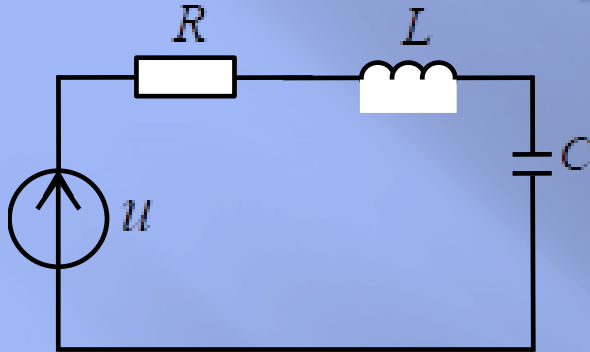


ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕР ТЕОРИЯСЫ-1

Дәріскер:

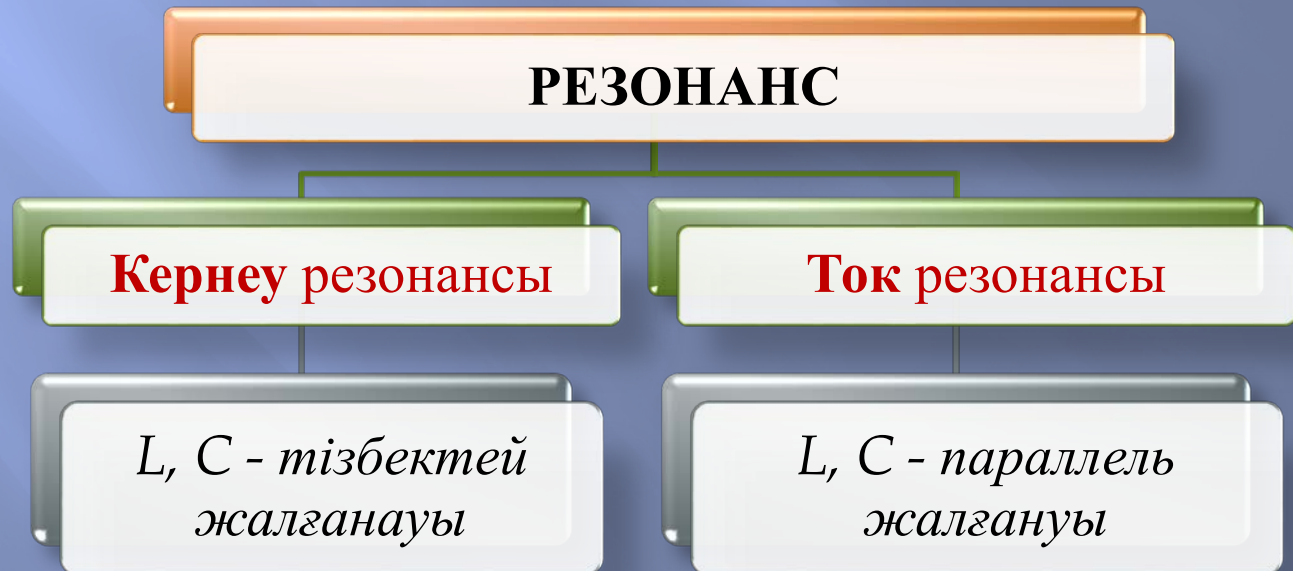
ф.-м.ғ.к., асс.профессор Алимгазина Назгүл Шәкәрімқызы

7-дәріс. Электр тізбектеріндегі резонанс



Тербелмелі контур деп құрамында индуктивтілік, сыйымдылық және активті кедергі бар және ток пен кернеудің еркін тербелісі болу ықтималдылығы бар электр тізбегін атаймыз.

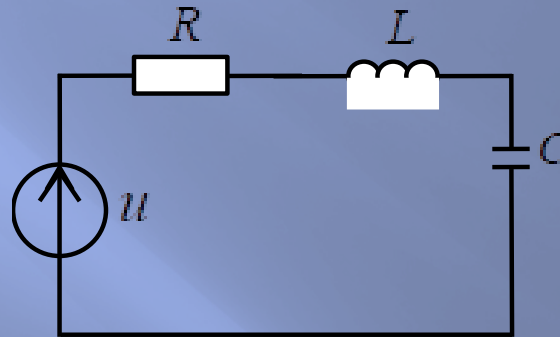
Резонанс деп контурдың кіріс реактивті кедергісі немесе оның кіріс реактивті өткізгіштігі нөлге тең болатын тербелмелі контур режимін айтады. Сондықтан, резонанс кезінде контурдың кірісіндегі кернеу мен ток фаза бойынша сәйкес келеді.



