



Основы электротехники  
Домашнее задание №4  
Расчет цепей несинусоидального  
периодического тока

---

Группа P3333  
Вариант 36

---

Выполнил: Гуменник Петр Олегович  
Дата сдачи: 08.12.2024  
Контрольный срок сдачи: 18.12.2024  
Количество баллов

---

**Дано:**

$$F_m = E_m = 80$$

$$\omega_1 = 200$$

$$L_1 = L_4 = 25 \text{ мГн}$$

$$C_2 = 50 \text{ мкФ}$$

$$R_3 = R_6 = 80 \text{ Ом}$$

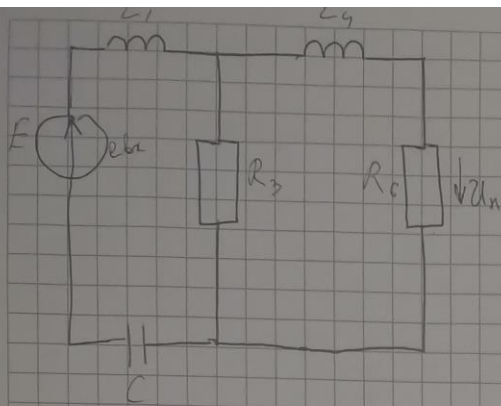
$$F_{11}(x) = E_m/2 + 2E_m/\pi (\cos x - 1/3 \cos 3x + 1/5 \cos 5x - \dots)$$

Схема 4.2

**Найти:**

$U_n$ ,  $u_n(t)$ , используя первые пять слагаемых ряда.

# Решение:



$$F_m = F_n = 80 \text{ В}$$

$$\omega_1 = 200$$

$$f_n(\omega t) = U_n$$

$$L_1 = 25 \text{ мГн}$$

$$C = 50 \text{ мкФ}$$

$$R_3 = 80 \text{ Ом}$$

$$L_4 = 25 \text{ мГн}$$

$$R_6 = 80 \text{ Ом}$$

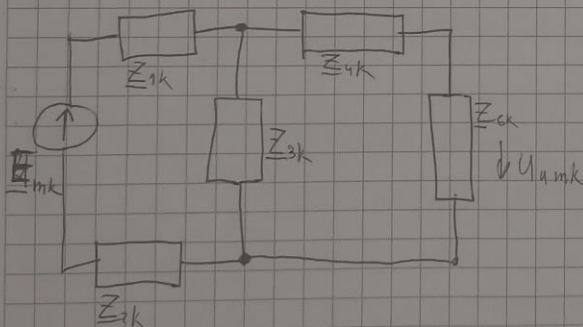
$$f_{11}(\omega t) = \frac{F_m}{2} + \frac{2F_m}{4} \left( \cos \omega t - \frac{1}{3} \cos 3\omega t + \frac{1}{5} \cos 5\omega t - \dots \right)$$

1) Приведем к виду.

$$f_n(\omega t) = 40 + \frac{160}{4} \left[ \sin(\omega t + 90^\circ) + \frac{1}{3} \sin(3\omega t - 90^\circ) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t + 90^\circ) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t - 90^\circ) \right] =$$

$$= 40 + 50,930 \cdot \sin(200t + 90^\circ) + 16,977 \cdot \sin(600t - 90^\circ) + 10,186 \cdot \sin(1000t + 90^\circ) + 7,276 \cdot \sin(1400t - 90^\circ) \text{ В}$$

2) схема замещения для каждой гармоники:



$$Z_{1k} = jk\omega L_1 = j5k \text{ Ом}$$

$$Z_{3k} = -j/k\omega C = \frac{-j \cdot 100}{k} \text{ Ом}$$

$$Z_{6k} = R_3 = 80 \text{ Ом}$$

$$Z_{4k} = j5k \text{ Ом}$$

$$Z_{6k} = 80 \text{ Ом}$$

$$E_{mk} = U_0 = U_{m0} = 40 e^{j90^\circ} \text{ В}$$

$$E_{k1} = 50,930 \cdot e^{j90^\circ} \text{ В}$$

$$E_{k3} = 16,977 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ В}$$

$$E_{k5} = 10,186 \cdot e^{j90^\circ} \text{ В}$$

$$E_{k7} = 7,276 \cdot e^{-j90^\circ} \text{ В}$$



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

3) further simplify

a)  $Z_{1k}$  последовательно  $Z_{2k} \rightarrow Z_{12k}$

$$Z_{12k} = Z_{2k} + Z_{1k} = j5k - \frac{j100}{k} \text{ Ом}$$

б)  $(Z_{12k} \text{ параллельно } E_{mk}) \parallel Z_{3k} \rightarrow E_{mk} \text{ последовательно } Z_{mk}$

