

кие затухающих колебаний напряжения на конденсаторе, полагая $U_{in} = 1 \text{ В}$, $\varphi = 0$.

14. Для более строгого определения коэффициента затухания можно применить метод наименьших квадратов (МНК)^x. Для этого коэффициент затухания вычислите по формуле

$$\beta = \left(\sum_{k=1}^n \tau_k \xi_k \right) / \left(\sum_{k=1}^n \tau_k^2 \right).$$

Дисперсию коэффициента затухания определите по формуле

$$S_\beta^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{k=1}^n \xi_k^2 / \sum_{k=1}^n \tau_k^2 - \beta^2 \right).$$

Найдите доверительный интервал $\beta \pm \Delta\beta$, где случайная погрешность $\Delta\beta = t_{an} S_\beta$, t_{an} - коэффициент Стьюдента.

Поскольку β есть угловой коэффициент прямой $\xi = f(\tau)$, по найденному значению β можно провести эту прямую. Согласно МНК, она обладает тем свойством, что сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от этой прямой будет наименьшей по сравнению с любой другой прямой.

Найдите с помощью МНК значения β для других значений R_M .

Контрольные вопросы

1. Выберите дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний.
2. Напишите зависимости от времени заряда на обкладках конденсатора, напряжения между обкладками, напряжения на катушке, тока в контуре.
3. Дайте определения коэффициента затухания, декремента затухания, логарифмического декремента затухания.
4. Что такое критический режим?
5. В какой вид переходит энергия, запасенная в контуре перед началом колебаний?

^x Описание МНК дано в [4]. Там же приведена программа обработки результатов на микрокалькуляторе.

Лабораторная работа 5.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

Цель работы

Исследовать зависимость резонансной частоты и вида резонансной кривой от параметров контура.

Подготовка к работе

При подготовке к лабораторной работе следует изучить теоретический материал по [2, с.265-269] или по [3, с.314-317].

Вынужденные электрические колебания происходят в контуре (рис.1), состоящем из катушки индуктивности L , конденсатора C , активного сопротивления R и источника, ЭДС которого \mathcal{E} меняется по закону:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \Omega t, \quad (1)$$

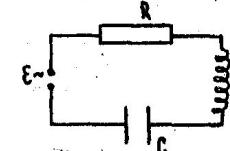


Рис.1

где \mathcal{E}_m - амплитуда электродвижущей силы источника (внешней или вынуждающей ЭДС), Ω - частота колебаний ЭДС источника.

Дифференциальное уравнение, описывающее колебания заряда на обкладках конденсатора, можно получить из закона Кирхгофа $u_L + u_R + u_C = \mathcal{E}$, (2)

где $u_L = L \ddot{q}$ - напряжение на индуктивности, $u_C = \frac{q}{C}$ - напряжение на конденсаторе, $u_R = R \dot{q}$ - напряжение на сопротивлении.

Учитывая эти формулы и формулу (1), уравнение (2) можно представить в виде:

$$L \ddot{q} + R \dot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}_m \sin(\Omega t). \quad (3)$$

В установившемся режиме решение уравнения (3) имеет вид:

$$q = q_m \sin(\Omega t - \Psi), \quad (4)$$

где q_m - амплитуда заряда на обкладках конденсатора, Ψ - отставание по фазе вынужденных колебаний заряда конденсатора от колебаний внешней ЭДС.

Так как $u_C = \frac{q}{C}$, напряжение на обкладках конденсатора изменяется по закону

$$u_C = u_m \sin(\Omega t - \Psi), \quad (5)$$

где $u_m = \frac{q_m}{C}$.