

ЎЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖОҚАРЫ ҲӘМ ОРТА АРНАЎЛЫ
БИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

БЕРДАҚ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК
УНИВЕРСИТЕТИ

УЛЫЎМА ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ

Б. Жоллыбеков хәм И. Гулимбетов

**Тема: Өзгермели ток шынжырындағы
индуктивликти хәм сыйымлылықты анықлаў**

Нөкис - 2010

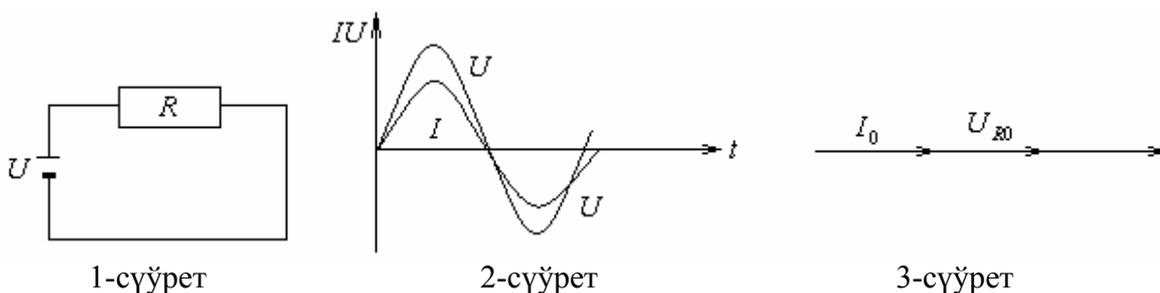
Керекли эсбаплар: Индуктивлик катушка, конденсатор, кернеўди ретлегиш, вольтметр, миллиамперметр.

Жумыстың мақсети: актив сыйымлылық хәм индуктивлик қарсылықлары бар өзгермели ток шынжырын үйрениў.

Ўақыттың өтиўи менен шамасы хәм бағыты өзгеретуғын ток, өзгермели ток деп аталады. Бул жумыста ўақыт бойынша гармоникалық нызам бойынша өзгеретуғын ток үйрениледи:

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (1)$$

1-сүүретте резистордан туратуғын шынжыр көрсетилген. Резистордың қарсылығы актив қарсылық деп аталады, себеби актив қарсылықта электр энергиясы ишки энергияға қайтымсыз түрде өзгереди. Актив қарсылықтағы ток хәм кернеў бир фазада өзгереди (2-сүүрет).



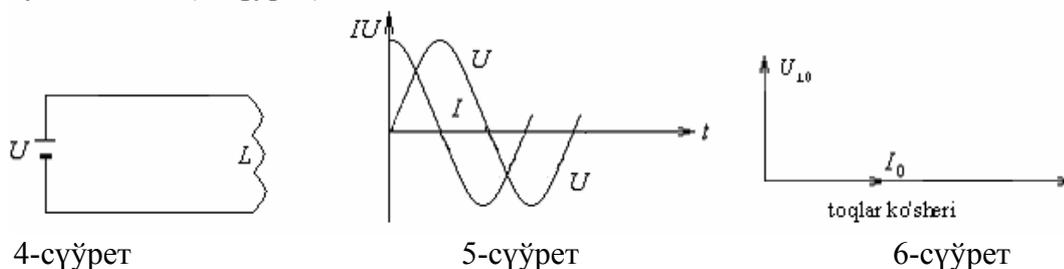
Гармоникалық өзгеретуғын шамаларды векторлық диаграмма түрінде көрсетиўге болады. Есаплаў орайы етип горизонтал көшер алынады, көшердин бойына ток күшиниң амплитудалық мәниси I_0 орнатылады. I_0 хәм U_0 векторлары арасындағы мүйеш фаза деп аталады.

Егер шынжыр тек ғана актив қарсылыққа ийе болса, резистордағы кернеўди тәрийплейтуғын $U_{R0} = IR$ кернеў векторыда горизонтал көшерге бағытланады, өйткени ток күши хәм кернеў арасында фазалар жылысыўы болмайды (3-сүүрет).

Индуктивлик қарсылыққа ийе болған өзгермели ток шынжырында (4-сүүрет) кернеўдин фазасы ток фазасынан $\pi/2$ шамасының алдында болады. Өзлик индукция ЭҚК шынжырдағы ток күшиниң өзгериўине тосқынлық жасайды, сонлықтан ток күши тербелиси кернеў тербелисинен изде қалады. 6-сүүретте индуктивлик қарсылыққа ийе шынжырдағы кернеў хәм ток күшиниң векторлық диаграммасы көрсетилген.

