

4-laboratoriya jumisi

RL hám RC shinjirlardı ózgeriwshen jiyiliklerde izertlew.

Jumistıń maqseti: hár túrlı jiyiliklerde RL- hám RC-shinjirları kernewleri mánisleri, hám de garmonik tok hám kernew arasındaǵı fazalar jılısıwın eksperimental anıqlawdı úyreniw; fazometr islewini hám eki garmonik bahalar arasındaǵı fazalar ayırmashılıǵın fazometr járdeminde ólshew usılı menen tanısıw.

1. Qısqaşa teoriyalıq maǵlıwmat

Qandayda bir passiv element arqalı tómendegi tok oqayotgan bolsın

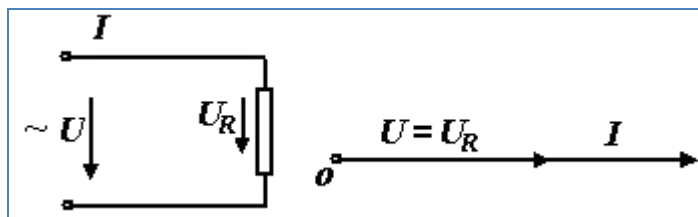
$$i = I_m \cos(\omega t + \psi). \quad (4.1)$$

Sol elementte kernew hám toktıń garmonik shayqalıwı amplitudaları hám baslanǵısh fazaları arasındaǵı baylanısıwdı anıqlaymız; bunda olardıń oń baǵdarları uyqas, dep qabıl etemiz.

Rezistorda:

$$u_R = R \cdot I = R \cdot I_m \cos(\omega t + \psi) = U_{Rm} \cos(\omega t + \psi) \quad (4.2)$$

Bunnan belgili boladıki, rezistiv qarsılıqta tok hám kernew amplitudaları arasındaǵı baylanısıw $U_{Rm} = R \cdot I_m$ boladı. Bunda terbelisler fazaları sáykes keledi, yaǵnıy rezistorda tok hám kernewlerdiń terbelisleri fazada boladı. Olardıń vektor diagrammaları 3.1-súwretde keltirilgen.



1-súwret. Rezistorlı shinjır sxeması hám vektor diagramması.

Induktivlik katushkası ámeldegi bolǵan shinjırdan (4.1) garmonik tokı aǵıp ótkende induktivliktegi kernew tómendegi nızamlıqta ózgeredi

$$u_L = L \frac{di}{dt} = -\omega L I_m \sin(\omega t + \varphi \Psi) = \omega L I_m \cos(\omega t + \Psi + \frac{\pi}{2}) \quad (4.3)$$

Sonday eken, tok hám kernew garmonik terbelisleri amplitudaları arasında tómendegi baylanısıw ámeldegi boladı eken:

$$U_{mL} = \omega L I_m \quad (4.4)$$

Anıqlanǵan (3. 1) hám (3. 3) anılapalar analizinen usıdan ayqın boladı, induktivlikda toktıń garmonik shayqalıwı kernew shayqalıwınan faza boyınsha $\varphi = \pi/2$ múyeshke keshiger (artta qaladı) eken; yamasa, usı mánisten alıp qaraǵandaǵı basqasha tariyp - kernew garmonik terbelisleri fazası boyınsha tok terbelislerinen $\pi/2$ múyeshke jıldamlap (ilgerilep) keter, yamasa aldında bolar eken.

Izbe-iz jalǵanǵan (2-súwret) rezistiv hám induktiv qarsılıqları bolǵan elektr shinjırında (qısqalıq ushın RL-shinjır) garmonik terbelisler hám aktiv, hám induktiv qurawshılardan ibarat boladı. Shinjırda

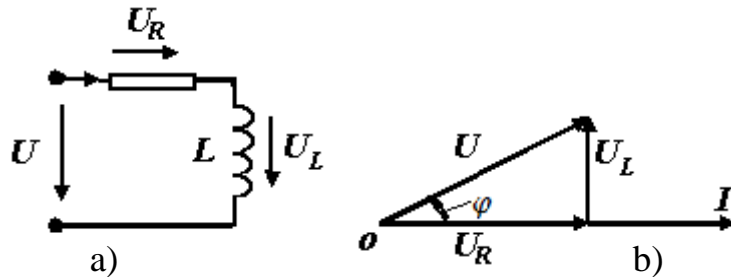
qarsılıqlardıń qanday quraytuǵını úlkenlew yamasa kishilew ekenligine qaray, tok kernewge salıstırǵanda $0 < \varphi < \pi/2$ múyeshke keshigedi. Tok I , rezistordagı kernew U_R , induktivlikdegi kernew U_L hám keltirilgen kernew aralarındaǵı faz jılısıwı $\varphi = \psi_U - \psi_I$ tómendegi ańlatpalar járdeminde esaplanadı:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}; \quad (4.5)$$

$$U_R = R \cdot I = U \frac{R}{Z} = \frac{RU}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}; \quad (4.6)$$

$$U_L = \omega LI = U \frac{\omega L}{Z} = \frac{\omega LU}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}; \quad (4.7)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R} = \arctg \frac{U_L}{U_R}. \quad (4.8)$$



