

Лабораторная работа

АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ с использованием программы FASTMEAN

1. Цель работы

С помощью программы FASTMEAN смоделировать переходные процессы в последовательном колебательном контуре и исследовать влияние параметров контура на режимы колебаний.

2. Задание на самостоятельную подготовку к работе

2.1. Изучите теоретические вопросы, связанные с анализом переходных колебаний в последовательном колебательном контуре.

2.2. Каковы особенности анализа колебаний в последовательном колебательном контуре при воздействии прямоугольного импульса?

2.3. В соответствии со своим номером варианта выпишите из табл. 2.1 значения параметров RLC -контура (рис. 2.1) и рассчитайте значение $C_{кр}$, при котором возникает

критический режим, используя соотношение $R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$. Полученное значение $C_{кр}$

запишите в табл. 2.3.

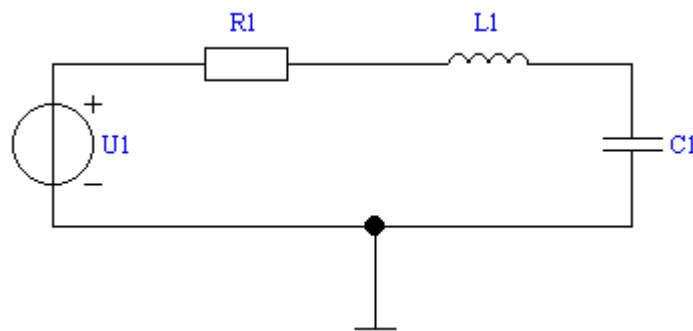


Рис. 2.1

2.4. Рассчитайте и запишите в табл. 2.2 и 2.3 следующие величины:

а) добротность контура при разных значениях емкости $C1$, $C2$, $C3$, $C_{кр}$:

$$Q = \frac{\sqrt{L}}{R\sqrt{C}}$$

б) значения периода свободных колебаний T_c при $C=C2$ и $C=C3$:

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

в) корни характеристического уравнения p_1 и p_2 , величины декремента затухания Δ и логарифмического декремента затухания αT_c при $C=C_2$ и $C=C_3$, используя формулы:

$$P_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_c, \quad \alpha = \frac{R}{2L} = \frac{\omega_0}{2Q}; \quad \omega_c^2 = \omega_0^2 - \alpha^2; \quad \omega_c = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}; \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};$$

$$\Delta = \frac{u_{св}(t)}{u_{св}(t+T_c)} = e^{\alpha T_c}; \quad \alpha T_c = \ln \Delta.$$

2.5. Рассчитайте и запишите в табл. 2.3 корни характеристического уравнения p_1 и p_2 при $C=C_1$ и $C=C_{кр}$:

$$P_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

2.6. Покажите на комплексной плоскости расположение корней характеристического уравнения при различных значениях емкости $C_1, C_{кр}, C_2, C_3$ с указанием соответствующей величины добротности Q .

Таблица 2.1

Значения параметров RLC -контура

Вариант	Параметры RLC -контура				
	R , Ом	L , мГн	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	C_3 , мкФ
1	144	3,14	1,5	0,05	0,0195
2	234	6,364	1,4	0,025	0,0097
3	146	4,46	1,8	0,056	0,014
4	230	6,878	1,6	0,04	0,0091
5	228	7,88	1,3	0,032	0,0079
6	228	4,677	1,2	0,026	0,0131
7	209	4,458	1,1	0,03	0,0137
8	143	4,606	1,7	0,052	0,0136
9	234	4,774	1,2	0,025	0,0128
10	231	6,994	1,4	0,035	0,0089
11	116	2,21	1,5	0,055	0,0275
12	212	4,51	1,3	0,027	0,0136

Таблица 2.2

Результаты расчета и анализа на ПК

Предварительный расчет	C , мкс	Q	T_c , мкс	$\Delta = e^{\alpha T_c}$	αT_c	$P_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_c$, 1/с
	C_2					
	C_3					
Результаты анализа на ПК			Измеряется по графикам		Вычисляется по данным измерений	
			T_c	$\Delta = \frac{u_{cсв}(t)}{u_{cсв}(t+T_c)}$	$\alpha T_c = \ln \Delta$	$p_{1,2} = -\frac{\ln \Delta}{T_c} \pm j \frac{2\pi}{T_c}$
	C_2					
	C_3					

Таблица 2.3

Результаты расчета Q , p_1 и p_2

C , мкФ	Q	$P_1 = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$	$P_2 = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$
C_1 задано			
$C_{кр}$			

3. Задание для работы в компьютерном классе

3.1 Загрузите программу FASTMEAN.

