

Электромагниттік тербелістер.

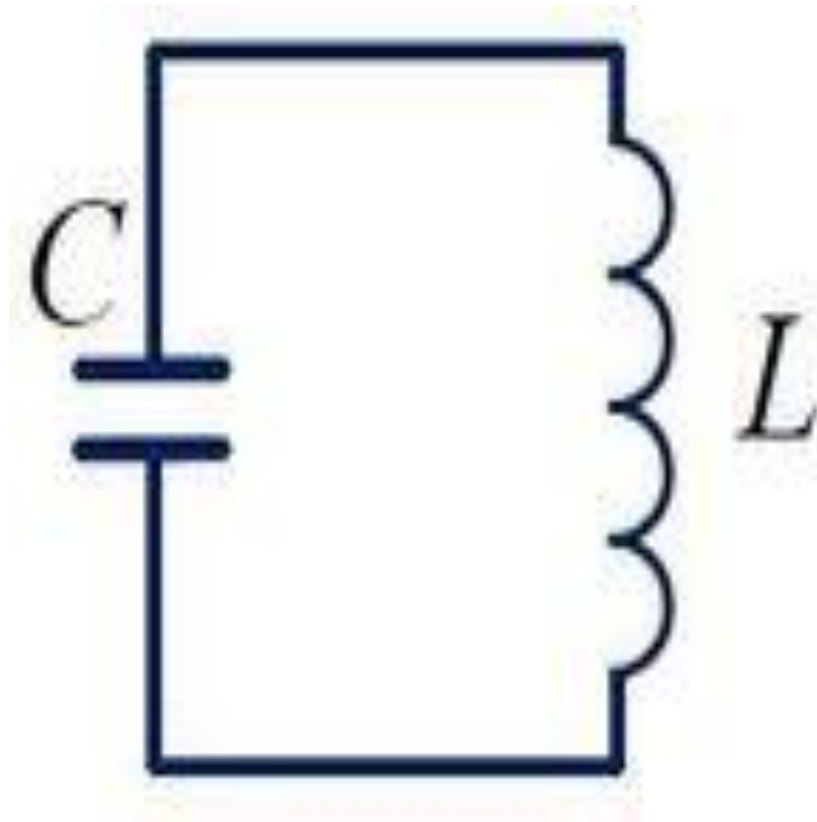
Электромагниттік тербелістер - бұл зарядтың, ток күшінің және кернеудің периодты және шамамен периодты өзгерістері.

Тербелмелі контур – жалғағыш сымдардан, индуктивті катушкадан және актив кедергісі нөлге тең конденсатордан тұратын тізбек.

Электромагниттік тербелістердің таралу жылдамдығы жарық жылдамдығына тең:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}$$

Тербелмелі контур сұлбасы

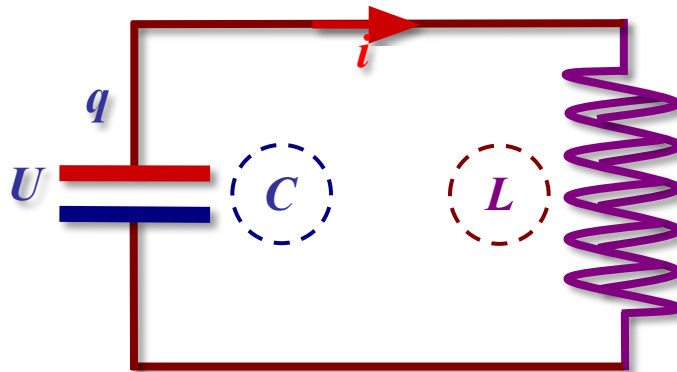


Еркін электрмагниттік тербелістер

Тербелмелі контур

C сыйымдылығы бар конденсатордан және
 L индуктивтілігі бар катушкадан тұратын электр тізбек

Тербелмелі контур



Кедергісіз контурдағы бос электромагниттік гармоникалық тербелістер катушканы зарядталған конденсаторға қосқан кезде пайда болады.

Өзіндік индукция құбылысы есебінен контурда q зарядының гармоникалық тербелісі, конденсатордағы U кернеуі және катушка индуктивтілігіндегі I ток күші пайда болады. Өткізгіштердің кедергісі ескерілмейді.

Электрсыйымдылық

өткізгіштің зарядының осы өткізгіш пен көрші арасындағы потенциалдар айырымы қатынасына тең физикалық шама.

