash natijalari						hisoblash natijalari				
	E V	U1 V	U2 V	U3 V	U4 V	U5 V	I1 A	I2 A	I3 A	I4 A	I5 A
1											
2											

Sinov savollari

- 1.Om qonunini ifodalang va uni qo'llashga misollar keltiringg'
- 2.Zanjirni ekvivalent qarshiligi nimag'
- 3.Zanjirni bir qismi va butun zanjir uchun Om qonunini yozing, ichki va tashqi zanjirlar uchung'
- 4.Bir nechta e.yu.k. li yopiq kontur uchun Kirxgofning 2-chi qonunini ifodalangg' Bu holatda konturlardagi har bir e.yu.k. ning ishorasi qanday aniqlanadi?

3-Tajriba ishi.

Sig'im elementli o'zgaruvchan tok zanjirlarini tekshirish

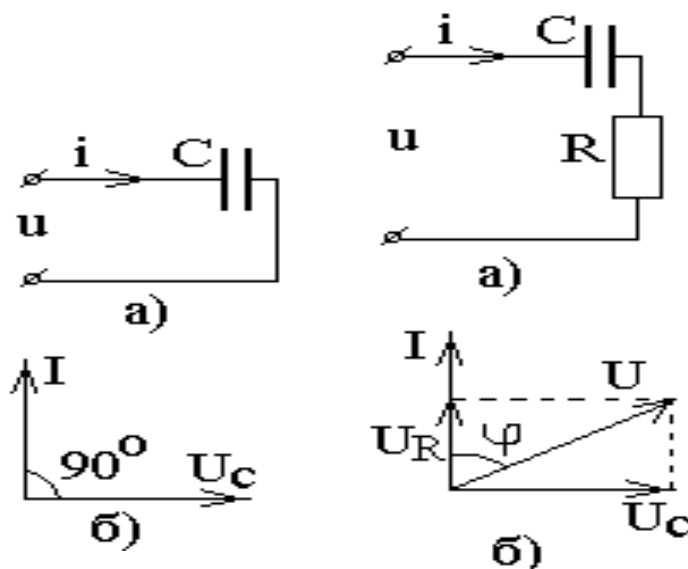
1.Ishning maqsadi

- ♦ aktiv qarshilik va sig'im elementlardan tashkil topgan o'zgaruvchan tok zanjirini uchun Om va Kirxgof qonunlarini qo'llashni o'rganish.
- ♦ vektor diogrammalar qurishni o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Agar kondensatordagi kuchlanish vaqt bo'yicha o'zgarmasa, kondensatorning bir qoplamasida $q=Cu$ zaryad, ikkinchi qoplamasida esa $-q=-Cu$ zaryad bo'ladi va kondensatordan tok oqib o'tmaydi.

Agar bu kuchlanish vaqt bo'yicha sinusoidal qonuniyat bilan o'zgarsa, kondensatordagi zaryad miqdori ham sinusoidal $u=U_m \sin \omega t$ qonun bilan o'zgaradi: $q = CU = CU_m \sin \omega t$



Bunda kondensator razryadlanadi va zaryadlanadi, bu vaqtda zaryadlanish va razryadlanish toki oqib o'tadi, bu tok ham sinusoidal $i=I_m \sin((t+90^\circ))$ qonun bilan o'zgaradi. Demak kondensatordagi tok kuchlanishdan 90° ga oldinga o'tib ketadi

(Rasm-5.1.b)

Om qonuniga asosan kondensatordagi tok qo'yidagiga teng bo'ladi: $I_m = \frac{U_m}{X_C}$; $X_C = \frac{1}{\omega C}$

sig'im qarshilik,

bunda zanjarning (Rasm-5.4.a) to'la qarshiligi uning sig'im qarshiligiga teng bo'ladi, ya'ni: $Z=X_C$
 $R=0$

Faza siljish burchagi nolga teng, chunki:

$$\varphi = \arccos (R_C/Z) = \arccos (0/X_C) \quad \varphi=0$$

Agar kondensator bilan aktiv qarshilik ketma-ket ulansa (Rasm-5.2.a), u holda zanjarning to'la qarshiligi qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$Z=\sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \varphi = \arccos (R/Z)$$

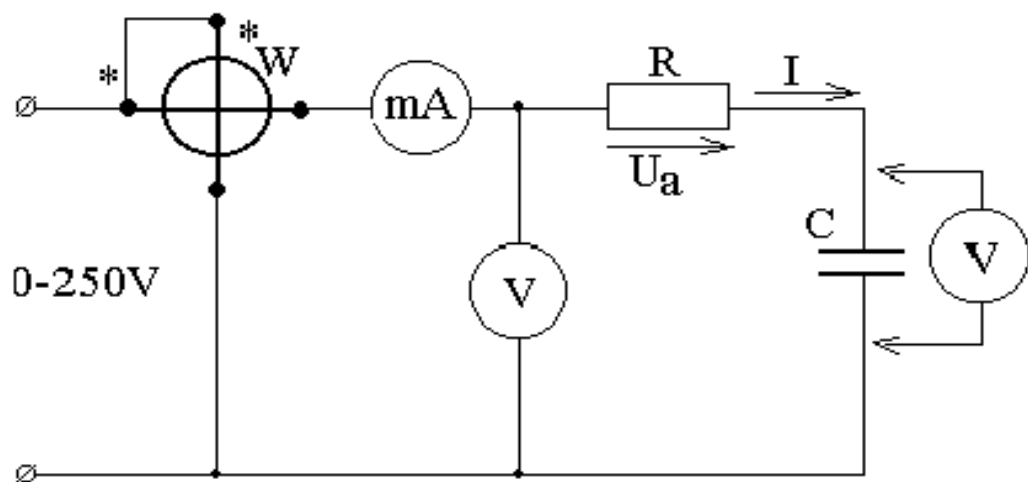
Zanjirdagi umumiy kuchlanish kondensatordagi va aktiv qarshilikdagi kuchlanishlar tushuvining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$U = U_C + U_R$$

Bunday zanjirda tok manba kuchlanishidan (-burchakka oldinga o'tib ketadi va bunday zanjir sig'im xarakterga ega bo'lgan zanjir deyiladi, bunda faza siljish burchagi noldan kichik bo'ladi, ya'ni: $\varphi<0$

3.Ishni bajarish tartibi

1.Rasm-5.3 dagi sxemani yig'ing.