3.2. Постройте на экране дисплея схему последовательного RLC -контура, показанного на рис. 2.1 (приложение, пп.1, 2). Ко входу контура подсоедините источник напряжения. Смоделируйте источник прямоугольных импульсов с $t_{и} = 200$ мкс.

Задайте следующие параметры источника напряжения:

«Тип источника – меандр

«Частота (f)» – 1 кГц

«Коэффициент заполнения (K)» – 20%

«Макс.напряжение (U_{max})» – 1 В

«Мин.напряжение (U_{min})» – 0 В

«Длительность фронта (t_{fr})» – 1 нс

«Задержка включения ($delay$)» – 0 пер

3.3. Задайте значения параметров пассивных элементов RLC -контура, пользуясь табл. 2.1. В качестве параметра емкости C выберите значение $C1$. Рассчитайте временные характеристики $u_c(t)$, $u_L(t)$ и $u_R(t)$, для этого выберите в меню «Анализ» →

«Переходный процесс». Выведите на дисплей график входного напряжения, а также графики напряжений на элементах R , L и C . Конечное время в меню «Переходный процесс» возьмите равным 400 мкс, число точек 1000.

3.4. Повторите моделирование для емкости $C_{кр}$.

3.5. Повторите моделирование при $C=C2$. На дисплей выведите графики входного напряжения и $u_c(t)$. По полученному графику $u_c(t)$ с помощью линейки определите

величину периода свободных колебаний T_c и значения амплитуд напряжений $u_{св}(t)$ и $u_{св}(t+T_c)$. Рассчитайте величину декремента затухания Δ и занесите Δ и T_c в табл. 2.2.

Обратите внимание на то, что при определении $u_{св}(t)$ и $u_{св}(t+T_c)$ в интервале времени $0 \leq t \leq t_{и}$ значения этих величин, рассчитанные на ПК, составляет сумму собственной и вынужденной составляющих: $u_c(t) = u_{св}(t) + u_{свын}(t)$.

3.6. Повторите п. 3.5 при $C=C3$.

3.7. Постройте и зарисуйте временные зависимости входного напряжения и $u_L(t)$ при $C=C3$.

3.8. Постройте и зарисуйте временные зависимости входного напряжения и $u_R(t)$ при $C=C3$.

4. Указания к защите

4.1. Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- схему исследуемой цепи;

- расчетные формулы и таблицы с результатами предварительного расчета и анализа на ПК;

- графики рассчитанных на ПК временных зависимостей $u_c(t)$, $u_L(t)$ и $u_R(t)$ с указанием соответствующего режима и величины добротности контура Q ;

- заполненные табл. 2.2 и 2.3;

- на комплексной плоскости показать расположение корней характеристического уравнения, рассчитанных согласно пп. 2.4, 2.5;

- выводы о влиянии величины емкости на добротность контура, период собственных колебаний, декремент затухания и длительность переходного процесса;

- графики напряжений.

4.2. Подготовиться к ответам на вопросы и решению типовых задач.

Контрольные вопросы

1. Какие колебания возникают в последовательном колебательном контуре при ступенчатом воздействии, при отключении воздействия, при воздействии прямоугольного импульса?
2. Какие режимы собственных колебаний возможны в последовательном колебательном контуре, и чем они определяются?
3. Какие корни характеристического уравнения соответствуют каждому из этих режимов?
4. Какой физический смысл имеют вещественная и мнимая составляющие комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения?
5. Какими соотношениями связаны параметры RLC -контур для каждого режима?
6. Как рассчитать значения $C_{кр}$, $L_{кр}$, $R_{кр}$?
7. Как должны измениться потери в контуре (значение емкости C , индуктивности L), чтобы критический режим перешел в апериодический? колебательный?
8. Может ли частота свободных колебаний $\omega_{св}$ в контуре RLC быть выше (равна, ниже) резонансной частоты ω_0 этого же контура?
9. Что понимают под начальными условиями для RLC -контур?
10. Как величина добротности контура влияет на режим собственных колебаний?
11. Как величина добротности влияет на период собственных (свободных) колебаний, декремент затухания и длительность переходного процесса?