Белгіленуі: С

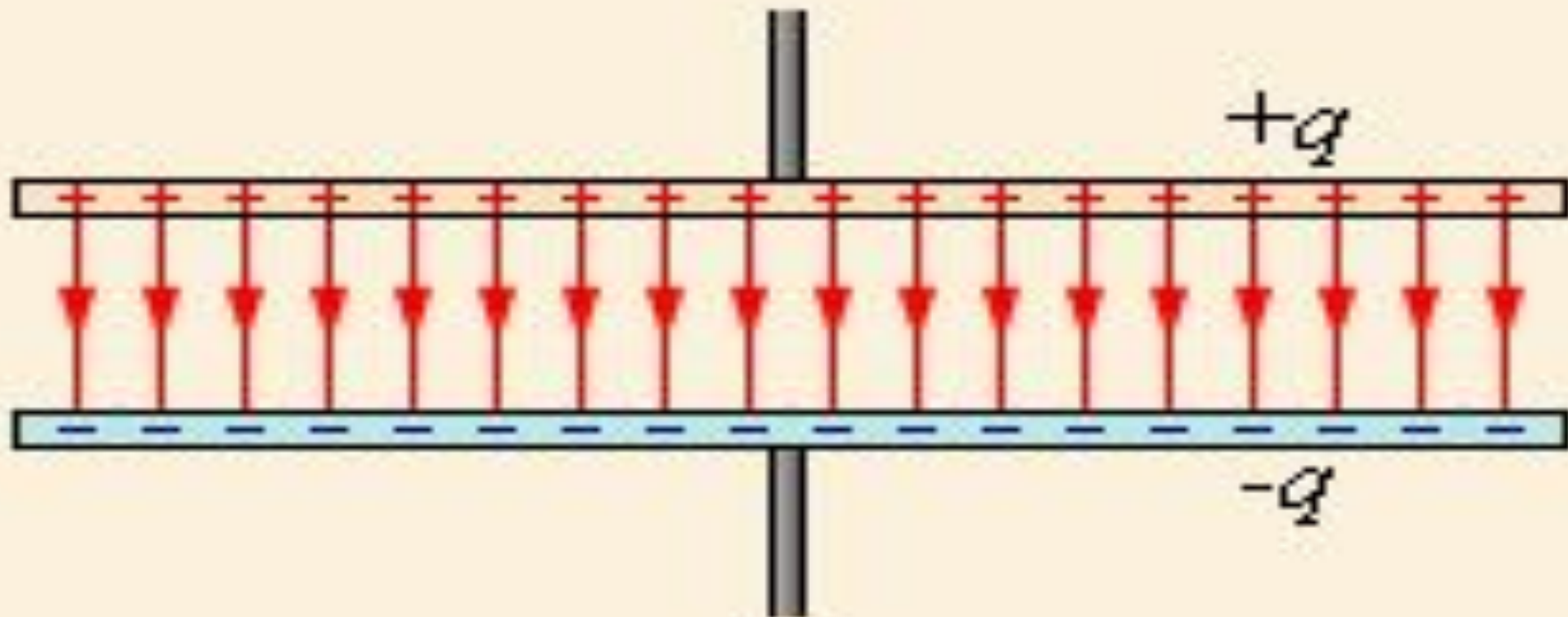
Өлшем бірлігі: Ф

$$[C] = \text{Кл} / \text{В} = \text{Ф}$$

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$



$$C = \frac{q}{U}$$

Зарядталған конденсатордың энергиясы

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

W_p - зарядталған конденсатордың электрлік энергиясы

q - конденсатордың кез келген зарядының модулі

U - өткізгіштер арасындағы потенциалдар айырымы

C - конденсатордың электрсійымдылығы

Индуктивтілік

- Өткізгіштің индуктивтілігі-скалярлық физикалық шама соленоидтегі ток арқылы пайда болған магнит ағынының ондағы ток күшінің сандық қатынасына тең

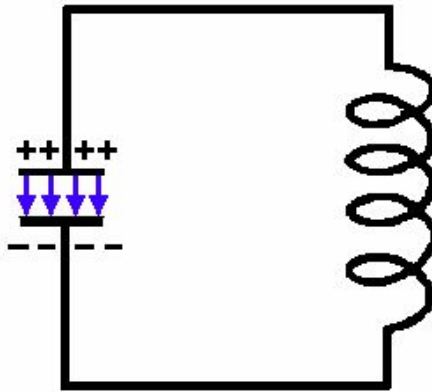
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

Электрмагниттік тербелістердің пайда болу шарттары:

- 1. Тербелмелі контурдың болуы
- 2. Электр кедергісі өте аз болуы керек.
- 3. Конденсаторды зарядтаңыз
(жүйені тепе-теңдіктен
шығарыңыз).