Катушкадағы кернеўдин амплитудалық мәниси $U_{L0} = I_0 \omega L$, ал $\omega L = X_L$ индуктивлик қарсылық деп аталады (ω -өзгермели ток жийилиги). Индуктивлик қарсылықта энергия жоғалмайды. Бундай қарсылықлар реактив қарсылық деп аталады.

Сыйымлылығы C болған конденсаторы бар өзгермели ток шынжырында (7-сүүрет) конденсатордағы кернеўдин тербелиси ток күши тербелисинен фазасы бойынша $\pi/2$ шамасынан изде қалады (8-сүүрет). Алынған нәтийжелерди вектор диаграмма түрінде көрсетиўге болады (9-сүүрет).

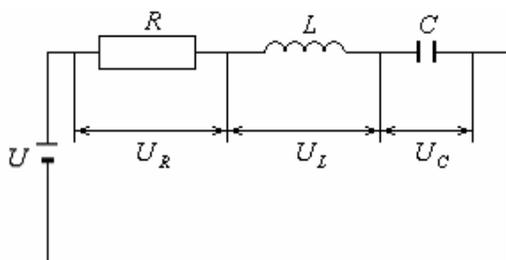


Бул жерде кернеўди тәрийплейўи вектор ток векторына салыстырғанда $\pi/2$ мүйешине терис бағыт бойынша бурылған.

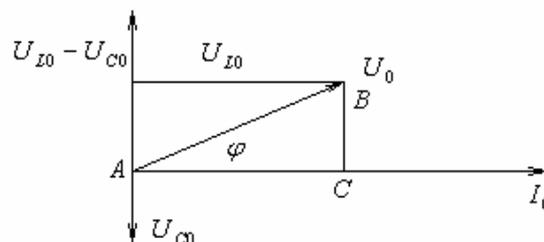
Ом ызамаы бойынша U_{C0}/I_0 шынжыр бөлими қарсылығы, берилген жағдай ушын $U_{C0}/I_0=I/\omega C$. Бунда $X_C=I/\omega C$ сыйымлылық қарсылық деп аталады. Ол конденсатордың сыйымлылығына хәм ток жийилигине ғәрезли.

Сыйымлылық қарсылықта индуктивлик қарсылық сыяқлы реактив қарсылық, себеби бул жағдайда да энергия жойылыўы болмайды.

Реал өзгермели ток шынжырында әдетте барлық түрдеги қарсылықлар болады. Резистор R, катушка L хәм конденсатор C избе-из жалғанған шынжырды қарайық.



10-сүүрет



11-сүүрет

Егер шынжырдағы ток күши (1) ызамаы бойынша өзгерсе, онда кернеў

$$U=U_0\sin(\omega t+\varphi)$$

ызамаы бойынша өзгереди. Бунда φ ток күши хәм кернеў арасындағы фазалар айырмасы (аўысыўы).

Фазалар айырмасының хәм шынжырдың толық қарсылығын анықлаў ушын векторлық диаграммадан пайдаланған қолайлы. Мейли U_{R0}, U_{L0}, U_{C0} резистордағы, индуктивлик катушкадағы, конденсатордағы сәйкес кернеўдің амплитудалық мәнислериниң векторлары болсын (11-сүүрет).

Улыўма кернеўди табыў ушын барлық үш кернеў векторын қосыў керек. U_{L0} хәм U_{C0} бир бағыт бойынша, бир туўры бойынша бағытланғанлықтан олардың векторлық суммасы модуллериниң айырмасына тең хәм ең үлкен вектор бағыты бойынша бағытланған. Пайда болған вектор $(U_{L0}-U_{C0})$ U_{R0} векторы менен параллелограмм қәдеси бойынша қосылады хәм улыўма вектор $U_0=U_{R0}+(U_{L0}-U_{C0})$ пайда болады. Егерде

$U_{R0}=I_0R$; $U_{C0}=I_0X_L$; $U_{C0}=I_0X_C$ болатуғынлығын есапқа алсақ, ΔABC бойынша

$$I_0^2 R_{tot}^2 = I_0^2 R^2 + I_0^2 (X_L - X_C)^2$$

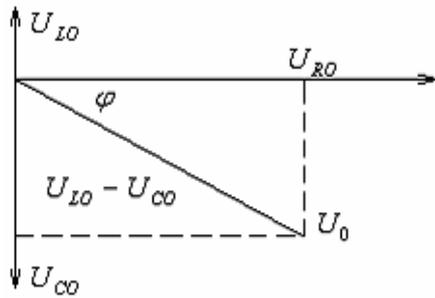
Шынжырдың толық қарсылығын Z деп белгилесек, онда