Rasm-5.3

2.Kerakli asboblari:

- W- 0,6 kW li vattmetr;
- mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- V -250V li o'zgaruvchan tok voltmeteri;
- R- PEV-7,5-750(li qarshilik;
- S1, S2, S3-4mkF –400V li kondesatorlar.

3. LATR kalitini «(0-250V)» holatga keltiring.

4. Zanjir uchlarini tok ta'minoti «(0-250V)» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.

5. Kondesatorlarni har xil ulash yo'li bilan, sig'imni o'zgartirib, zanjirdagi tok kuchi, aktiv qarshilik va sig'im qarshilikdagi kuchlanish pasayishlarini o'lchang va 5.1-jadvalga yozing.

3.1-jadval

№	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U _R (B)	U _C (B)
1					
2					
3					

6. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi $R=U_R/I$, [Om]

Zanjirning to'la qarshiligi $Z_H=U_H/I$, [Om]

Sig'im qarshilik $X_C=U_C/I$, [Om]

Kondesator sig'imi $C=1/(\omega X_C)$ [F]

Zanjirning to'la quvvati $S=U_H \cdot I$, [V.A]

Zanjirning reaktiv quvvati $Q=S \cdot \sin\varphi$ [VAr]

quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi=P/S$

Sinov savollari

- 1.O'zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O'zgaruvchan tokning o'rtacha qiymati nimaga teng?
- 3.O'zgaruvchan tokning effektiv qiymati bilan amplituda qiymati o'rtasida qanday farq bor?
4. Sig'im harakterga ega zanjir uchun vektor diagramma qanday bo'ladi?
5. Kondensatorda tok qanday o'zgaradi?
6. Reaktiv qarshilik qachon nolga teng bo'ladi?

4-Tajriba ishi.

Induktiv elementli o'zgaruvchan tok zanjirlarini tekshirish

1.Ishning maqsadi

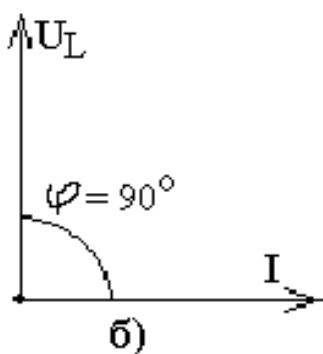
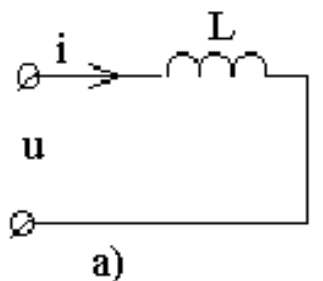
- ♦ aktiv qarshilik R induktivlik L va sig'im S dan iborat bo'lgan bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirida Ohm va Kirxgof qonunlarini tekshirish.
- ♦ zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarini topish, hamda kuchlanish va tok orasidagi faza burchak siljishini o'lchash natijalari asosida vektor diagrammalar qo'rishni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

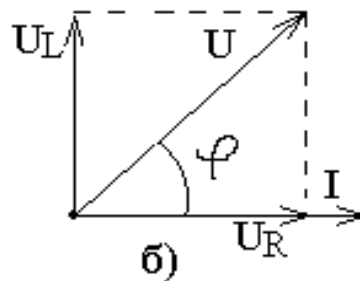
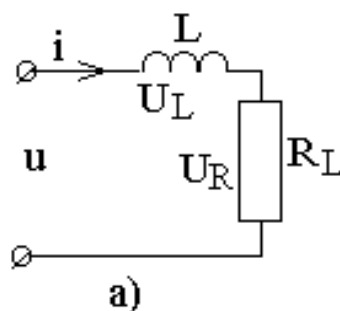
Har qanday uchta passiv elementlardan tashkil topgan o'zgaruvchan tok elektr qurilmalari elektr zanjiri hisoblanadi; -aktiv qarshilik r elektr energiyasini sochilishini xarakterlaydi. (Elektr energiyasini ish energiyasiga va issiqlik energiyasiga aylanishi).

-induktivlik L zanjirning magnit maydonini xarakterlaydi.

-sig'im S zanjirning elektr maydonini xarakterlaydi.



Rasm-4.1



Rasm-4.2

Bu elementlar amaliy jixatdan aktiv qarshilik, induktivlik g' altagi va sig'im ko'rinishida ifodalanadi. Bu elementlar bir-biridan farqlanadi va ketma-ket ulanadi. Umumiy xolda o'zgaruvchan tok elektr zanjiridagi to'la qarshilik qo'yidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}, \quad [\text{Om}]$$

Bu yerda $X_L = \omega \cdot L$ - g' altakning induktiv qarshiligi (Om)

ω - burchak chastotasi

$X_C = 1/\omega C$ - kondensatorning sig'im qarshiligi (Om).

