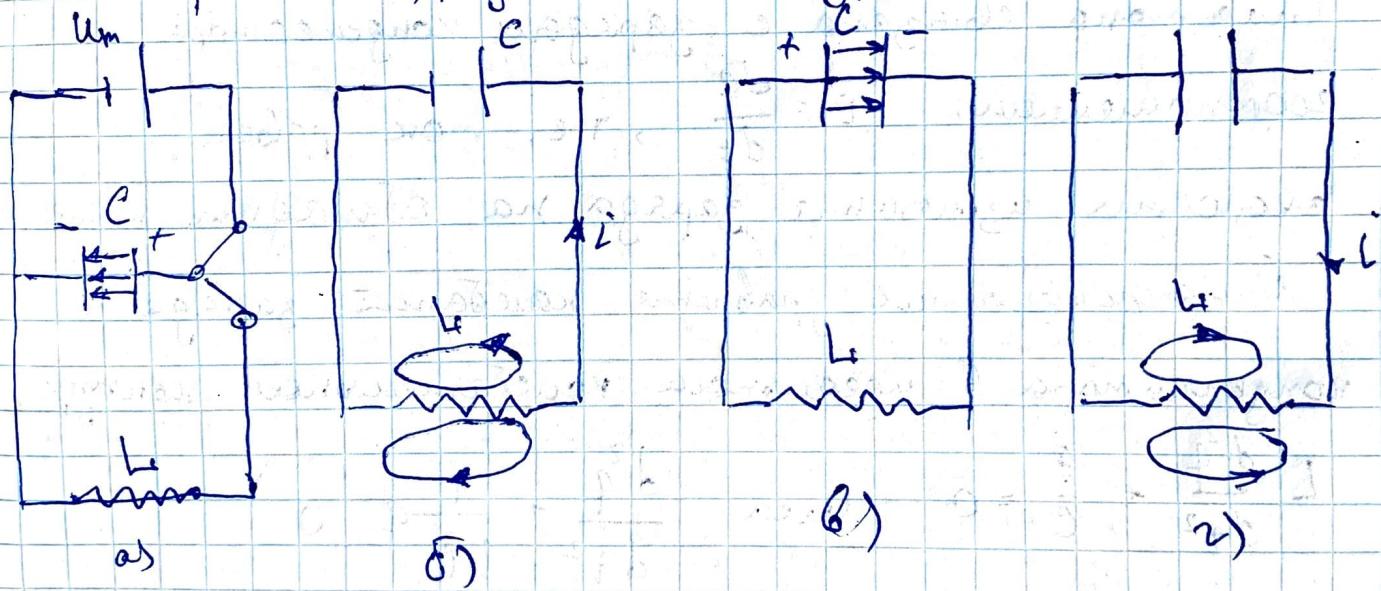


Блк 4 Электрические колебания

Электрические колебания - это однократно повторяющееся изменение напряжения и сила тока в проводниках, а также электрического и магнитного полей в пространстве близи этих проводников. Устройства в квадратных скобках изображают колебания применяемые для решения различных технических задач в электромеханике, радиотехнике и других областях.



Электрические колебания возникают в электрической цепи.

В момент начала разряда конденсатора ($t=0$) ток в катушке достигает максимального значения i_m . Электрическая ~~энергия~~ энергия заряженного конденсатора.

$$W_c = \frac{C i_m^2}{2}$$

к этому моменту
она написана.

$$W_m = \frac{B_i m^2}{2}$$

Согласно закону Кирхгофа сумма падений напряже-
ний в контуре равна алгебраической сумме
действующих в нем ЭДС. В контуре это:

$$U_C = E_L = -L \frac{di}{dt}, \text{ где } U_C = \frac{q}{C}$$

Следовательно связана с зарядом конденсатора
коинцидентно: $i = \frac{dq}{dt}$, т.е. так как
степень изменения заряда на обкладках конденса-

тора пропорциональна изменению конденсатора
в идеальном конденсаторном контуре.

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \quad \text{или}$$

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0$$

Решение этого уравнения имеет вид: $q = q_0 \cos(\omega_0 t)$
где $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ - циклическая частота незатухающих
электрических колебаний

Первый незатухающий колебание определяет
пределы Гюсона.