КЕРНЕУ РЕЗОНАНСЫ

Егер тізбектей жалғанған R, L, C элементтері бар тізбек бөлігінде кіріс реактивті кедергісі нөлге тең болса, сонда тізбектің жұмыс режимі - **кернеу резонансы** деп аталады.

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi_U)$$



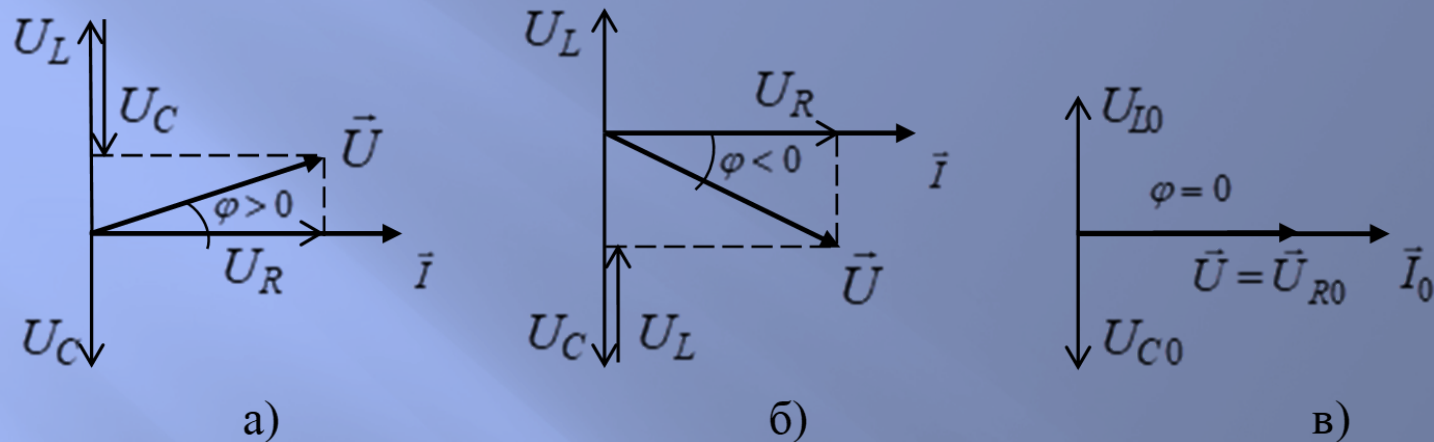
$$X_L = \omega L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\dot{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = R + jX = |\dot{Z}|e^{j\varphi}.$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\dot{Z}} = \frac{\dot{U}}{|\dot{Z}|} e^{-j\varphi}$$

Комплекстік токтың φ аргументінің таңбасы контурдың индуктивті және сыйымдылықты кедіргілердің өзара қатынасына тәуелді болып келеді



- ✓ Егер контурда $X_L > X_C$ болса, сонда φ оң таңбалы және ток кіріс кернеуден фаза бойынша қалып отырады (а-сурет);
- ✓ егер $X_L < X_C$ болса, сонда φ теріс таңбалы және тізбектегі ток сыйымдылықты сипаттамаға ие болады (б-сурет);
- ✓ $X_L = X_C$ кезінде *резонанс* режимі басталады, яғни $\varphi = 0$ болады (в-сурет).

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0.$$

$$\dot{Z} = R,$$

$$I_0 = \frac{U}{R},$$

$$\psi_u = \psi_i.$$

$$X_L = X_C, \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C},$$

Егер контур параметрлері өзгертілмеген қалыпта қалса, ω_0 жиілігі кезінде резонанстық режим басталады, осы жиілікті контурдың **резонансты жиілігі** деп атайды.