Tok Ohm qonuni asosida aniqlanadi. $I = U/Z$, [A]

Tok va kuchlanish orasidagi faza burchak siljish qo'yidagiga teng: $\varphi = \arctg X_L / R$

Zanjirning kirishdagi umumiy kuchlanish vektori zanjirning alohida qismlaridagi kuchlanishlar tushuvini geometrik vektorlar yig'indisi kabi aniqlanadi.

Shunday qilib, umumiy holat uchun o'zgaruvchan tokning tarmoqlanmagan zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi qonunini qo'llash fakat vektor ko'rinishida bo'ladi:

$$\mathbf{U} = \mathbf{I}Z_1 + \mathbf{I}Z_2 + \dots + \mathbf{I}Z_n = \mathbf{U}_1 + \mathbf{U}_2 + \dots + \mathbf{U}_n$$

(O'zgarmas tok zanjirida bo'lgani kabi, o'zgaruvchan tok zanjirida ham manba kuchlanishi kuchlanishlar tushuvi algebraik yig'indisiga teng bo'lmaydi).

Bu xol o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi qonunini qo'llash afzal hisoblanadi. Umumiy holatda o'zgaruvchan tok zanjirlaridagi umumiy kuchlanish va tok faza bo'yicha ϕ burchakka siljigan bo'ladi, ya'ni $u = U_m \sin \omega t$, $i = I_m \sin(\omega t \pm \phi)$

To'liq bir davrdagi quvvatning o'rtacha qiymati aktiv quvvat deyiladi va qo'yidagiga teng, ya'ni $P = U \cdot I \cdot \cos \phi$

Shunday qilib, o'zgarmas tok zanjiridagi quvvatdan farqli bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv quvvat faqat kuchlanish bilan tokning ko'paytmasiga ($U \cdot I$) bog'liq bulmay, yana quvvat koeffisiyenti $\cos \phi$ ga ham bog'liq bo'ladi. Aktiv quvvat (Vt), kilovvat (KVt) va megovatlarda (MVt) o'lchanadi.

$U \cdot I = S$ - umumiy quvvat hisoblanadi va voltamper yoki kilovoltamper (VA), (kv.A) larda o'lchanadi.

Shunday qilib, $P = U \cdot I \cdot \cos \phi = S \cdot \cos \phi$

Bu yerda, $\cos \phi$ - quvvat koeffisiyenti bo'lib, bu kattalik to'liq iste'mol qilinayotgan quvvatning qancha qismi ishchi aktiv quvvat ekanligini qo'rsatadi.

Bu quvvat $\pm Q = U \cdot I \sin \phi$ - reaktiv quvvat deb ataladi, (VAR, kVAR, MVAR) o'lchanadi, «+» ishorasi reaktiv induktiv quvvat, «-» ishorasi esa reaktiv sig'im quvvat ekanligini bildiradi.

3. Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba stendi bilan tanishing, uning asosiy elementlari qarshilik, induktivlik va ularni sozlashni o'rganig.

2. Rasm-4.3.dagi sxemani yig'ing.

3. Kerakli asboblari:

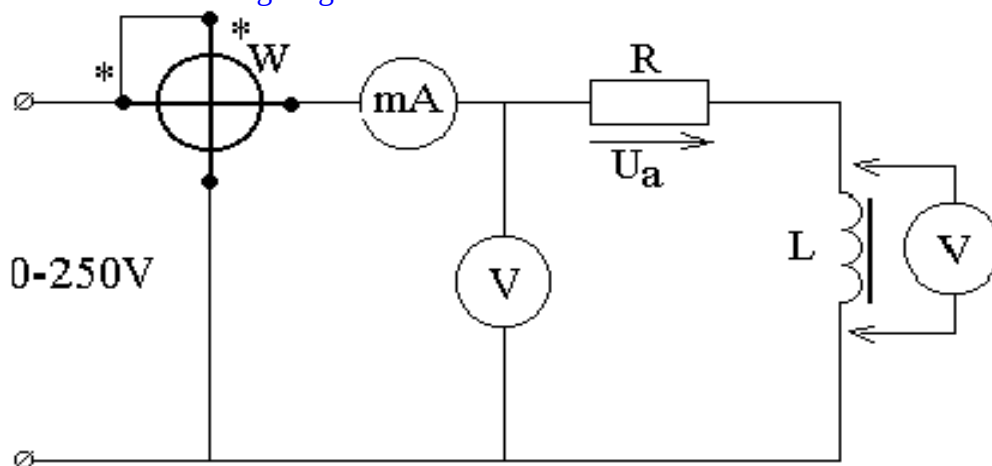
-W- 0,6 kW li vattmetr;

-mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;

-V -250V li o'zgaruvchan tok voltmetri;

-R- PEV-7,5-750(li qarshilik;

-L- o'zakli induktivlik galtagi.



Rasm-4.3

4. LATR kalitini «0-250V» xolatga keltiring.

5. Zanjir uchlarini tok ta'minoti «0-250V» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.
6. O'zak yordamida g'altakning induktivligini o'zgartirib, zanjirdagi I tokni, aktiv va induktiv qarshiliklardagi U_R , U_L kuchlanishlarni hamda aktiv quvvat P ni vattmetr yordamida o'lchang va 4.1-jadvalga yozing.

4.1-jadval

№	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U_R (B)	U_L (B)
1					
2					
3					

7. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi $R=U_R/I$, [Om]
 Om]G'altakning to'la qarshiligi $Z_L=U_L/I$, [Om]
 G'altakning induktiv qarshiligi $X_L=\sqrt{Z_L^2-r_L^2}$, [Om]
 G'altakning aktiv qarshiligi $r_L=r_H-R$, [Om]
 G'altakning induktivligi $L=X_L/\omega$, [Gn]
 Quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi=P/S$
 Zanjirning to'la qarshiligi $Z_H=U_H/I$, [Om]
 Zanjirning to'la quvvati $S=U_H\cdot I$, [V.A]
 Zanjirning reaktiv quvvati $Q=S\cdot\sin\varphi$, [VAr]

Eslatma: Vattmetr qo'rsatkichini 0,1 ga ko'paytirish kerak.