2-súwret. a) izbe-iz RL-shınjırı sxeması ; b) vektor diagramması

Sıyımlılıqqa garmonik kernew $u = U_m \cos(\omega t + \psi)$ jalǵansa, tok tómendegishe ańlatpalanadı:

$$i_C = C \frac{du}{dt} = -\omega C U_m \sin(\omega t + \Psi) = \omega C U_m \cos(\omega t + \Psi + \frac{\pi}{2}) \quad (4.9)$$

Sonday eken, kernew iymek sıziǵı tok iymek sıziǵınan $\pi/2$ múyeshke keshigedi.

Sıyımlılıqta garmonik tok hám kernew terbelisleri amplitudalari tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı

$$I_{mC} = \omega C U_m \quad (4.10)$$

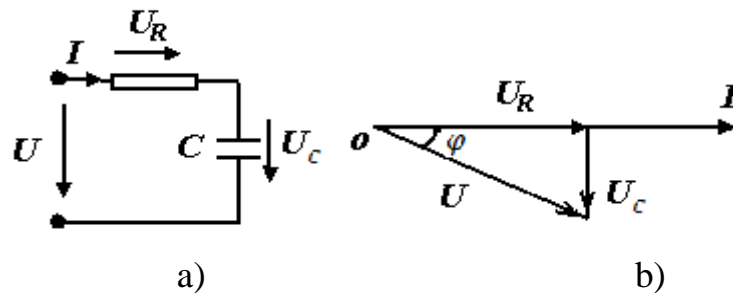
Parametrleri aralas sxemalarda - rezistiv qarsılıq R hám sıyımlılıq C ámeldegi bolǵanda (3. 3-súwret), kernew shayqalıwı toktıń shayqalıwınan $-\pi/2 < \varphi < 0$ múyeshke keshigedi. RC-shınjırlarda tok hám kernew amplitudalari, hám de olar arasındaǵı fazalar ayırmashılıǵı tómendegi ańlatpalar járdeminde anıqlanadı:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}}; \quad (4.11)$$

$$U_R = R \cdot I = U \frac{R}{Z} = \frac{RU}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}}; \quad (4.12)$$

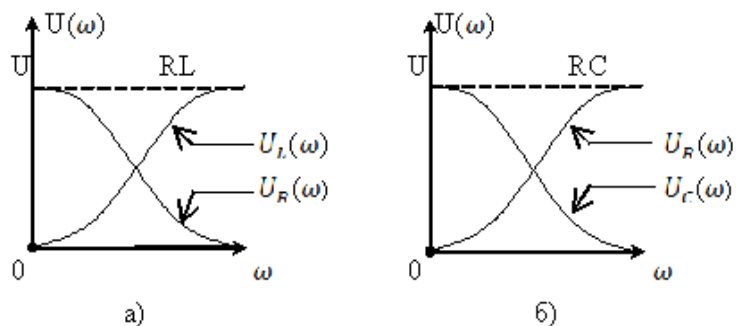
$$U_C = \frac{I}{\omega C} = \frac{U}{\omega C Z} = \frac{U}{\omega C \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}}; \quad (4.13)$$

$$\varphi = -\arctg \frac{1}{\omega CR} = -\arctg \frac{U_C}{U_R}. \quad (4.14)$$



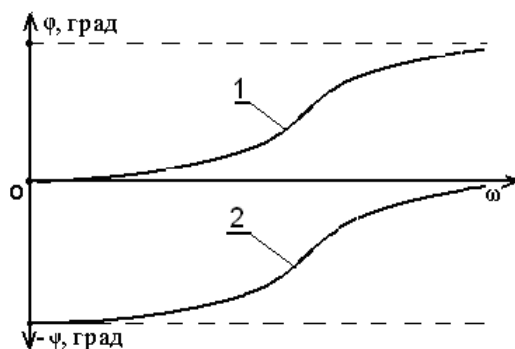
3- súwret. a) Izbe-iz RC - shıńjırı sxeması ; b) vektor diagramması.