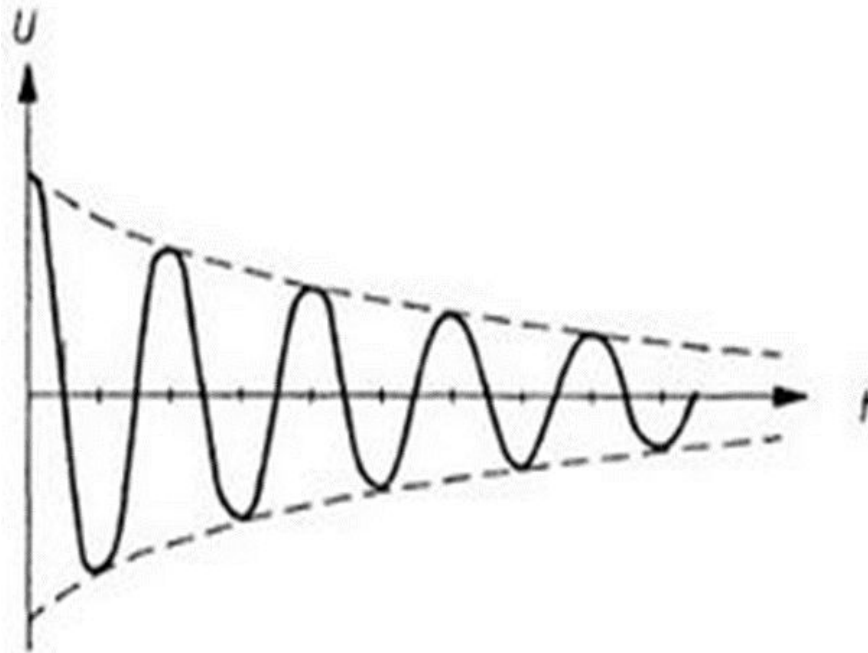
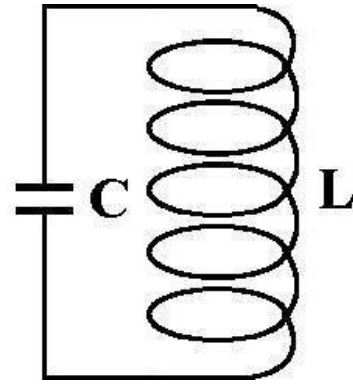
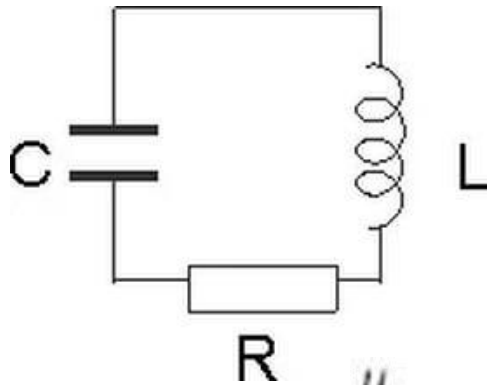
Еркін электромагниттік тербелістер