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini yozing. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari uchun Om qonuni qanday farq qiladi?
3. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari uchun Kirxgof qonunlarini qo'llashning afzalliklari nimalardan iborat?
4. Aktiv qarshilik nima va u qanday aniqlanadi?
5. To'la va induktiv qarshiliklar qanday aniqlanadig?

5-Tajriba ishi

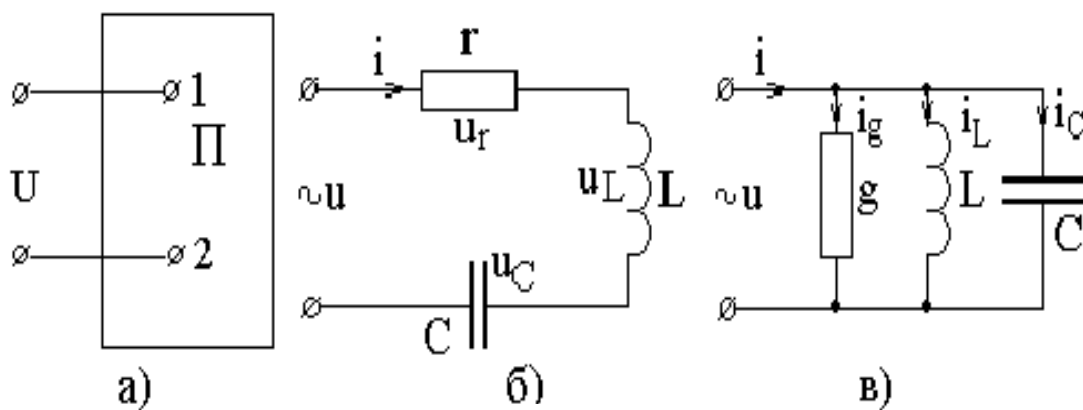
O'zgaruvchan tok murakkab zanjirlarini tekshirish

1.Ishning maqsadi

- alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini va tok kuchini aniqlashni o'rganish (Om qonuni asosida).
- aralash ulangan o'zgaruvchan tok elektr zanjirlarini yig'ishni va ularni hisoblashni o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Bir fazali manbadan ta'minlanlayotgan o'zgaruvchan tok murakkab zanjirlarida zanjirga berilayotgan kuchlanish U , tok I va faza siljish burchagi φ ning miqdori va yo'nalishi asosiy parametrlar hisoblanadi.



Rasm-9.1

Agar bu zanjirni qandaydir passiv ikkiqutblik tarzida tasavvur qilsak (Rasm-9.1.a), u ketma-ket va parallel ulangan zanjirlarning bir xil extimollik va aniqlikdagi ifodasi bo'ladi. Agar bu zanjir uchun U , I va φ qiymatlar ma'lum bo'lsa, u holda ikkiqutblikning parametrlari zanjir qismlarining qarshiliklari yoki o'tkazuvchanliklari bo'yicha aniqlanadi.

Birinchi xol uchun:

$$Z = \frac{U}{I}; \quad R = Z \cos \varphi; \quad X = Z \sin \varphi = X_L - X_C$$

Bunda $\varphi > 0$ bo'lsa $X_L > X_C$ va $\varphi < 0$ bo'lsa $X_L < X_C$ bo'ladi.

$$\text{Ikkinchi xol uchun: } Y = \frac{I}{U}; \quad g = Y \cos \varphi; \quad b = b_L - b_C = Y \sin \varphi$$

Bunda $\varphi > 0$ bo'lsa $b_L > b_C$ va $\varphi < 0$ bo'lsa $b_L < b_C$ bo'ladi.

Ular asosida ketma ket va parallel ulangan ikkita zanjirni bir-biriga ekvivalent deb hisoblanadi, buning uchun qo'yidagi ekvivalentlik shartlari bajarilishi kerak:

$$Z_{\text{Э}} = \frac{U}{I} \quad \text{ba} \quad Y_{\text{Э}} = \frac{I}{U} \quad \text{chunki: } Z_{\text{Э}} = 1/Y_{\text{Э}}$$

$$\sin \varphi = \frac{X_{\text{Э}}}{Z_{\text{Э}}} = \frac{b_{\text{Э}}}{Y_{\text{Э}}} \quad \cos \varphi = \frac{R_{\text{Э}}}{Z_{\text{Э}}} = \frac{g_{\text{Э}}}{Y_{\text{Э}}}$$

Ekvivalent aktiv, reaktiv qarshilik va o'tkazuvchanliklar uchun qo'yidagi munosabatlarni yozish mumkin:

$$R_E = Z_E \cos \varphi = \frac{P}{I^2} \quad G_E = Y_E \cos \varphi = \frac{P}{U^2}$$

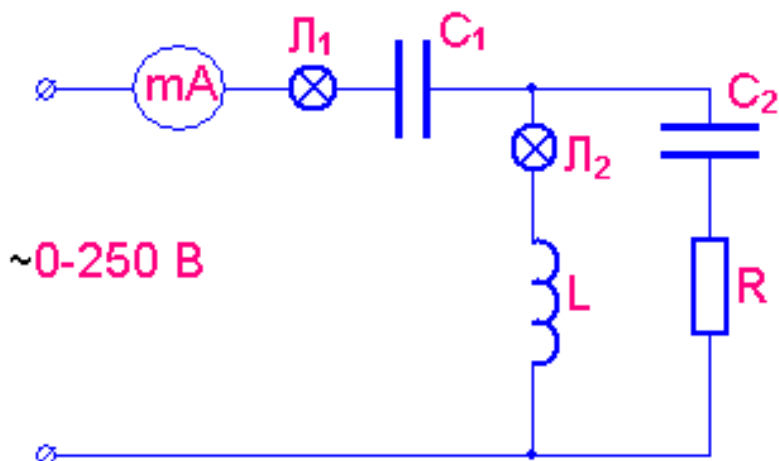
Aralash ulangan murakkab zanjirlarni hisoblashda, ba'zan, zanjirning barcha elementlarini ketma-ket yoki parallel ulashga keltirish zarur bo'ladi.

