

Лабораторная работа №4: Колебательный контур с источником тока

Постановка задачи

Источник с э. д. с. \mathcal{E} и нулевым внутренним сопротивлением соединены последовательно с катушкой индуктивности и конденсатором (рис. 1). В начальный момент времени конденсатор не заряжен. Найти зависимость от времени напряжения на конденсаторе после замыкания ключа K .

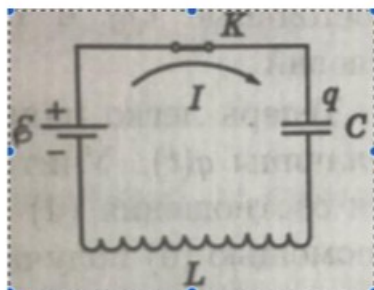


Рис. 1

Оборудование

- ПК (Использовался ноутбук с установленной ОС GNU/Linux)
- Табличный процессор (в ходе работы использовался LibreOffice Calc 7.0)

Задание 1: Построить график зависимости заряда конденсатора от времени

Математическая модель

$$q(t) = C\mathcal{E}(1 - \cos(\omega_0 t))$$

Исходные данные

$C, \text{ Ф}$	$\omega_0, \text{ Гц}$	$\mathcal{E}, \text{ В}$	$\alpha, \text{ рад}$
0,00005	120	180	0

Построенный график



Задание 2: Построить график зависимости тока от времени

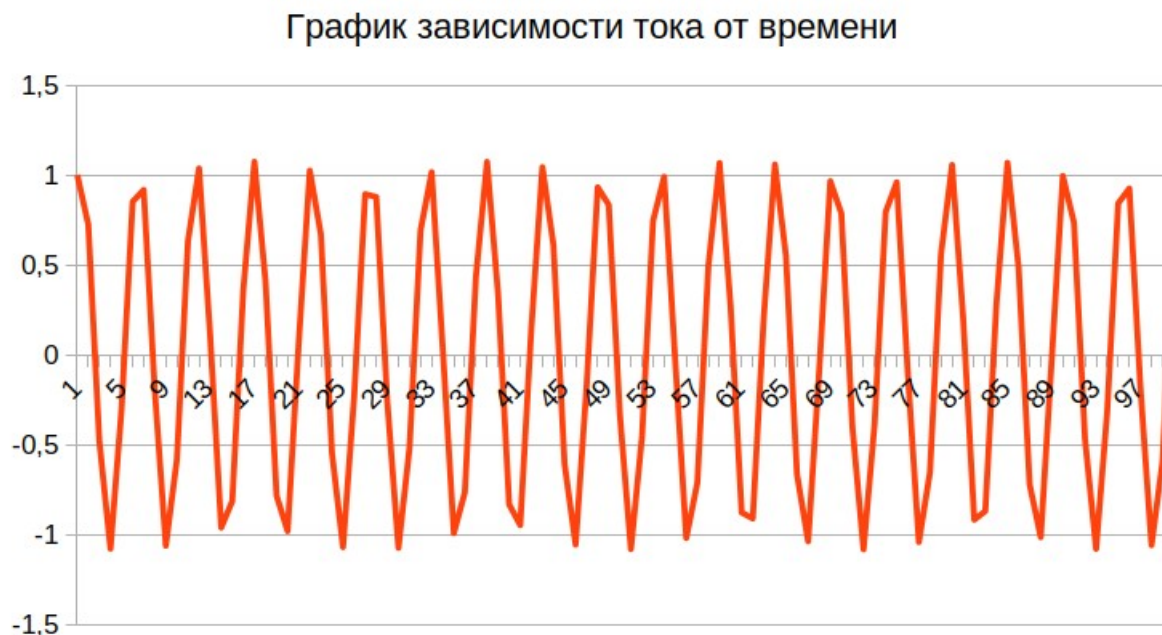
Исходные данные

C, Ф	ω_0 , Гц	ϵ , В	α , рад
0,00005	120	180	0

Математическая модель

$$I(t) = -Q_0 \omega_0 \sin(\omega_0 t + \alpha)$$

Построенный график



Задание 3: Проанализируйте полученные зависимости и ответьте на вопросы

При каком значении q заряд совершает гармонические колебания?

$$q(t) = q_m \cos(\omega_0 t), \text{ где } q_m - \text{амплитуда колебаний заряда}$$

В каком диапазоне q происходят колебания заряда? Меняется ли знак заряда пластины конденсатора?

$$\Delta q = q_{\max} - q_{\min} = 0,017996827103697 - 0 = 0,017996827103697 \text{ Кл}$$

Знак заряда пластины не меняется.

Около какого значения I происходят колебания тока?

$$I_{\text{средн.}} = 0,004556435024764 \text{ А}$$

Каково максимальное значение напряжения на конденсаторе?

$$U_{\max} = 359,936542073943 \text{ В}$$

Задание 4

Задача: За счет чего источник с э.д.с., равной ε может зарядить конденсатор до напряжения, равного 2ε ?

Ответ: учитывая, что

$$U(t) = q / C = C\varepsilon(1 - \cos(\omega_0 t)) / C = \varepsilon(1 - \cos(\omega_0 t))$$

Составим уравнение:

$$\varepsilon(1 - \cos(\omega_0 t)) = 2\varepsilon$$

$$1 - \cos(\omega_0 t) = 2$$

$$\cos(\omega_0 t) = 1 - 2$$

$$\cos(\omega_0 t) = -1$$

$$\omega_0 t = \pi$$

Вывод

С помощью программных средств можно вычислить и визуализировать работу колебательного контура быстро и с высокой точностью. В ходе работы были построены два графика, отражающие зависимости заряда конденсатора, напряжения и силы тока от времени. Были также получены средние, минимальные и максимальные значения переменных для данной конфигурации контура, исследована зависимость различных показателей от времени.