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

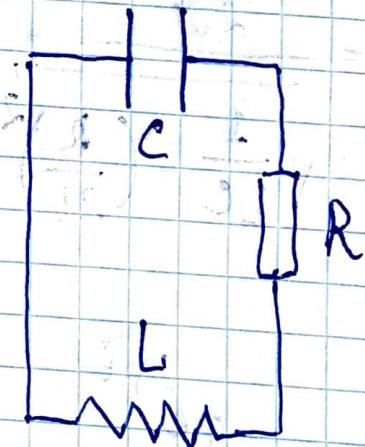
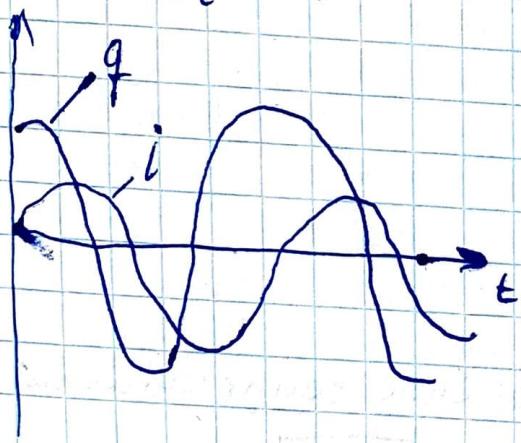
Заряд на обкладках конденсатора имеет вид
 $q = q_m \cos \omega_0 t$

Напряжение на конденсаторе изменяется по закону

$$U_C = \frac{q}{C} = \frac{q_m}{C} \cos \omega_0 t = U_m \cos \omega_0 t, \text{ где } U_m - \text{амплитуда напряжения.}$$

Закон изменения тока в контуре

$$i = -\frac{dq}{dt} = q_m \omega_0 \sin \omega_0 t = i_m \sin \omega_0 t, \text{ где } i_m - \text{амплитуда тока}$$



Так как $\sin \omega_0 t = \cos(\omega_0 t - \frac{\pi}{2})$ то колебания в неизвестном контуре отмечены на графике от колебаний заряда на $\frac{\pi}{2}$.

$$U_R = iR \Rightarrow iR + \frac{q}{C} = -L \frac{di}{dt}, \text{ а т.к. } i = -\frac{dq}{dt}$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$$

$$\beta = \frac{R}{2L} - \text{коэффициент затухания.}$$

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

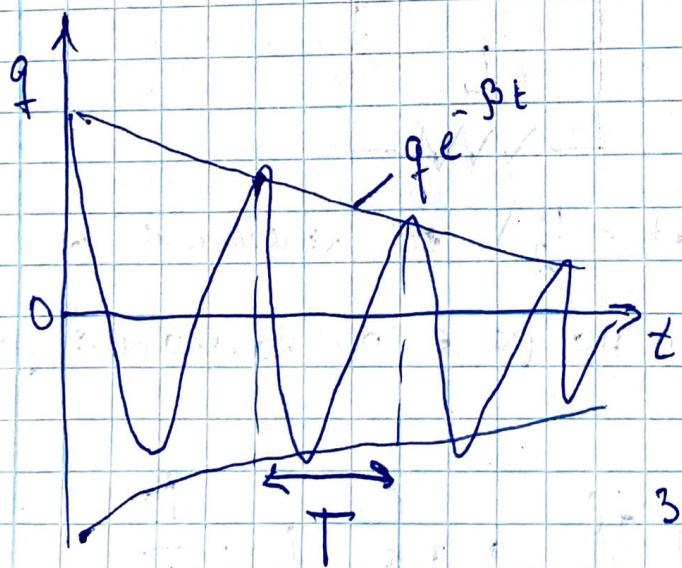
$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\beta \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0$$

$$\text{если } \omega_0 > \beta$$

$q = q_m e^{-\beta t} \cos \omega t$, где $q_m e^{-\beta t}$ - уменьшающаяся со временем амплитуда заряда.

