



Основы электротехники

Домашнее задание №4

Расчет цепей несинусоидального

периодического тока

Группа Р3332

Вариант 105

Выполнил: Чмурова Мария Владиславовна

Дата сдачи: 17.12.2024

Контрольный срок защиты: 18.12.2024

Количество баллов:

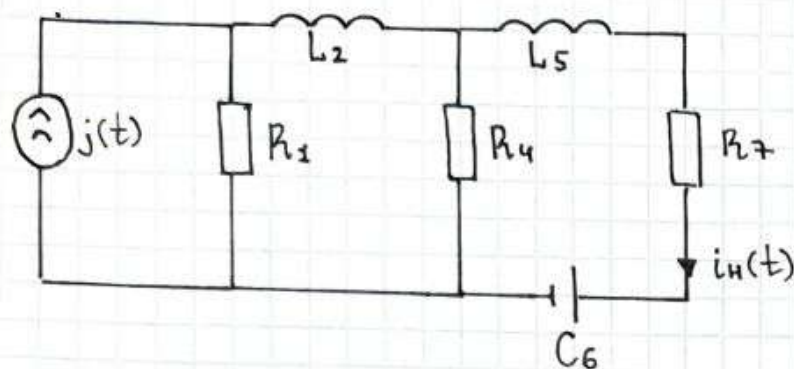
СПб – 2024

Дано:

$$F_m = 1,6 \text{ [A]}; \omega_1 = 1000 \text{ [РАД/С]}; R_1 = R_4 = R_7 = 70 \text{ [ОМ]};$$

$$L_2 = L_5 = 20 \text{ [МГН]} = 0,02 \text{ [ГН]}; C_6 = \frac{20}{3} \text{ [МКФ]} = \frac{20}{3000000} \text{ [Ф]}$$

$$j(\omega t) = f_{13}(\omega t) = \frac{F_m}{4} + \frac{F_m}{\pi} \left[\frac{\sin(x-32,5^\circ)}{0,843} - \frac{\sin(2x)}{2} + \frac{\sin(3x)}{2} - \frac{\sin(4x)}{2} \dots \right]$$



Найти:

I_H , $i_H(t)$, используя первые пять слагаемых ряда

Решение:

1. Привести мгновенные знач. несинусоидальных величин к виду: $x(\omega t) = X_0 + X_{m1}(\sin(\omega_1 t + \psi_1)) + \dots + X_{mk}(\sin(k\omega_1 t + \psi_k))$

$$j(\omega t) = \frac{1,6}{4} + \frac{1,6}{\pi} \cdot \left[\frac{\sin(1000t - 32,5^\circ)}{0,843} + \frac{\sin(2000t + 180^\circ)}{2} + \frac{\sin(3000t)}{3} + \frac{\sin(4000t + 180^\circ)}{4} \right] = 0,4 + 0,604 \cdot \sin(1000t - 32,5^\circ) + 0,255 \cdot \sin(2000t + 180^\circ) + 0,17 \cdot \sin(3000t) + 0,127 \cdot \sin(4000t + 180^\circ) \text{ [A]}$$

2. Составить комплексную схему замещения для k-ой гармоники, определить её параметры;

$$\underline{Z}_{1k} = R_1 = 70 \text{ [ОМ]}$$

$$\underline{Z}_{2k} = jk \cdot 1000 \cdot 0,02 = 20 \cdot jk \text{ [ОМ]}$$

$$\underline{Z}_{4k} = R_4 = 70 \text{ [ОМ]}$$

$$\underline{Z}_{5k} = jk \cdot 1000 \cdot 0,02 = 20 \cdot jk \text{ [ОМ]}$$

$$\underline{Z}_{6k} = -\frac{j}{k \cdot 1000 \cdot 0,007} = -\frac{j}{0,007k} \text{ [ОМ]}$$

$$\underline{Z}_{7k} = R_7 = 70 \text{ [ОМ]}$$

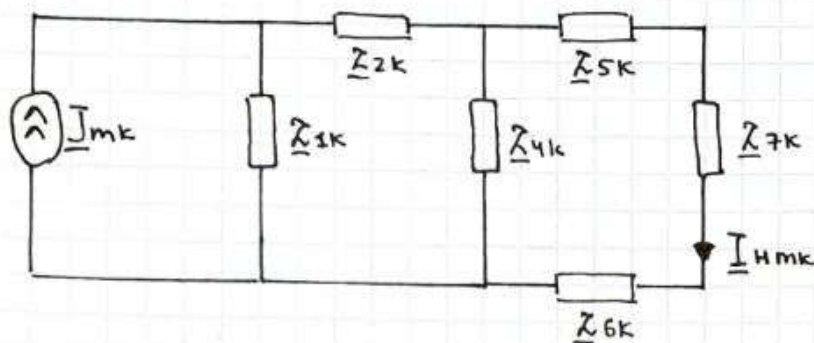
$$\underline{I}_{mk} : I_0 = I_{m0} = 0,4 \cdot e^{j \cdot 90^\circ}$$