Tóմende RL- hám RC-shıńjırlar sxemaları reaktiv elementleriniń kernewleri tásir etiwshi mánisleriniń jıyılıkǵa baylanıslılıǵı keltirilgen (4. 4- súwret).



3.4-su`wret

5- suwretde RL-shıńjır 2,a- súwret sxeması (1-iyemk sızıq) hám RC-shıńjır 3,a-súwret sxeması (2-iyemk sızıq) támiyinlew kernewleri hám tokları arasındaǵı fazalar jılısıwınıń jıyılıkǵa baylanıslılıǵı keltirilgen.



5

Eki sxema ushın aktiv R, reaktiv Q hám tolıq S quwatlar tómendegi ańlatpalar járdeminde anıqlanadı:

$$P=R \cdot I^2=U \cdot I \cdot \cos \varphi, \text{ Vt}; \quad (4.15)$$

$$Q=X I^2=U \cdot I \cdot \sin \varphi, \text{ V} \cdot \text{A}; \quad (4.16)$$

$$S=Z \cdot I^2=U \cdot I, \text{ V} \cdot \text{A}; \quad (4.17)$$

Sonı atap ótiw zárúr, (4.16) ańlatpada RL - shıńjır

ushın reaktiv qarsılıq

$$X = X_L = \omega L, \quad RC - \text{Shınjır ushın } X = -X_C = -1/\omega C.$$

2. Dáslepki esaplawlar

2. 1. Úyrenilip atırǵan RL-shınjır (2, a- súwret) ushın $U = 2V$, $R = 1k\Omega$. hám L (L ushın bahalardı 1-kesteden alın) bolǵanda (4. 6) - (4. 8) ańlatpalar járdeminde jiyiliklar $f=(0,2; 0,5; 1; 1,5; 2) f_T$ bolǵanda $U_R(f)$, $U_L(f)$, $\varphi(f)$ funktsiyalardı esaplab, grafikların qurıń, bunda $f_T = R/(2\pi \cdot L)$. Esaplawlar nátiyjelerin 2-kestege kiritiń.

Úyrenilip atırǵan RC-shınjır (3, a- súwret) ushın $U = 2V$, $R = 1k\Omega$ hám C (C ushın bahalardı 1-kesteden alın) bolǵanda (4.11) - (4.13) ańlatpalar járdeminde jiyiliklar $f = (0,2; 0,5; 1; 1,5; 2) f_T$ bolǵanda $U_R(f)$, $U_C(f)$, $\varphi(f)$ funktsiyalardı esaplab, grafikların qurıń, bunda $f_T = 1/(2\pi \cdot R \cdot C)$. Esaplawlar nátiyjelerin

3.2-kestege kiritiń.

2.2. Jiyilik f_T bolǵandaǵı elementlerdiń tok hám kernewler vektor diagrammaların qurıń.

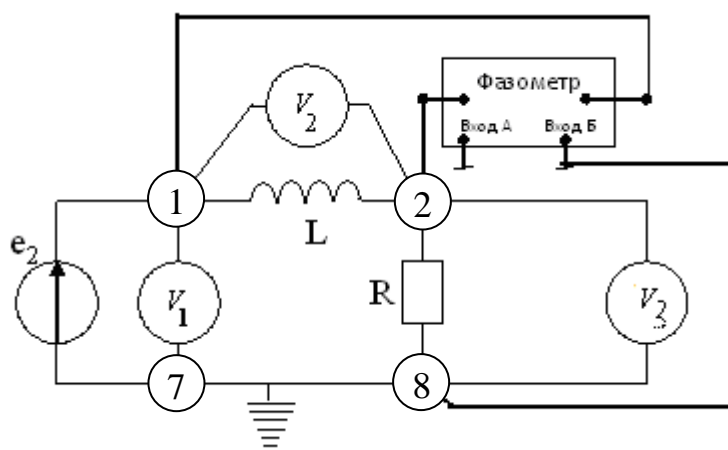
Elementler parametrleriniń mánisleri

1-keste

Stend nomeri	L, mGn	C, nF	Stend nomeri	L, mGn	C, nF
1	$L_A=25$	----	7	$L_D=70$	----
2	----	$C_A=5$	8	----	$C = 30$
3	$L_B=35$	----	9	$L_E=85$	----
4		$C_B=10$	10	----	$C_D=50$
5	$L_C=50$	----	11	$L = 95$	
6	----	$C_C=20$	12		$C_E=100$

3. Jumıstı orınlaw

6-súwretde keltirilgen sxemanı stendda qosıń.