Agar I_e , g_e va b_e elementli parallel zanjir berilgan bo'lsa, unga ekvivalent bo'lgan ketma-ket zanjirning qarshiligi:

$$Z_E = 1/Y_E \quad R_E = \frac{g_{\text{Э}}}{Y_{\text{Э}}^2} \quad X = \frac{b_{\text{Э}}}{Y_{\text{Э}}^2}$$

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-9.2 da keltirilgan sxemani yig'ing.



2. Kerakli asboblari:

- U-0-250 V li o'zgaruvchan kuchlanish manbai;
- R-PEV-7,5-200 Om li rezistorlar;
- L-induktiv g'altak ($X_L = \quad$ Om);
- S₁ va S₂-kondensatorlar (S= 4 mkF);
- L₁ va L₂ cho'g'lanma lampalar ($R_L = 100 \text{ Vt}$);
- V-0-250 V gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok voltmetri.

3. Sxemani 0-250 V li kuchlanish manbaiga ulang.

4. Zanjirdagi har bir elementdagi kuchlanishlar tushuvini voltmeter yordamida o'lchang va 9.4-jadvalga yozing.
5. O'lchash natijalariga asoslanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblang va 9.4-jadvalga yozing.
6. Berilgan zanjir parametrlaridan va o'zgaruvchan tok murakkab zanjirlarini hisoblash usullaridan foydalanib, har bir tarmoqdagi toklarni va kuchlanishlar tushuvini hisoblang va 9.4-jadvalga yozing.
7. 5 chi va 6 chi bandlarda aniqlangan elektr kattaliklarni taqqoslang va o'z xulosalaringizni daftarga yozing.

№	O'lchash natijalariga									
	U V	U _R V	U _{J1} V	U _{J2} V	U _L V	U _{C1} V	U _{C2} V	I ₁ mA	I ₂ mA	I ₃ mA
Amaliy	150									
	200									
Nazariy	150									
	200									

5.1-jadval

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

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \quad X_L = \omega L, \quad X_C = 1/\omega C, \quad X = X_L - X_C$$

$$I = U \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}, \quad Y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}, \quad \varphi = \arctg(b/g), \quad b = (b_L - b_C)$$

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini ifodalang va uni qo'llashga misollar keltiringg'
2. Zanjirni ekvivalent qarshiligi nimag'
3. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning 1 va 2-chi qonunlarini kompleks ko'rinishini ifodalangg'
4. Kompleks to'la qarshilik nimag'
5. Qarshiliklar va o'tkazuvchanliklar uchburchagini chizing.

6-Tajriba ishi.

Kuchlanishlar rezonansi o'rganish

1.Ishning maqsadi

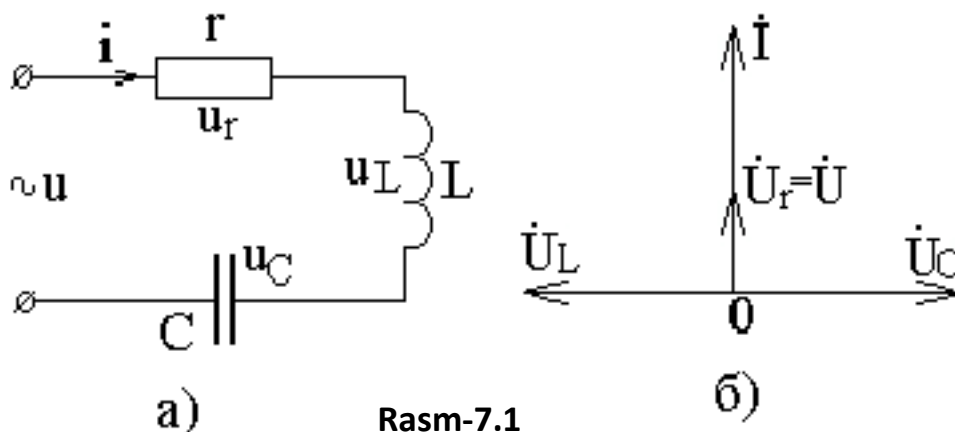
1. aktiv induktiv va sig'im qarshilik ketma-ket ulangan elektrlar zanjirida rezonans hodisasini hosil qilish usullarini o'rganish.
2. zanjir parametrini aniqlash hamda ketma-ket ulangan tebranish konturidan rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Agar $u=U\sin\omega t$ kuchlanish manbaiga aktiv r , induktiv $x_L=\omega L$ va sig'im $x_C=1/\omega C$ qarshiliklar ketma-ket ulangan bo'lsa, (rasm-7.1a) zanjirning muvozanat holati tenglamasi qo'yidagicha bo'ladi:

$$U_r + U_L + U_C = U \quad \text{yoki} \quad r\dot{I} + j\omega L\dot{I} + \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = U$$

Zanjirning kompleks qarshiligi qo'yidagiga teng bo'ladi: $Z=r+j(\omega L - \frac{1}{\omega C})=r+jX=ze^{j\varphi}$



Rasm-7.1

Zanjirda rezonans hodisasi sodir bo'lganda unga berilayotgan kuchlanish aktiv qarshilikdagi U_r kuchlanish tushuvini kompensasiyalab turishi kerak, ya'ni: $U_r=r\dot{I} = \dot{U}$ yoki $U_L+U_C=0$

Demak zanjirda rezonans bo'lishi uchun $\omega L=1/\omega C$, ya'ni reaktiv elementlarning qarshiliklari o'zaro teng ($X_L=X_C$), bo'lishi kerak.

