

4. Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивности $L=0,1$ Гн и конденсатор, со временем изменяется согласно уравнению $i(t) = -0,1 \cdot \sin(200\pi \cdot t)$ А. Определить: 1) период колебаний, 2) емкость конденсатора, 3) максимальное напряжение на обкладках конденсатора, 4) максимальную энергию магнитного поля, 5) максимальную энергию электрического поля.

Группа 1. Рушкучев, Габакенко, Овчинников
Макетизи задача 4.

Дано:

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$i(t) = -0,1 \sin(200\pi t) \text{ А} \Rightarrow \omega = 200\pi$$

$$T = ? \quad C = ? \quad U_{\max} = ?$$

$$W_{\max_{\text{ин}}} = ? \quad W_{\max_{\text{эн}}} = ?$$

Решение:

$$1). i(t) = A \sin(\omega t) = -0,1 \sin(200\pi t)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{200\pi} = 0,01 \text{ с}$$

2). Из формулы Томсона найдем
емкость конденсатора

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \Rightarrow 0,01 = 2\pi \sqrt{0,1 C}$$

$$C = 0,25 \text{ мкФ}$$

$$3). \text{ По ЗСЭ: } W_{\max_{\text{эн}}} = W_{\max_{\text{ин}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2} \Rightarrow U_{\max} = \sqrt{\frac{L}{C}} I_{\max},$$

$$I = i(t), \quad I' = (-0,1 \sin(200\pi t))' = -20\pi \cos(200\pi t)$$

$$-20\pi \cos(200\pi t) = 0, \quad \cos(200\pi t) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = 1/400 + k/200, \quad k \in \mathbb{Z}$$

В синусоиде максимум и минимум чередуются.

При $k=0$ $t = 1/400$ - (1) минимум, $k=1$ $t = 3/400$ -

(2) максимум. $(I = -0,1 \sin(200\pi \cdot \frac{1}{400}))' = -0,1 = I_{\min}$.

$$I_{\max} = i(t)_{\max} = -0,1 \sin(200\pi \cdot \frac{3}{400}) = +0,1$$

$$U_{\max} = \sqrt{\frac{0,1}{0,2 \cdot 10^{-6}}} \cdot 0,1 \approx 63,2 \text{ В}$$

$$4). W_{\max_{\text{ин}}} = \frac{L I_{\max}^2}{2} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

$$5). W_{\max_{\text{эл}}} = \frac{C U^2}{2} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Ответ: $T = 0,01 \text{ с}$; $C = 0,25 \text{ мкФ}$; $U_{\max} = 63,2 \text{ В}$;

$$W_{\max_{\text{ин}}} = W_{\max_{\text{эл}}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$