Конденсаторға зарядты беру
кезінде тербелмелі контурда
пайда болатын тербелістер



$R \neq 0$ → тербелістер әлсірейді

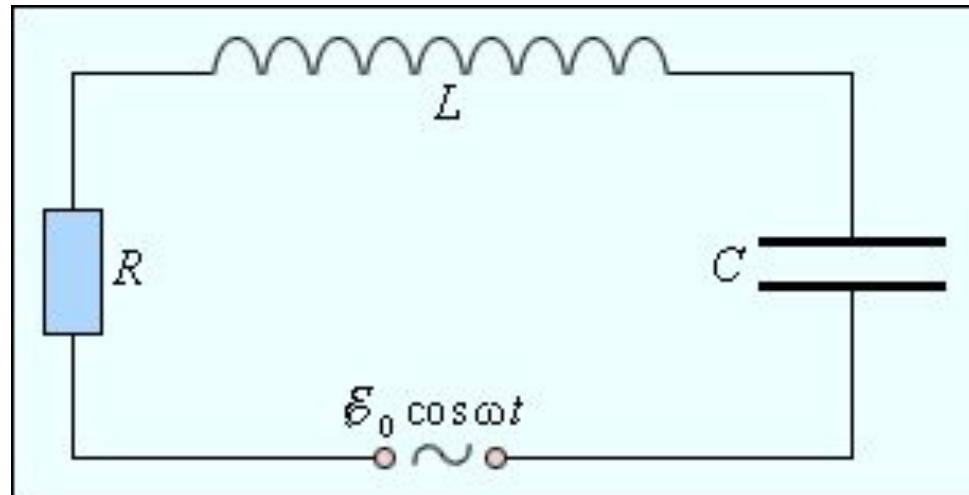
$R=0$ → идеалды тербелмелі контур



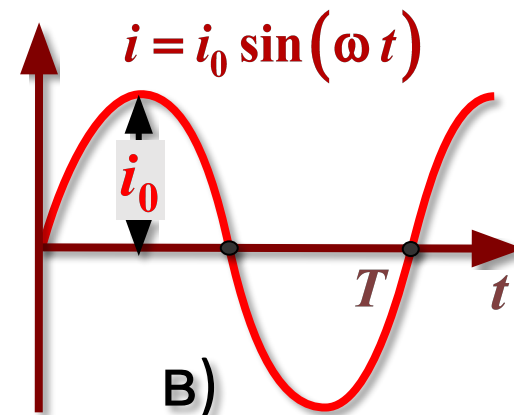
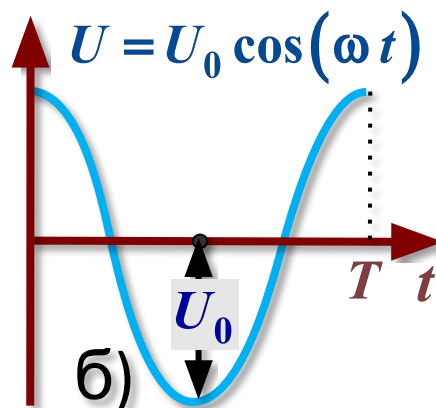
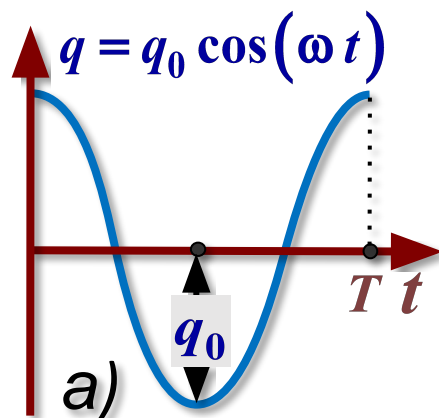
Әлсіреген тербеліс

Еріксіз тербелістер

сыртқы периодтық электр
қозғаушы күш әсерінен болған
тізбектегі тербелістер



Зарядтың, кернеудің және тоқтың гармоникалық тербелісі



Бұл
жағдайда:

q_0 — конденсатордағы зарядтың амплитудалық мәні;

$U_0 = q_0 / C$ — амплитудное значение напряжения на конденсаторе;

$i_0 = \omega q_0$ — конденсатордағы кернеудің амплитудалық мәні;

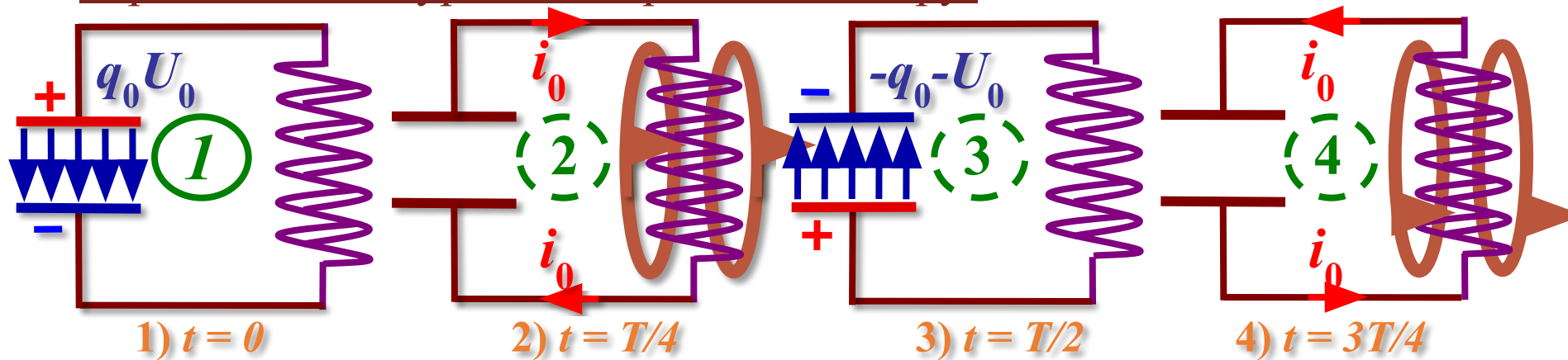
T — тербеліс периоды

$T = 2\pi\sqrt{LC}$ — *Томсон формуласы*

$\omega = 2\pi/T$ — тербелістің циклдік жиілігі

$$\omega = 2\pi / T = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Тербелмелі контурдағы энергияның өзгеруі



- 1) $t = 0$. Бастапқы уақытта W контурдың барлық энергиясы конденсатордың электр өрісінде шоғырланған

$$W = W_{\text{Э}} = C \cdot U_0^2 / 2.$$

Конденсатор зарядсыздана бастайды және электр тогы, (+) – ден (-) бағытталған, катушкаларда магнит өрісін жасайды. Электр өрісінің энергиясы магнит энергиясына өтеді.