Rezonans vaqtida $Z=r$ va $\varphi=0$ bo'lib, zanjirdagi tok I bilan manba kuchlanishi U bir xil fazada bo'ladi. (rasm-7.1,b).

Elementlari ketma-ket ulangan zanjirlarda rezonansga erishishni ikki xil usuli mavjud, ya'ni:

1. Tebranish konturining parametrlari o'zgarmas bo'lganda ($L=\text{const}$, $C=\text{const}$), manba chastotasi (ω) ni o'zgartirib xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 bilan tenglashtirish usuli

$$\omega = \omega_0.$$

2. Manba chastotasi o'zgarmas $\omega=\text{const}$ bo'lganda tebranish konturi parametrlaridan birortasini o'zgartirib, qo'yidagi tenglik hosil qilish usuli: $L_0 = \frac{1}{\omega^2 C}$ $C_0 = \frac{1}{\omega^2 L}$

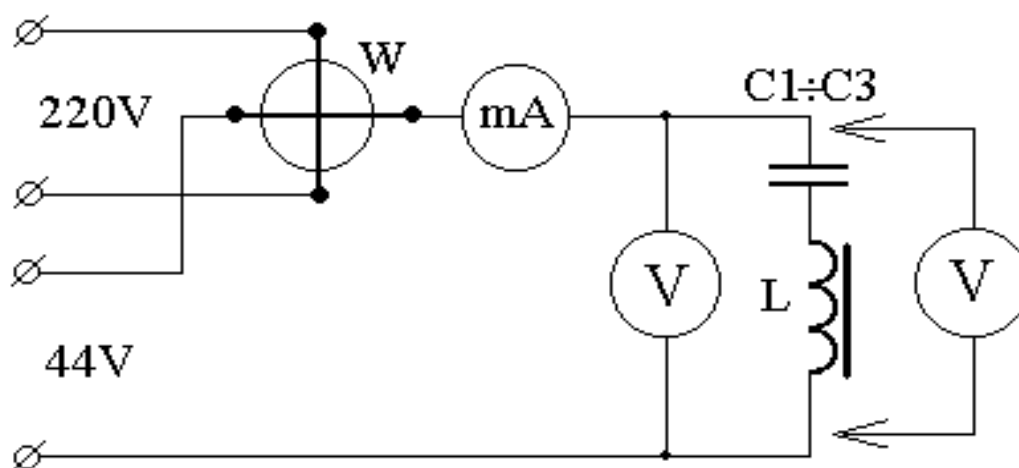
Bunda $\omega_0 = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ chastota- rezonans chastotasi deyiladi.

Rezonans vaqtida zanjirning to'la qarshiligi minimal qiymatga erishadi, bu vaqtda manbadan maksimum tok iste'mol qilinadi: $I_{\text{max}} = I_{\text{rez}_3} = \frac{U}{r}$;

Bu tok o'z navbatida katta mikdordagi reaktiv kuchlanishlar $U_L = IX_L$ va $U_C = IX_C$ ni hosil qiladi, bu kuchlanishlar manba kuchlanishi U dan bir necha marta katta bo'ladi, shuning uchun ham kuchlanishlar rezonansi deb ataladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm –7.2 dagi sxemani yig'ing.
2. Kerakli asboblari:
 - V- 250 V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
 - V2-150 V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
 - W-0,6 kVt li vattmetri;
 - mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
 - S2-S3-4 mkf-400 V li kondensatorlar;
 - L-induktiv g'altak;



Rasm -7.2

3. LATR holatini “0-250V” holatiga keltiring.

- Zanjir uchlarini uch fazali manbaning B va C fazalariga hamda “0-250V ” manba bog'ichlariga ulang.
- LATR yordamida $U_{kir}=0,2 U_{BC}$ kuchlanishni o'rnatish.
- Zanjirdagi tokni chiziqli kuchlanish U_{BC} ni konturdagi kuchlanishni, kondensatordagi kuchlanishni, g'altakdagi kuchlanishni, aktiv quvvatni kondensator 4 mkf hamda g'altak o'zaksiz xolati uchun o'lchang.
- Yuqoridagi ishlarni kondensator 6 va 8 mkf bo'lgan xolat uchun qaytaring.
- Yuqoridagi ishlarni g'altakni o'zakli holati uchun ham qaytaring.
- Kondensator 6 mkf bo'lganda, g'altakning o'zagini holatini o'zgartirish yuli bilan rezonans holatiga erishing va o'lchovlarni 7.1-jadvalga yozing
- Rezonans xolatiga erishilgandagi asboblarni qo'rsatishlarini daftaringizga yozib oling.
- O'lchash natijalari asosida 7.1-jadvalni to'ldiring.

