

Практическая работа № 18

Решение задач по теме «Электромагнитные колебания»

Цель: научиться решать задачи по теме «Электромагнитные колебания».

Место проведения: учебная аудитория.

Средства обучения:

- методические рекомендации к практической работе № 18;
- линейка и карандаш;
- калькулятор.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткая теория

Электромагнитные колебания - взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей.

Электромагнитные колебания появляются в различных электрических цепях. При этом колеблются величина заряда, напряжение, сила тока, напряженность электрического поля, индукция магнитного поля и другие электродинамические величины.

Свободные электромагнитные колебания возникают в электромагнитной системе после выведения ее из состояния равновесия, например, сообщением конденсатору заряда или изменением тока в участке цепи.

Это затухающие колебания, так как сообщенная системе энергия расходуется на нагревание и другие процессы.

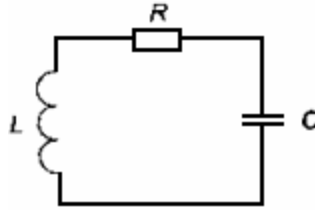
Вынужденные электромагнитные колебания - незатухающие колебания в цепи, вызванные внешней периодически изменяющейся синусоидальной ЭДС.

Электромагнитные колебания описываются теми же законами, что и механические, хотя физическая природа этих колебаний совершенно различна.

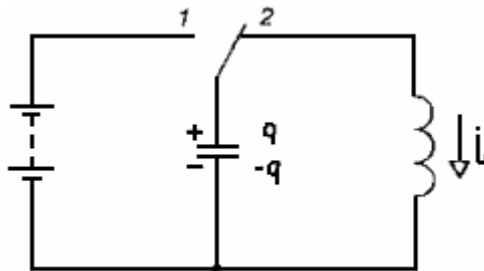
Электрические колебания - частный случай электромагнитных, когда рассматривают колебания только электрических величин. В этом случае говорят о переменном токе, напряжении, мощности и т.д.

Колебательный контур

Колебательный контур - электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора емкостью C , катушки индуктивностью L и резистора сопротивлением R .



Состояние устойчивого равновесия колебательного контура характеризуется минимальной энергией электрического поля (конденсатор не заряжен) и магнитного поля (ток через катушку отсутствует).



Величины, выражающие свойства самой системы (параметры системы): L и m , $1/C$ и k .

Величины, характеризующие состояние системы:

$$E_p = \frac{q^2}{2C} \text{ и } E_p = \frac{kx^2}{2}$$

$$E_k = \frac{Li^2}{2} \text{ и } E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Величины, выражающие скорость изменения состояния системы: $u = x'(t)$ и $i = q'(t)$.

Характеристики электромагнитных колебаний

Можно показать, что уравнение свободных колебаний для заряда $q = q(t)$ конденсатора в контуре имеет вид

$$q'' = -\frac{1}{LC} \cdot q \text{ или } q'' = -\omega_0^2 \cdot q \quad (1)$$

где q'' - вторая производная заряда по времени. Величина

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

является циклической частотой. Такими же уравнениями описываются колебания тока, напряжения и других электрических и магнитных величин.

Одним из решений уравнения (1) является гармоническая функция

$$q = q_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (2)$$

Период колебаний в контуре дается формулой (Томсона):

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC} \quad (3)$$

Величина $\varphi = \omega t + \varphi_0$, стоящая под знаком синуса или косинуса, является фазой колебания.

Фаза определяет состояние колеблющейся системы в любой момент времени t .

Задания для аудиторной работы

1. Катушку какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту колебаний 10 МГц?

2. Найти период и частоту свободных колебаний в контуре, в котором емкость конденсатора 50 мкФ, индуктивность катушки 50 Гн.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 400$ пФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мГн. Найти амплитуду колебаний силы тока I_m , если амплитуда колебаний напряжения $U_m = 500$ В.

Самостоятельная работа

Вариант 1

Часть А

Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 800 пФ и катушку индуктивности индуктивностью 2 мкГн. Каковы период и частота колебаний контура?

Часть В

Амплитуда силы тока при свободных колебаниях в колебательном контуре 100 мА. Какова амплитуда напряжения на конденсаторе колебательного контура, если емкость этого конденсатора 1 мкФ, а индуктивность катушки 1 Гн? Активным сопротивлением пренебречь.

Часть С

В результате убывания тока в контуре от 8 А до 2 А за 12 мс, в контуре возникла ЭДС самоиндукции 25 мВ. Найдите индуктивность данного контура.

Вариант 2

Часть А

Определите период и частоту колебаний колебательного контура, состоящего из катушки индуктивностью $L=0,1$ Гн и конденсатора емкостью $C=2$ мкФ.

Часть В

Колебательный контур содержит конденсатор электроемкостью $C=8$ пФ и катушку индуктивностью $L=0,5$ мГн. Максимальная сила тока в катушке $I_m=40$ мА. Определите максимальное напряжение на обкладках конденсатора.

Часть С

Через площадь контура проходит магнитный поток 2 мВб, создаваемый протекающим по контуру током силой 5 А. В течение 50 мс ток равномерно уменьшается до 3 А. Найдите ЭДС самоиндукции.

Контрольные вопросы

1. Что называют электромагнитными колебаниями?
2. Из чего состоит колебательный контур?
3. Назовите основные характеристики колебательного движения. Сформулируйте их определения.
4. По каким формулам находятся период и частота колебаний в колебательном контуре?