- 2) $t = T/4$. Контур энергиясы W катушканың магниттік өрісіне шоғырланған:

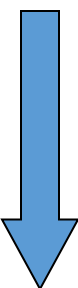
$$W = W_{\text{М}} = L \cdot i_0^2 / 2.$$

- 3) $t = T/2$. Контурдың энергиясы W қайта зарядталған конденсатордың электр өрісінде шоғырланған:

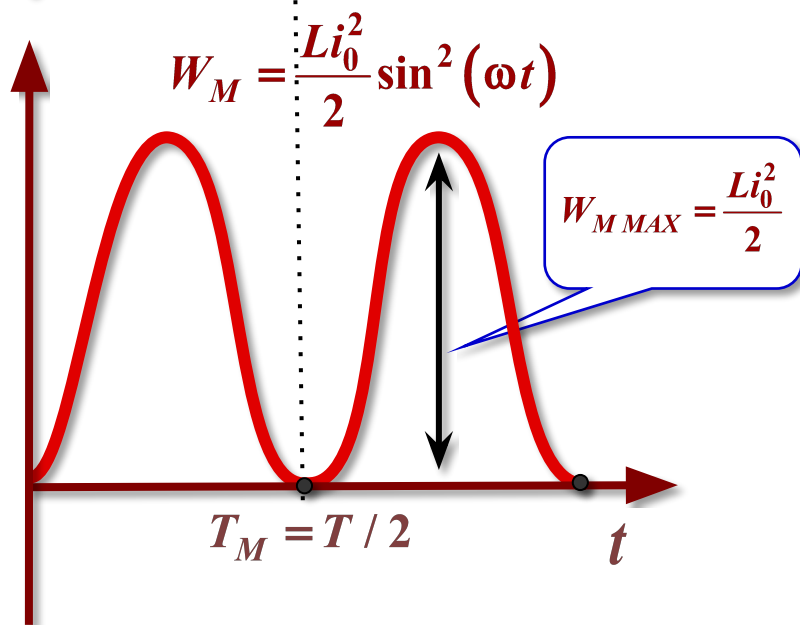
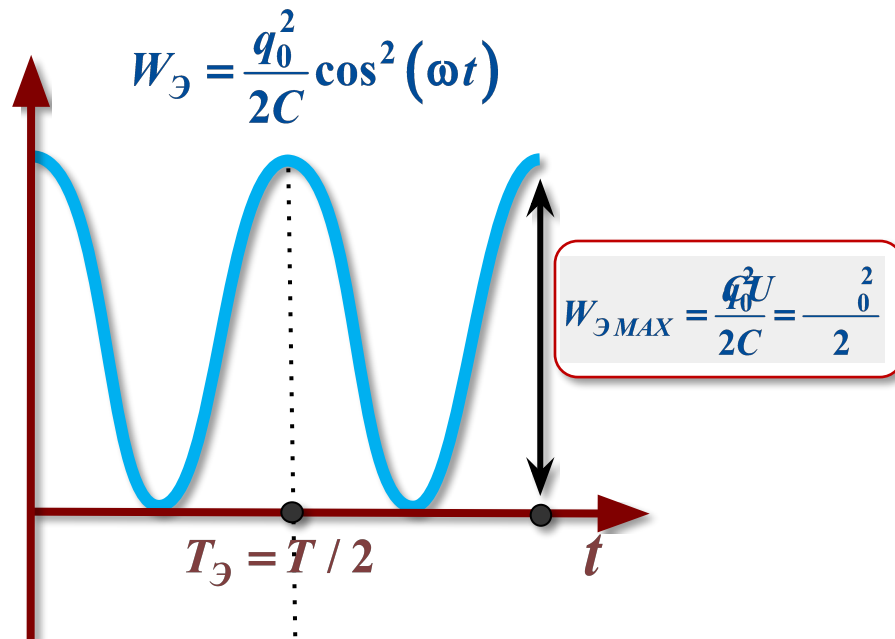
Конденсатор разрядталған. Негізгі ток жоғалып кету керек, бірақ пайда болатын өздік индукция тогы азаятын тоқты қолдайды (Ленц заңы) және конденсаторды қайта зарядтайды.

$$W = W_{\text{Э}} = C \cdot U_0^2 / 2$$

- 4) $t = 3T/4$. Әрі қарай процесс қайталанады.



КОЛЕБАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И МАГНИТНОЙ ЭНЕРГИЙ ЭЛЕКТРЛІК ЖӘНЕ МАГНИТТІК ЭНЕРГИЯНЫҢ ТЕРБЕЛІСІ



Тербелмелі контурдағы
энергияның тербеліс периоды ($T_{\text{Э}}$,
 $T_{\text{М}}$) кернеудің және ток күшінің
(T), зарядтың тербеліс периодынан
екі есе аз.

Электр магнитті энергияның сақталу заңы

Осылайша, тізбекте электр өрісінің энергиясы магнит өрісінің энергиясына айналады және керісінше .