6.1- jadvali

№	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U_L (B)	U_C (B)
1					
2					
3					

12. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi	$R=P/I^2$, [Om]
G'altakning to'la qarshiligi	$Z_L=U_L/I$, [Om]
G'altakning induktiv qarshiligi	$X_L=\sqrt{Z_L^2 - R^2}$, [Om]
G'altakning induktivligi	$L=X_L/\omega$, [Gn]
Sig'im qarshilik	$X_C=U_C/I$, [Om]
Kondensatorning sig'imi	$C=1/(\omega X_C)$ [F]
Rezonans chastotasi	$\omega=\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ [1/Sek]
Zanjirning to'la qarshiligi	$Z=\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, [Om]
Quvvat koeffitsiyenti	$\cos\varphi=P/S$
Zanjirning to'la quvvati	$S=U \cdot I$ [V.A]
Zanjirning reaktiv quvvati	$Q=S \cdot \sin\varphi$, [VAr]

Eslatma: Vattmetr ko'rsatishini 0,02 ga ko'paytirish kerakg'

Sinov savollari

- O'zgaruvchan tok va kuchlanishning oniy amplituda va xaqiqiy qiymatlari nima?
- Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?
- Rezonans xodisasi nima?
- Kuchlanishlar rezonansiga erishishning qanday usullari mavjud?
- Reaktiv va to'la qarshiliklar qanday aniklanadi? Ular qanday birliklarda o'lchanadi?

7-Tajriba ishi.

Toklar rezonansini o'rganish

1.Ishning maqsadi

- ♦ induktiv va sig'im o'tkazuvchanliklar parallel ulangan zanjirlardagi rezonans hodisasini tajriba yuli bilan tekshirish.
- ♦ rezonans holatida zanjir parametrlarini aniqlash va tebranish konturida rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

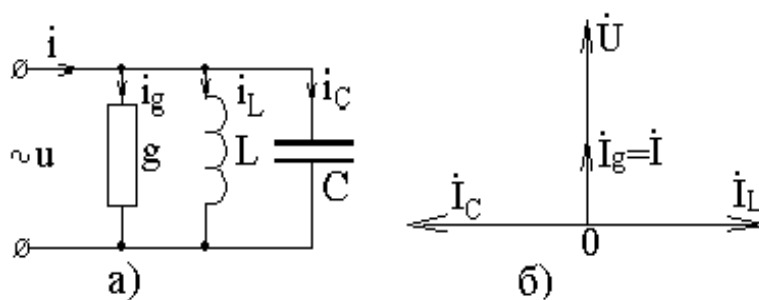
O'tkazuvchanliklari g , $b_L = \frac{1}{\omega L}$ va $b_C = \omega C$ bo'lgan qarshiliklar parallel ulangan zanjir $u = U \sin \omega t$ kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, bu zanjirning muvozanat holati tenglamasi qo'yidagicha bo'ladi: $i = i_g + i_L + i_C$ yoki $g\dot{U} + \frac{\dot{U}}{j\omega L} + j\omega C\dot{U} = \dot{I}$

Zanjirning kompleks to'la o'tkazuvchanligi qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$\dot{Y} = \frac{\dot{I}}{\dot{U}} = g - jb = Ye^{-j\varphi}$$

Rezonans sharti bo'yicha butun zanjirning toki $\dot{I}$, aktiv tarmokdagi tok I_g ga teng bo'lishi kerak, ya'ni: $\dot{I}_g = g \cdot \dot{U} = \dot{I}$

Buning uchun g 'altak va sig'imning reaktiv o'tkazuvchanliklari o'zaro teng ($b_C = b_L$)



Rasm -8.1

bo'lishi shart, ya'ni: $b = \left(\frac{1}{j\omega L} - j\omega C \right) = 0$ $\frac{1}{j\omega L} = j\omega C$

Elementlari parallel ulangan zanjirlarda rezonansga ikki xil usul bilan erishish mumkin, ya'ni:

1. Zanjir parametrlari o'zgarmas (L va C) bo'lganda, manba chastotasini o'zgartirib, uni tebranishlarning xususiylar chastotasiga tenglash usuli.

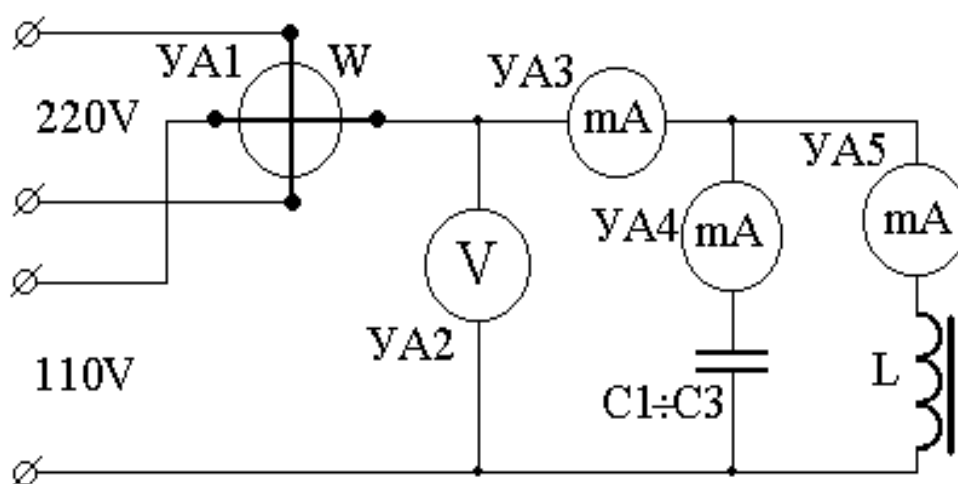
2. Manba chastotasi o'zgarmas bo'lganda zanjir parametrlaridan birini (L yoki C) o'zgartirib, $\omega_0 = \omega$ ga erishish usuli:

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} \text{ yoki } C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Rezonans paytida $b_L = b_C$ bo'lgani uchun zanjirning to'la o'tkazuvchanligi minimal qiymatga erishadi, bunda zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan toki ham minimal bo'ladi:

$$I_{\min} = I_{\text{rez}} = gU$$

Ammo reaktiv tok I_L va I_C lar miqdor jixatidan manbadan kelayotgan umumiy tokdan bir necha barobar ortib ketishi mumkin, shuning uchun bu hodisa toklar rezonansi deb ataladi.