6-súwret. Tekserilip atırǵan RL-shınjır sxeması

Tájiriybe sxeması jıynap atırǵanda derek E2 retinde jiyiliklar generatorınıń «G2» shıǵıw klemmasi kernewi isletiledi. Kernew regulyatorı járdeminde generator blokınıń «U_{shıq}» shıǵıwında $U=2V$ kernewdi

ornatın. Kirisiw ushlanıwınıń qadaǵalawı V1 voltmetri járdeminde orınlansın jáne onıń ma`nisin barlıq jiyiliklerde ózgermeytuǵın saqlansın. Qarsılıqtaǵı U_R kernewdi V2 voltmetr menen, kirisiw kernewi hám tokı arasındaǵı faza jılsıwı φ ni fazometr menen 2.1-halatındaǵı jiyiliklar ushın ólshensin. Induktivlikdaǵı kernew tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı.

$$U_L = \sqrt{U^2 - U_R^2}.$$

Ólshewler nátiyjelerin 2- kestege kiritilsin.

Quramında RC bolǵan shınjırdı tekseriw ushın, 6-suwretde keltirilgen induktivlik ornına sıyımlılıq ornatıladı hám RL-shınjır úyrenilganidek u_R hám φ olshenedi. Sıyımlılıqtaǵı kernew tómendegi ańlatpa járdeminde anıqlanadı

$$U_C = \sqrt{U^2 - U_R^2}.$$

Ólshewler nátiyjeleri 2- kestege kiritiledi.

Esaplawlar hám ólshewler nátiyjeleri

2-keste

	f	$0,2 \cdot f_T$	$0,5 \cdot f_T$	f_T	$1,5 \cdot f_T$	$2 \cdot f_T$
	$f, \text{ kHz}$					
Esaplangan	$U_R, \text{ V.}$					
	$\varphi, \text{ grad}$					
	$U_L \text{ yaki } U_C, \text{ V.}$					
Ólshengen	$U_R, \text{ V.}$					
	$\varphi, \text{ grad}$					
	$U_L \text{ yaki } U_C, \text{ V.}$					

4. Esabat quramı

Esabatda tómendegiler ámeldegi bolıwı shárt:

1. Jumıstın atı, maqseti.
2. Ólshewler sxemaları.
3. Esaplawlar ańlatpaları.
4. Dáslepki esaplawlar hám ólshewler nátiyjeleri keltirilgen keste.
5. Jiyiliklıq xarakteristikalar $u_R(f)$, $u_L(f)$ yáki $u_C(f)$, $\varphi(f)$.
6. Jiyilik $f = f_T$ bolǵandaǵı kirisiw kernewi hám tokı máwrit mánisleriniń grafigi.
7. Jiyilik $f = f_T$ bolǵandaǵı shınjır elementleriniń kernew hám tokları vektor diagrammaları.

Qadaǵalaw sorawları

- 5.1. Qanday tok hám kernewler garmonik bahalar dep ataladı?
- 5.2. Qanday parametrlr menen olar xarakterlanadi

5.3. Hár dayıó tákirarlanatuǵın terbelistiń tásir etiwshi ma`nisi dep nege ayıladı hám ol qanday anıqlanadı?

5.4. Rezistiv qarsılıq, induktivlik hám sıyımlılıqtaǵı tok hám kernewler amplitudalari (máwrit mánisleri) qanday ańlatpalar menen baylanısqań?

5.5. Fazalar jıljıw múyeshi dep nege ayıladı?

5.6. Rezistiv qarsılıq, induktivlik hám sıyımlılıqtaǵı tok hám kernewler fazası boyınsha qanday jıljıǵań?

5.7. RL- hám RC-shıńjırar ushın aktiv, reaktiv hám tolıq quwatlar qanday anıqlanadı?

5.8. Aktiv, reaktiv hám tolıq quwatlar qanday anıqlanadı?

5.9. Vektor diagramması dep nege ayıladı?

5.10. Izbe-iz jalǵańań RLC shıńjır ushın tómendegi qolatlar ushın vektor diagrammasın qurıń: a) $X_L < X_C$ b) $X_L > X_C$.

5.11. Kirisiw kernewi jiyiliksi ózgergende 2, a- hám 3, a-su'wretler elementlerindeki kernewler qanday ózgeredi?

5.12. Kernew U ózgermeytuǵın hám jiyilik f ózgergende 2,a- hám 3,a-su'wretlerdegi ajıralıp atırǵań aktiv quwat qanday ózgeredi?