электр магнитті энергияның сақталу заңы:

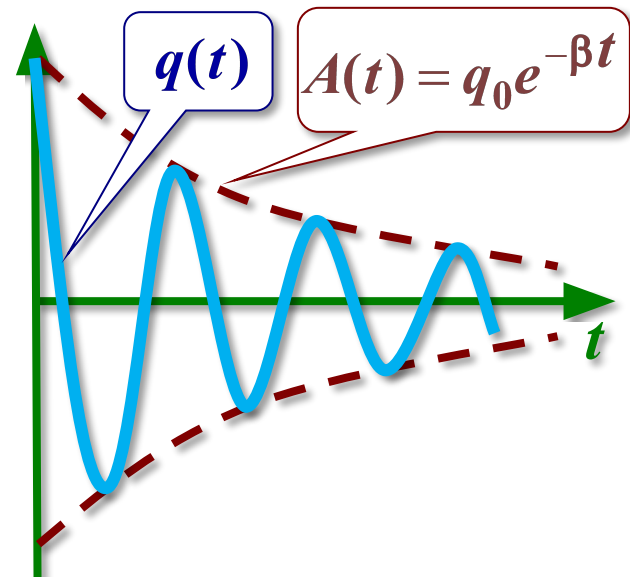
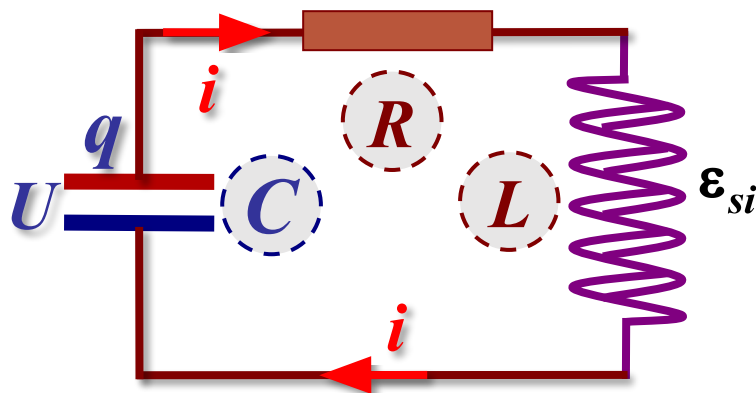
$$W = W_{\text{Э}} + W_{\text{М}} = \frac{C \cdot U^2}{2} + \frac{L \cdot i^2}{2} = \frac{C \cdot U_0^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{L \cdot i_0^2}{2} = \text{const.}$$

Еркін өшетін тербелістер

Әрбір нақты тізбектің белсенді кедергісі бар

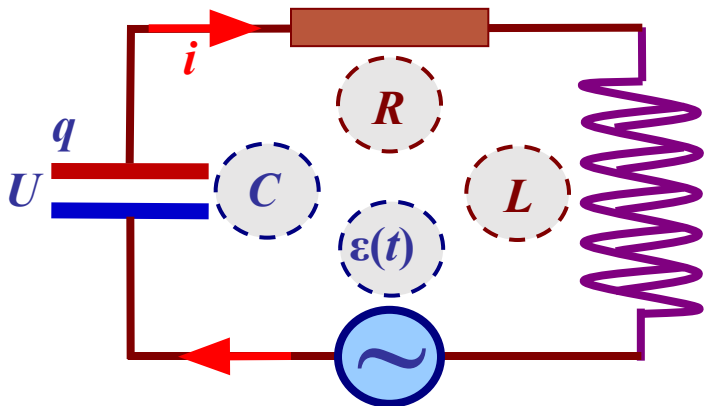
Тізбектің энергиясы өткізгішті қыздыруға жұмсалады. Тербелістердің амплитудасы азаяды, тербелістер өшеді.

Кедергісі бар тербелмелі контур

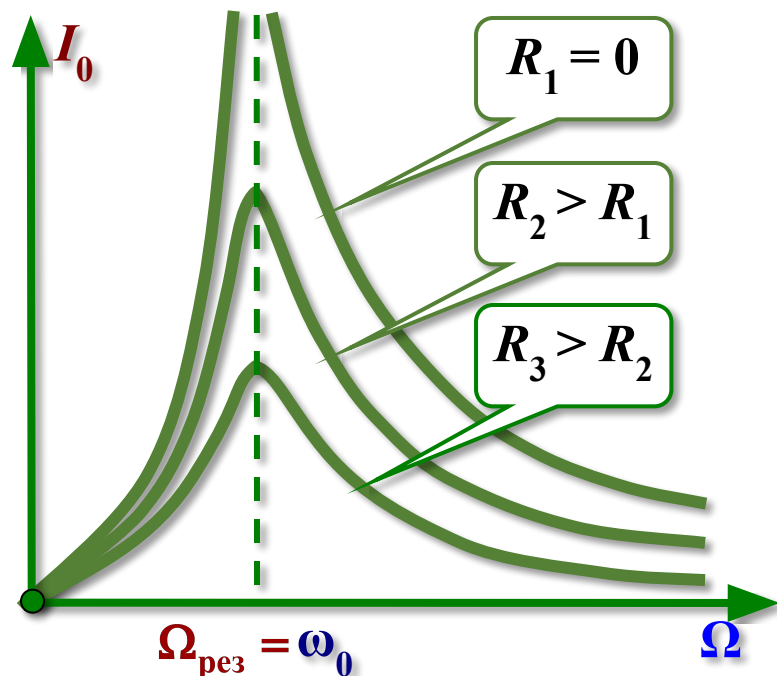


Еріксіз тербелістер

Генераторы бар еріксіз тербелістер



Резонансты қисық



контурда айнымалы ток генераторы
қосылған кезде пайда болады.