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

Резонанс кезінде индуктивті және сыйымдылықты кедергілер тең болады, сондықтан берілген кедергі **сипаттамалық кедергі** немесе контурдың **толқындық кедергісі** деп аталады

$$\rho = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

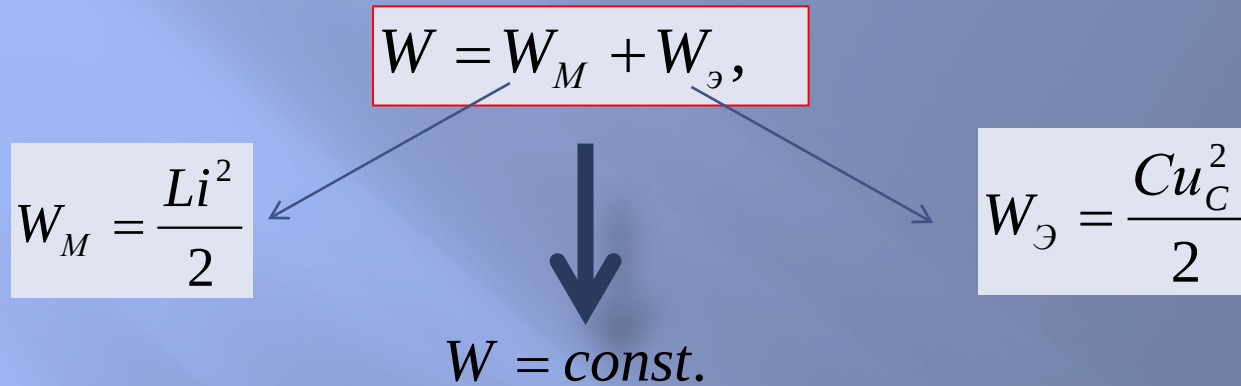
Контурдың резонанстық қасиеттерін сипаттайтын шаманы контурдың **төзімділігі** деп атайды

$$Q = \frac{\rho}{R} = \frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U}.$$

Контур төзімділігінің кері шамасы, **сөну** деп аталады

$$d = \frac{1}{Q} = \frac{R}{\rho} = \frac{U}{U_L} = \frac{U}{U_C}.$$

КЕРНЕУ РЕЗОНАНСЫ КЕЗІНДЕГІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

$$W = W_M + W_{\text{э}},$$
$$W_M = \frac{Li^2}{2}$$
$$W_{\text{э}} = \frac{Cu_c^2}{2}$$
$$W = \text{const.}$$


Резонанс кезінде тізбектелген тербелмелі контурдағы электромагниттік өрістің **толық энергиясы өзгермейді**: электр өрісінің энергиясының азаюы, магнит өрісінің энергиясының ұлғаюына ықпал етеді және керісінше болу мүмкін.

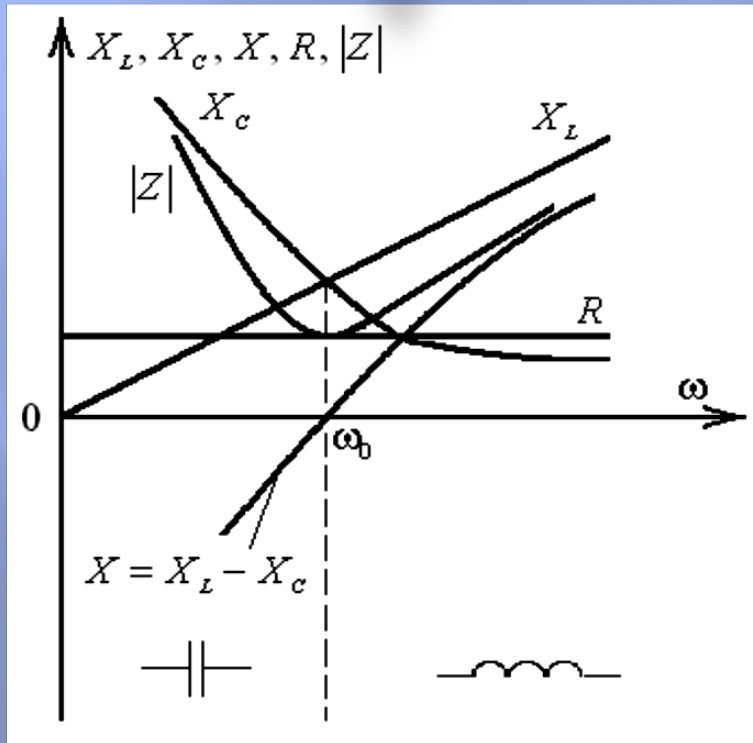
Контурдың реактивті элементтері үздіксіз энергиямен алмасады, ал сыртқы энергия көзі бұл алмасуға қатыспайды.