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}}$$



$$\text{Затухание сопротивлением} \\ R_{exp} = 2 \sqrt{LC} \text{ называемое}$$

принципом

T.K. напряжения и

заряд на конденсаторе

$$q(t)$$

Обозначим напряжение: $U_C(t) = \frac{q(t)}{C}$, то засеч

изменение напряжения: $U_C = U_m e^{-\beta t} \cos \omega t = \frac{q_m e^{-\beta t}}{C} \cos \omega t$

$$i = -\frac{d\Phi}{dt} = q_m e^{-\beta t} \left(\beta \cos \omega t + \frac{\omega}{\omega_0} \sin \omega t \right)$$

$$\sin \varphi = \frac{\beta}{\omega_0}, \quad \cos \varphi = \frac{\omega}{\omega_0}$$

$$i = \omega_0 q_m e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi) \quad \varphi = \arctg \frac{\beta}{\omega} = \arctg \frac{R}{2L\omega}$$

Т.к. $\sin(\omega t + \varphi) = \cos(\omega t - (\frac{\pi}{2} - \varphi))$, то коеффициент q_m в напряже с сопротивлением R имеет вид
после отмены коэффициента заряда можно, что $\frac{\pi}{2}$.

Логарифмический закон изменения загужания δ выражается

$$\delta = \ln \frac{q_t}{q_0 + T} = \ln \frac{q_m e^{-\beta t}}{q_m e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$$

Нормированное Q : $Q = 2\pi \frac{W(t)}{\Delta W(T)}$ — нормальная энергия

$W(t) = W_0 \exp(-2\beta t) \Rightarrow dW = -2\beta W dt$

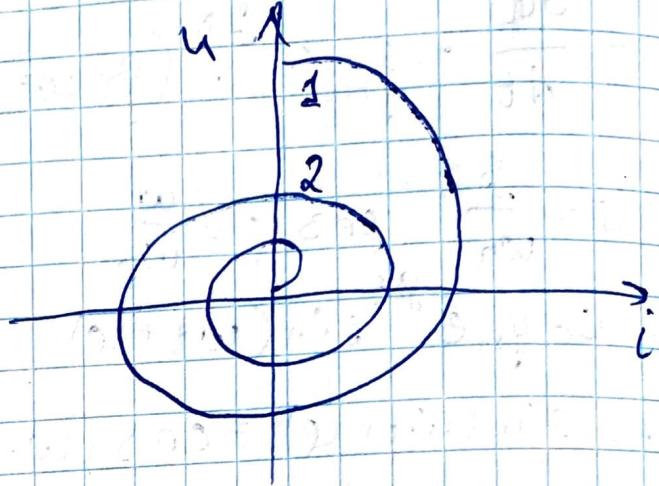
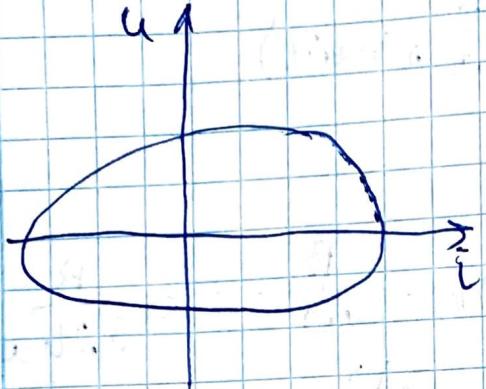
$$Q = \frac{\pi T}{\beta t} \quad \beta = \frac{R}{2L}, \text{ а } T \approx T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad i - \text{фазовая мощность}$$

$u = f(i)$ — фазовая кривая.

$$U = U_m \cos \omega t \quad i = q_m \omega_0 \sin \omega t = U_m \omega_0 C \sin \omega t$$

$$\frac{U^2}{U_m^2} + \frac{i^2}{U_m^2 \omega_0^2 C^2} = 1$$



Лабораторная работа № 70(К)

Свободные зондирующие конфигурации.