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

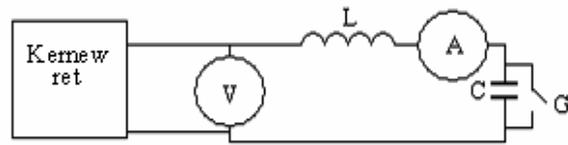
фазалар аўысыўы

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} \quad (3)$$

формулары бойынша анықлаўға болады. (3) аңлатпадан көринип турғанындай, $X_L > X_C$ болса, онда $\varphi > 0$ болады хәм улыўма кернеў ток күшинен φ мүйеши шамасына алдында болады. Егер $X_L < X_C$ болса, онда $\varphi < 0$ хәм улыўма кернеў ток күшинен φ мүйеши шамасына изде болады, ал векторлық диаграмма 12-сүүреттегидей болады.



12-сүүрет



13-сүүрет

Бул шынжыр бөлими үшін Ом нызамы төмендегише болады.

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 - (X_L - X_C)^2}} \quad (4)$$

Көпшилик электр өлшеуіші эсбаплар кернеудің хэм токтың амплитудалық мәнісін емес, ал эффектив мәніслерін өлшейди, олар арасындағы байланыс:

$$I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; \quad U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Қатнастарды (4) ке қойсақ, онда

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 - (X_L - X_C)^2}}$$

Жұмысты орынлау үшін үскененің схемасы 13-сүүретте көрсетілген. Электр шынжыры избе-из жалғанған индуктивлик катушка L, конденсатор C, резистор R хэм амперметрден турады. Кернеу, ретлегиш аркалы резисторға бериледи хэм вольтметр жәрдемінде өлшенеди. Конденсаторға параллель етип гилт Г жалғанған. Гилтти туйықлағанда ток конденсатордан өтпейди хэм шынжырдың толық қарсылығы актив хэм индуктивлик қарсылықлардың қосындысына тең болады.

Жұмыстың орынланыу тәртіби:

1. Гилтти туйықлап, шынжырға U кернеу берип ток күші I_1 өлшенсин.
2. Гилтти ажыратып ток I_2 өлшенсин.
3. Есаплаулар.

а) шынжырдың индуктив қарсылығы:

$$X_L = \sqrt{\left(\frac{U_1}{I_1}\right)^2 - R^2}$$

б) катушка индуктивлиги:

$$L = X_L / \omega, \quad (\omega = 2\pi f)$$

в) сыйымлылық қарсылық:

$$X_C = X_L \pm \sqrt{\left(\frac{U_2}{I_2}\right)^2 - R^2}$$

г) конденсатор сыйымлылығы:

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f \sqrt{\left(\frac{U_1}{I_1}\right)^2 - R^2 \pm \sqrt{\left(\frac{U_2}{I_2}\right)^2 - R^2}}$$

4. Жоқарыдағы өлшеулер хэм есаплаулар кернеудің бир неше мәніси үшін орынлансын.
5. L_{op} хэм C_{op} анықлансын.

6. Өлшеулер хәм есаплаулар нәтийжелери кестеге түсірилсин.

№	U,V	I_1,A	I_2,A	X_L,Om	$L,Гн$	$L_{op},Гн$	X_C,Om	C,F	C_{op},F
1									
2									
3									

7. Резистор R хәм индуктивлик катушкасы L бар шынжыр ушын векторлық диаграмма сызылсын.

8. $\varphi = \arctg(X_L/R)$ анықлансын.

Бақлау ушын сораулар:

1. Шынжырдың актив қарсылығы дегенимиз не? Өзгермели ток шынжырының индуктивлик қарсылығы қандай?
2. Шынжырдың индуктивлик қарсылығын анықлау формуласын келтирип шығарың.
3. Өзгермели ток шынжырының сыйымлылық қарсылығының анықламасы қандай?
4. Сыйымлылық қарсылығын есаплау формуласын келтирип шығарың?
5. Избе-из жалғанған конденсатор, индуктивлик катушка хәм резистордан туратуғын өзгермели ток шынжырының толық қарсылығын есаплау формуласын жазың.