Генератор синусоидалы ЭҚК өндіреді

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \cos \Omega t$$

ε_0 — ЭҚК амплитудасы,

Ω — генератор жиілігі.

Контурда генератор жиілігіне сәйкес еріксіз тербелістер пайда болады Ω .

♦ Тербелмелі контурдағы резонанс

I_0 ток амплитудасының тез өсуі **электрлік тізбектегі резонанс** болып табылады. Резонанс байқалған ортада Сыртқы ЭҚК жиілігі Резонанс байқалатын сыртқы ЭҚК жиілігі резонанстық жиілік деп аталады ω_0 және тербелістің меншікті

$$\text{жиілігіне тең}$$
$$\Omega_{\text{рез}} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

R Белсенді кедергі көбейген сайын,
Токтың тербеліс амплитудасы I_0 азаяды.

Контурдағы тербелмелі процестерді сипаттайтын теңдеулер:

$$q = Q_m \cos(\omega_0 t + f);$$

$$u = U_m \cos(\omega_0 t + f);$$

$$i = I_m \cos\left(\omega_0 t + f + \frac{\pi}{2}\right);$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC};$$

$$\omega = 2\pi\nu = 2\frac{\pi}{T} \quad T = \frac{1}{\nu};$$

$$E = W_C + W_L - \text{контурдың толық энергиясы}$$

$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{Cu^2}{2} = \frac{qu}{2};$$

$$W_L = \frac{Li^2}{2};$$

Тізбектегі ток күші тербелісі конденсатор астарларындағы кернеу тербелісінен $\pi/2$ -ге озатынына назар аударамыз.

Зарядтың, кернеудің және ток күшінің өзгерістерін гармониялық заңдылықпен сипаттау кезінде синус және косинус функциялары арасындағы байланысты ескеру қажет.

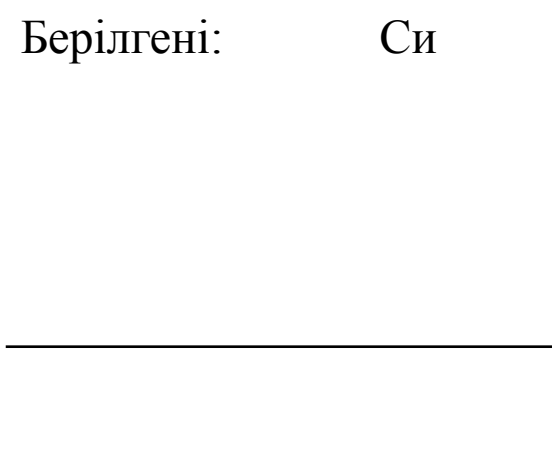
1. Есеп

Тербелмелі контурда сыйымдылығы 800 пФ конденсатор және индуктивтілігі 2 мкГн индуктивті катушка бар. Контурдың өзіндік тербеліс периоды қандай? (жауапты хғс беріңіз)

Берілгені:

Си

Шешуі:



2. Есеп

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивности индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3р. Егер конденсатордың электр сыйымдылығы мен катушканың индуктивтілігі 3 есе артса контурдағы бос электромагниттік тербелістердің периоды қалай өзгереді?

Берілгені:

Шешуі:

1. 3 есе артады;
2. Өзгермейді;
3. 3 есе азаяды;
4. 9 есе артады.

Ответ: №1

3. Есеп

Тербелмелі контурдағы бос тербелістер кезіндегі ток күшінің амплитудасы 100 мА. Егер осы конденсатордың сыйымдылығы 1 мкФ және катушканың индуктивтілігі 1 Гн болса, тербелмелі тізбектің конденсаторындағы кернеудің амплитудасы қандай? Белсенді кедергі ескерілмейді.