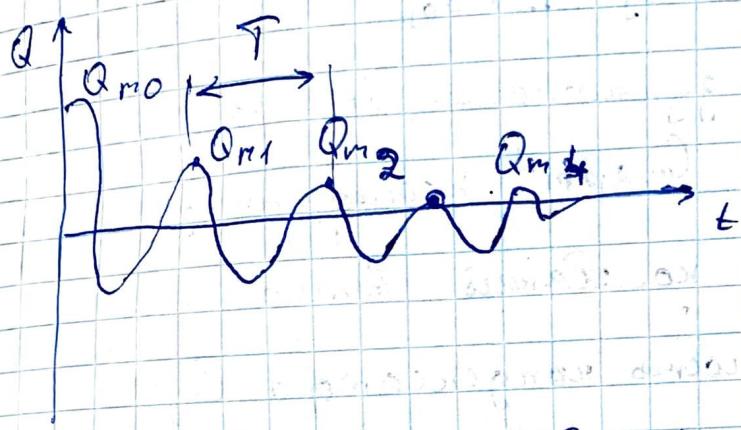
Числ. изучение с помощью компьютерной модели прохождения свободных зондирующих конфигураций в электрическом кондакционном контуре, экспериментальное определение подавлиивания заграждений и критического сопротивления контура. Построение фазовых кривых.

Методика измерений

Рассмотрим кондакционный контур, состоящий из конденсатора С, катушки индуктивности L и активного сопротивления R. При R не превышающем критическое сопротивление

данного контура $R_{kp} = 2 \sqrt{L/C}$, в контуре будет проходить свободные зонд. конфигурации

Быстроющая замукивания конденсатора характеризуются координатами замукивания, которые определяются параметрами конденсаторного контура $\beta_0 = \frac{R}{2L}$.

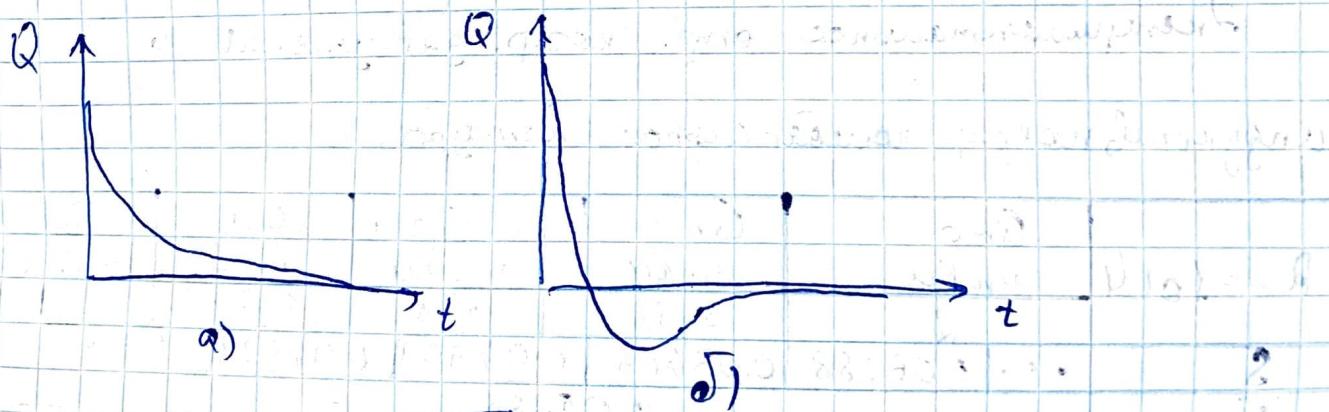


$$Q_{m0} = Q_m(0), Q_{m1} = Q_m(T), Q_{m2} = Q_m(2T)$$

$$\delta_1 = \ln \frac{Q_{m0}}{Q_{m1}}, \quad \delta_2 = \ln \frac{Q_{m1}}{Q_{m2}}$$

δ - среднее

$$\frac{\delta}{T} = \beta \quad T = 2\pi \sqrt{LC}$$



$$R_{np} = 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Порядок выполнения работы.

Запустить программу, нажав на маркер синего
ног знакоа. Открыться окно Δ .

Намечено нажатие кнопки "Видор" Flag Button в
главном регуляторе индуктивности L. ~~Поменять~~
нажатие кнопки "Справка" на дисплей за
изменение характеристики конденсатора. Поменять
образец измерения ёмкости конденсатора C,
внешний видимый конформный R и внешний
заряд на конденсаторе Q. Задействовать модуль
график конденсатор.