Rasm 8.2

3. Ishning bajarilish tartibi

1. Rasm-8.2 dagi sxemani yig'ing.
2. Kerakli asboblarni.
- ◆ YA1-0,6kVt li vattmetr;
 - ◆ YA2 - 250V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
 - ◆ YA3- YA4- YA5-300mA o'zgaruvchan tok milliampermetri;
 - ◆ L-o'zgaruvchan induktiv g'altak;
 - ◆ S₁-S₃-4mf, 400V li kondensatorlar.
3. Latr kalitini «0-250V» holatga keltiring.
4. Zanjir uchlarini uch fazali manbaning V va S fazalariga, hamda «0-250V» li manbaning bog'ichlariga ulang.
5. Avtotransformator dastasini burab, $V_{\text{kir}}=0,5V_{\text{bc}}$ kuchlanishni o'rnatish.

6. Kuchlanishlar V_{bc} , V_k ni konturning umumiy toki I_k ni, induktiv g'altakdagi tokni va aktiv quvvat R ni vattmetr bo'yicha sig'im 4,6,8 mf ga teng bo'lganda g'altak o'zaksiz va o'zakli holatida o'lchang.

7. Induktiv g'altakdagi o'zakning holatini o'zgartirib, 6mf sig'im uchun rezonansga erishish (zanjirdagi umumiy tok minimumga erishadi) va toklar I , I_L , I_C ni va aktiv quvvatni o'lchang.

7.1- jadvali

№	U (V)	I (mA)	P (Vt)	I_L (A)	I_C (A)
1					
2					
3					

8. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv o'tkazuvchanligi $g = I^2/P$, [Sm]

G'altakning to'la o'tkazuvchanligi $Y_L = I_L/U$ [Sm]

G'altakning induktiv o'tkazuvchanligi $b_L = \sqrt{Y_L^2 - g^2}$, [Sm]

G'altakning induktivligi $L = 1/\omega b_L$, [Gn]

Sig'im o'tkazuvchanligi $b_C = I_C/U$, [Sm]

Kondensatorning sig'imi $C = b_C/\omega$ [F]

Rezonans chastotasi $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ [1/Sek]

Zanjirning to'la o'tkazuvchanligi $Y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$ [Sm]

Quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi = P/S$

Zanjirning to'la quvvati $S = U \cdot I$ [V.A]

Zanjirning reaktiv quvvati $Q = S \cdot \sin\varphi$ [VAr]

Eslatma: Vattmetr qo'rsatkichini 0,05 ga ko'paytirish kerak.

Sinov savollari

1. Elektr zanjirida rezonans deb nimaga aytiladi?
2. Induktiv sig'im va to'la qarshiliklar qanday aniqlanadig' Ular qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Induktiv qarshilik nima va u qanday birliklarda aniqlanadi?
4. Toklar rezonansi shartini yozing?
5. Aktiv yoki rezonansli zanjirda to'la o'tkazuvchanlik nimaga teng?
6. Qarshiliklar uchburchagi nima?

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o'quv

qo'llanmalar ro'yxati

1. Ф.Е.Евдокимов. Теоретические основы электротехники. /Учебник-М.: Выс. школа, 2001г.
2. Л.А.Бессонов. Теоретические основы электротехники. /Учебник-М.: Выс. школа, 2001г.
3. S.A.Amirov.S. va boshqalar. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. /O'quv qo'llanma-T.: O'qituvchi, 2003 yil.
4. A.S.Karimov. Nazariy elektrotexnika. /O'quv qo'llanma-T.: O'AJBNT markazi, 2003 yil.

Qo'shimcha adabiyotlar

5. В.А. Прянишников. “Электротехника и ТОЭ” в примерах и задачах. /Учебное пособие-С-П.: Карона, 2001г.
6. A.S. Karimov va boshqalar. Nazariy elektrotexnika. /O'quv qo'llanma-T.: O'qituvchi, 1979 yil.
7. В.А. Прянишников. Сборник задач по ТОЭ с решениями. /Учебное пособие- С-П.: Карона, 2001г.
8. A.S.Karimov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. /Darslik-T.: O'qituvchi, 1995 yil.
9. С.Г. Герман-Галкин. Линейные электрические цепи. /Учебное пособие- С-П.: Карона, 2001г.
10. S.M. Majidov. Elektrotexnikadan ruscha-o'zbekcha lug'at. /Ma'lumotnoma. T.: O'zbekiston 1994 yil.
11. Y.R.Rashidov va boshqalar. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. (III-qism). /Ma'ruzalar matni. T.: TDTU, 2002yil.
12. B.L.Farberman va boshqalar. Oliy o'quv yurtlarida o'qitishning zamonaviy usullari. /O'quv qo'llanma-T.: O'qituvchi, 2002 yil.
13. Q.Ishmatov. Ilg'or pedagogik texnologiyalar fanidan interaktiv strategiyalardan foydalanib o'tiladigan modellangan mashg'ulotlarning metodik ishlanmasi. /Uslubiy ko'rsatma- NamMPI, 2002 y.
14. Q.Ishmatov. Pedagogik texnologiya. /O'quv qo'llanma-NamMPI, 2004 yil.
15. O.Otamirzayev va boshqalar. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. (III-qism). /Ma'ruzalar matni. N.: NamMPI. 2006yil.
16. [tstu_info @ edu.uz](mailto:tstu_info@edu.uz)- Toshkent Davlat texnika universiteti.