Берілгені:

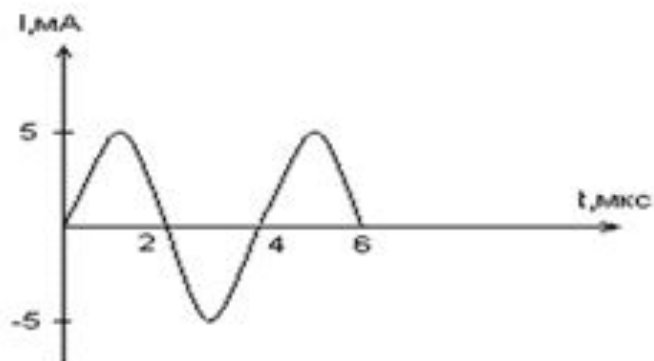
Шешуі:

Энергияның сақталу заңына
сәйкес

Үй жұмысы

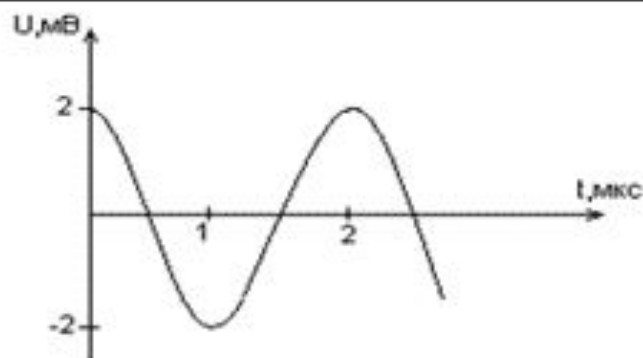
Есеп № 4.5.

№1 нұсқа



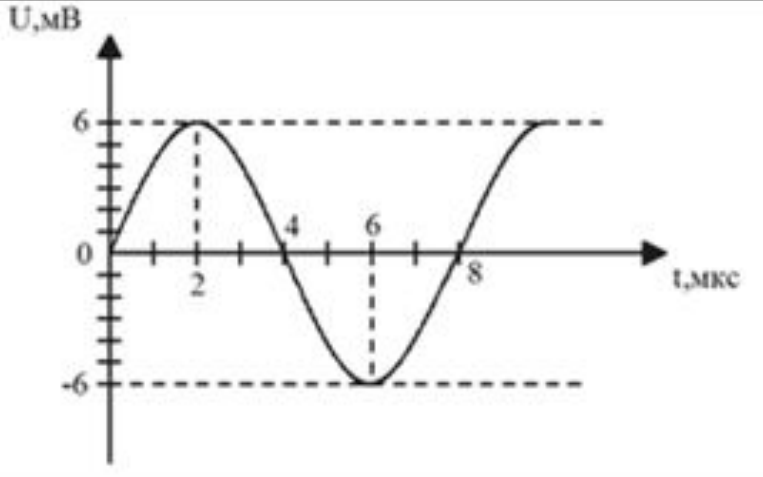
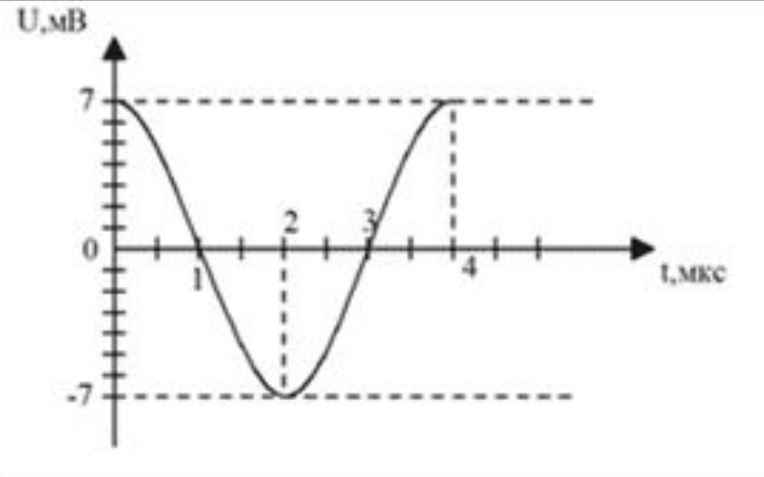
Тербелмелі контурдағы ток күшінің уақытқа тәуелділік графигі бойынша және катушка индуктивтілігі $L=2$ мкГн екенін ескеріп, катушканың магнит энергиясының максимал мәнін анықта.

№2 нұсқа



Тербелмелі контурдағы кернеудің уақытқа тәуелділік графигі бойынша және конденсатор сыйымдылығы $C=3$ пФ екенін ескеріп, конденсатордың электр энергиясының максимал мәнін анықта.

Есеп 6,7:

№1 нұсқа	№2 нұсқа
	
Кернеудің уақытқа тәуелділік <u>графикінен</u> анықта	
Период аралығында катушка <u>энергиясы қанша рет</u> максимум мәніне <u>жетеді?</u>	Период аралығында катушка <u>энергиясы қанша рет</u> минимум мәніне <u>жетеді?</u>
График <u>бойынша</u> кернеудің амплитудалық мәнін, <u>периодын</u> , <u>циклдық жиілігін</u> , <u>сызықтық жиілігін</u> анықтаңыз және кернеудің уақытқа тәуелділік теңдеуін жазыңыз.	