Упражнение 1

Использование опр. котр. замеров и
индуктивности конденсаторного контура.

$R_1 = 10\text{ k}\Omega$	Q_{m0}	Q_{m1}	Q_{m2}	Q_{m3}	Q_{m4}
	инкл	инкл	инкл	инкл	инкл
	2	1,88	1,78	1,7	1,62
S	...	0,06188	0,05468	0,04599	0,04824
S_1			0,05268		
B_1			0,07119		

$R_2 = 20\text{ k}\Omega$	Q_{m0}	Q_{m1}	Q_{m2}	Q_{m3}	Q_{m4}
	2	1,79	1,62	1,45	1,31
S	...	0,11083	0,09979	0,11086	0,10154
S_2		0,10578			

0,074119

 β_1

	Q_{m0}	Q_{m1}	Q_{m2}	Q_{m3}	Q_{m4}
$R_3 = 30\Omega$	2	1,7	1,45	1,24	1,06
β_3	0,01016293	0,159979	0,156861	0,156841	0,00
β_3		0,155782			
β_3		0,214496			
$R_4 = 10\Omega$	Q_{m0}	Q_{m1}	Q_{m2}	Q_{m3}	Q_{m4}
	2	1,62	1,31	1,06	0,86
β_4	0,21072	0,21239	0,21176	0,22079	0,00
β_4		0,21392			
β_4		0,28908			

Генераторный коэффициент графика:

$$K = \frac{\beta_B - \beta_A}{R_B - R_A} = \frac{0,2 - 0,1}{2,8 - 1,45} = \frac{0,1}{1,35} = 0,074$$

$$L_{\text{скрен}} = \frac{1}{2K} = \frac{1}{2 \cdot 0,074} = \frac{1}{0,148}$$

$$L_{\text{скрен}} = 6,757 \text{ Гн} \Gamma_n$$

Одноступенчатая нориентированность

$$y = \frac{L_{\text{скрен}}}{L} \cdot 100\% = \frac{6,757}{7} \cdot 100\%$$

$$y = 3,47\%$$

Вывод: умножение коэффициента генерации на коэффициент нориентированности определяет зависимость коэффициента генерации от коэффициента нориентированности.

По полученному выражению вычислим коэффициент нориентированности

$$L_{\text{скрен}} = 6,757 \text{ Гн} \Gamma_n \cdot \text{Одноступенчатая нориентированность}$$

Вычисление коэффициента 3,47%

Комплексные вопросы:

- 1) Влияние нагрузок замедлений определены экспериментально по зависимости времени заряда Q от времени.

Изменение амплитуды колебаний заряда Q_m в определенное время отталкивает груз от друга на период колебаний или не приводит определенных изображений. Движение груза и его среднее значение \bar{S} .

$$S_n = f_n \frac{Q_m(n-1)}{Q_{mn}} \quad \beta = \frac{\bar{S}}{T}$$

- 2) В некоторое возможное колебание можно и заряда конденсатора q , в направлении на движение u .

- 3) Зависимость заряда в направлении на конденсаторе, а также сила тока в цепи от времени.

Две свободных замыкающих колебаний.

$$q = q_m e^{-\beta t} \cos \omega t \quad u = u_m e^{-\beta t} \cos \omega t$$

$$i = \omega q_m e^{-\beta t} \sin (\omega t + \varphi)$$

4) ~~Что такое разводка кривой? Текст~~

Конформистский процесс можно изобразить на координатной плоскости, где по оси отложены i -е и \bar{i} -е (мод-направление). Кривая $z = f(i)$ называется разводкой кривой.

Если разводка кривая получается незакрученной (при сопряжении контура $R \neq 0$), то движущийся направлений u может непрерывно убывать.

5) Критическое сопряжение R_{kp} - сопряжение контура, при котором конформистский процесс ~~не~~ переходит в апериодический (т.е. продолжает в первичные промежутки времени)

$$R_{kp} = 2 \sqrt{\frac{L}{c}} \quad (\text{зависит от ёмкости конденс. и индуктивности контура}).$$