$$Z_{mk} = Z_{12k} \cdot Z_{3k} / (Z_{12k} + Z_{3k}) = \frac{(j5k - \frac{j100}{k}) \cdot 80}{j5k - \frac{j100}{k} + 80} = \frac{(jk - \frac{j20}{k}) \cdot 80}{jk - \frac{j20}{k} + 16} \text{ Ом}$$

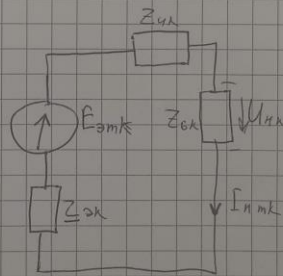
$$E_{mk} = Z_{mk} \cdot E_{mk} / Z_{12k} = \frac{16 E_{mk}}{jk - \frac{j20}{k} + 16} \text{ В}$$

$$I_{mk} = E_{mk} / Z_{mk}$$

$$I_{mk} = E_{mk} / (Z_{mk} + Z_{4k} + Z_{6k}) =$$

$$= \frac{16 E_{mk}}{jk - \frac{j20}{k} + 16 \cdot \frac{(jk - \frac{j20}{k}) \cdot 80}{jk - \frac{j20}{k} + 16} + j5k + 80} =$$

$$= \frac{16 E_{mk} \cdot k}{j240k^3 - j3200 + j^2 5k^3 - j^2 100k + 1280k} \text{ [A]}$$



$$U_{mk} = \frac{1280 E_{mk} \cdot K}{-5k^2 + 1380K + j(240k^2 - 3200)}$$

4. Определим комплексные амплитуды

$$U_0 = U_{m0} = \frac{1280 \cdot E_{mk} \cdot 0}{-5 \cdot 0^2 + 1380 \cdot 0 + j(240 \cdot 0^2 - 3200)} = 0 \text{ В}$$

$$U_{m1} = \frac{1280 \cdot 50,93 \cdot e^{j90}}{1375 - j(2960)} = 19,974 \cdot e^{j155,084^\circ} \text{ В}$$

$$U_{m3} = \frac{1280 \cdot 18,977 \cdot e^{-j90} \cdot 3}{-5 \cdot 27 + 1380 \cdot 3 + j(240 \cdot 27^2 - 3200)} = \frac{12,593 \cdot e^{-j129,317^\circ}}{15,755 \cdot e^{-j75,443^\circ}} \text{ В}$$

$$U_{m5} = \frac{1280 \cdot 10,186 \cdot e^{j90} \cdot 5}{-5 \cdot 125 + 1380 \cdot 5 + j(240 \cdot 125^2 - 3200)} = \frac{2,368 \cdot e^{j3,0^\circ}}{3,886 \cdot e^{j85,953^\circ}} = 9,487 \cdot e^{j85,953^\circ} \text{ В}$$

$$U_{m7} = \frac{1280 \cdot 7,276 \cdot e^{-j90} \cdot 7}{-5 \cdot 343 + 1380 \cdot 7 + j(240 \cdot 343^2 - 3200)} = \frac{0,82 \cdot e^{-j134,266^\circ}}{5,582 \cdot e^{-j137,133^\circ}} \text{ В}$$

5) Определим действующие значения

$$U_n = \sqrt{U_{n0}^2 + U_{n1}^2 + U_{n3}^2 + U_{n5}^2 + U_{n7}^2} = 23,745 \text{ В} \quad 26,070 \text{ В} \quad 27,719 \text{ В}$$

6) Перейти к мгновенным значениям.

**Ответ:**

$$U_n(t) = 19.974 \sin(200t + 155.084^\circ) + 15.755 \sin(600t - 75.443^\circ) + 9.487 \sin(1000t + 65.953^\circ) +$$

$$+ 5.582 \sin(1400t - 137.133^\circ) \text{ [В]}, u_n = 27.719 \text{ [В]}$$