Егер де контур шығынға ие болмаса ($R=0$), сыртқы энергия көзінсіз тербелмелі процесс орын алар еді.

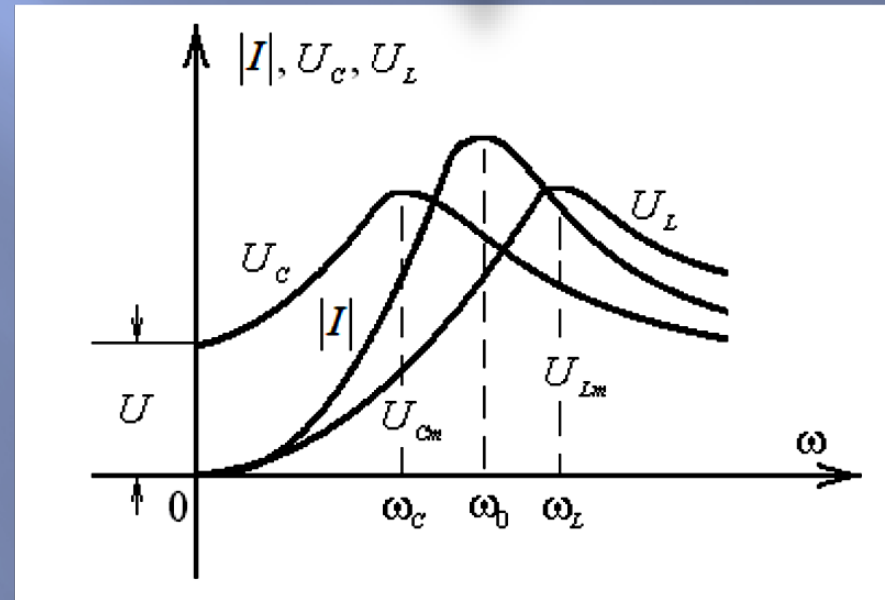
Егер тербелмелі контур активті кедергіге ие болса, онда энергияның шығындары болады және тербелмелі процесс сөну сипатына ие болады.

ЖИІЛІКТІК СИПАТТАМАЛАРЫ МЕН РЕЗОНАНСТЫҚ ҚИСЫҚТАР

Тізбек параметрлерінің
жиілікке тәуелділігі -
жиіліктік
сипаттамалары



Ток және кернеудің әсерлік пен
амплитудалық мәндерінің
жиілікке тәуелділігі -
резонансты қисықтар



ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАНҒАН ТЕРБЕЛМЕЛІ КОНТУРДЫҢ ІСТЕН ШЫҒУЫ

$\Delta\omega$ абсолютті істен шығу - энергия көзінің жиілігі мен контурдың резонанстық жиілігінің айырымын айтады: $\Delta\omega = \omega - \omega_0$. ω жиілігі ω_0 резонанстық жиілігінен көп немесе аз болуы мүмкін, сондықтан, $\Delta\omega$ абсолютті істен шығуы оң және теріс бола алады.

Салыстырмалы істен шығу - абсолютті істен шығудың резонанстық жиілікке қатынасын айтады:

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{\Delta f}{f_0}.$$

Жалпыланған істен шығу контур режимінің резонанстан ауытқуын туғызатын барлық себептерді есепке алады. Ол кез-келген жиілік кезіндегі контурдағы реактивті кедергінің активті кедергіге қатынасына тең:

$$\xi = \frac{X}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{\omega_0 L \cdot \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{1}{\omega_0 C} \cdot \frac{\omega_0}{\omega}}{R} = \frac{\rho}{R} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) = Q \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) = Q\varepsilon.$$

$\varepsilon = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}$ шамасы кейбер кезде салыстырмалы істен шығу деп аталады.

ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАНҒАН КОНТУРДЫҢ ӨТКІЗУ ЖОЛАҒЫ

Тербелмелі контурлары бар қондырғыларда ω_0 жиіліктері ғана емес, соған жақын жиіліктер қатары қолданылады. Оларды «бүйір» жиіліктер деп атайды. Бұл бүйір жиіліктер тербелмелі контур арқылы өту үшін контурда сәйкес өткізу жолағы болуы қажет.

Тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың **өткізу жолағы** деп токтың резонанстық токқа қарағанда $\sqrt{2}$ есе кем азаятын жиілік аймағын айтады.

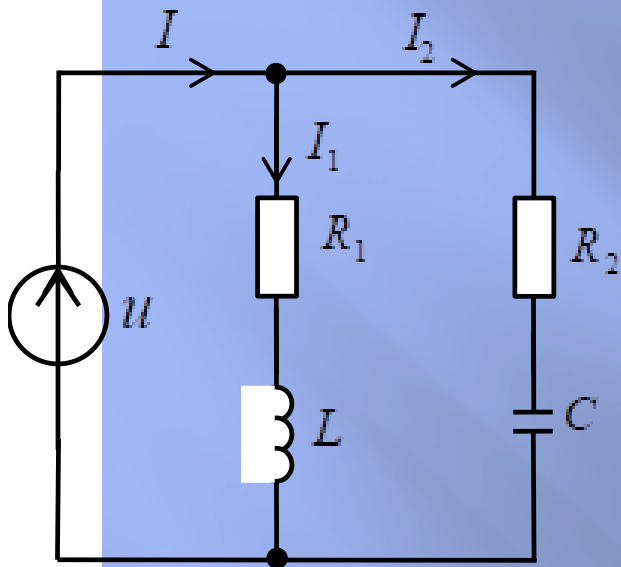
S_A **абсолютті өткізу жолағы** шектік жиіліктердің айырымы ретінде алынады:

$$S_A = f_2 - f_1 = \frac{f_0}{Q}.$$

Салыстырмалы өткізу жолағы:

$$S_{cal} = \frac{S_A}{f_0} = \frac{1}{Q} = d.$$

ТОК РЕЗОНАНСЫ



Параллельді тармақтары бар тізбек бөлігінде кіріс реактивті өткізгіштігі нөлге тең болса, сонда оның жұмыс режимін **ток резонансы** деп атаймыз.

$$b_1 = -b_2,$$

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\rho^2 - R_1^2}{\rho^2 - R_2^2}}.$$

Әр түрлі жағдайларды қарастырамыз:

- ✓ Егер $R_1 = R_2 = \rho$ болса, онда ток резонансы кез-келген жиілікте болуы мүмкін;
- ✓ Егер $R_1 = R_2 \neq \rho$ болса, онда ток резонансы кернеу резонансының жиілігінде пайда болады $\omega_p = \omega_0$;
- ✓ Егер $R_1 \neq R_2$ және $R_1, R_2 > \rho$ немесе $R_1, R_2 < \rho$ болса, онда ток резонансы бір ω_p жиілікте болады;
- ✓ Егер $R_1 > \rho$ және $R_2 < \rho$ болса, онда ток резонансы болмайды.

$$\dot{Z} = \frac{\dot{Z}_1 \dot{Z}_2}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2},$$

$$Z = R_p = \frac{R_1 R_2 + \rho^2}{R_1 + R_2}.$$

$$Q = \frac{\rho}{R_1 + R_2}.$$

Әртүрлі жағдайларды қарастырамыз:

- ✓ егер $R_1 \neq R_2 \neq \rho$ болса, онда энергия шығындары мен ток резонансы болуы мүмкін;
- ✓ егер $R_1 = R_2 = 0$ болса, онда тербелмелі контурда энергия шығындары болмайды;
- ✓ егер $(R_1 = R_2) < \rho$ болса, онда тербелмелі контурда аз мөлшерде шығындары болады.

ЖИЛІКТІК СИПАТТАМАЛАР

$$b_L = \frac{1}{\omega L}$$

$$b_C = \omega C$$