$$\underline{I}_{m1} = 0,604 \cdot e^{j \cdot (-32,5^\circ)}$$

$$\underline{I}_{m2} = 0,255 \cdot e^{j \cdot 180^\circ}$$

$$\underline{I}_{m3} = 0,17 \cdot e^{j \cdot 0^\circ}$$

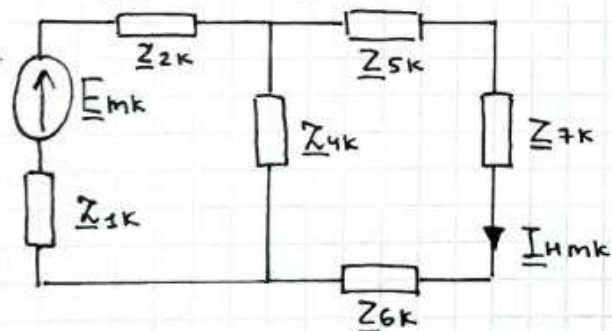
$$\underline{I}_{m4} = 0,127 \cdot e^{j \cdot 180^\circ}$$



3. Вывести формулы для определения комплексных амплитуд k -ых гармоник требуемых токов и напряжений. Выведем формулу для искомого тока \underline{I}_{nmk} методом экв. преобразований:

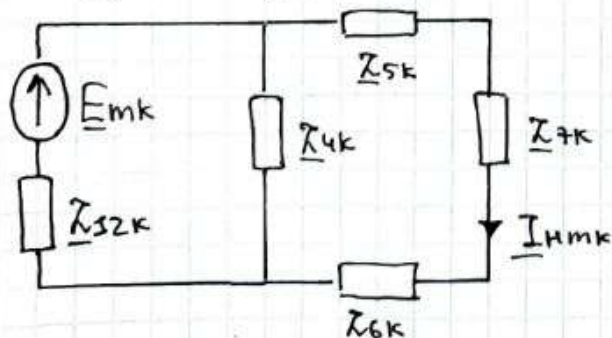
3.1. $\underline{I}_{mk} \parallel \underline{Z}_{1k} \Rightarrow E_{mk}$ послед. \underline{Z}_{1k}

$$\underline{E}_{mk} = \underline{Z}_{1k} \cdot \underline{I}_{mk} = 70 \underline{I}_{mk} [B]$$



3.2. \underline{Z}_{1k} послед. $\underline{Z}_{2k} \Rightarrow \underline{Z}_{12k}$

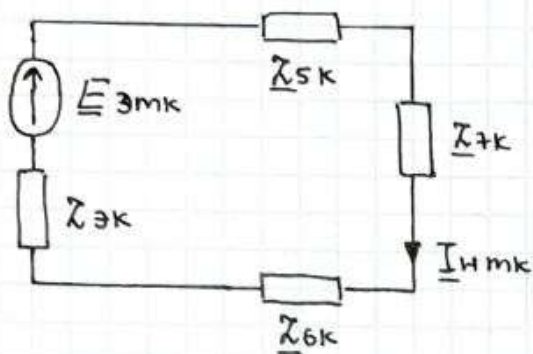
$$\underline{Z}_{12k} = \underline{Z}_{1k} + \underline{Z}_{2k} = 70 + 20 \cdot jk [OM]$$



3.3. (\underline{Z}_{12k} послед \underline{E}_{mk}) || $\underline{Z}_{4k} \Rightarrow \underline{E}_{3mk}$ послед. \underline{Z}_{3k}

$$\underline{Z}_{3k} = \frac{\underline{Z}_{12k} \cdot \underline{Z}_{4k}}{(\underline{Z}_{12k} + \underline{Z}_{4k})} = \frac{(70 + 20jk) \cdot 70}{70 + 20jk + 70} = \frac{7(35 + 10jk)}{7 + jk};$$

$$\begin{aligned} \underline{E}_{3mk} &= \frac{\underline{Z}_{3k} \cdot \underline{E}_{mk}}{\underline{Z}_{12k}} = \frac{7(35 + 10jk)}{7 + jk} \cdot 70 \underline{I}_{mk} \cdot \frac{1}{70 + 20jk} = \\ &= \frac{245 \underline{I}_{mk}}{7 + jk} \text{ [В]} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 3.4. \underline{I}_{4mk} &= \frac{\underline{E}_{3mk}}{(\underline{Z}_{3k} + \underline{Z}_{5k} + \underline{Z}_{6k} + \underline{Z}_{7k})} = \\ &= \frac{245 \underline{I}_{mk}}{7 + jk} \cdot \frac{1}{\frac{(245 + 70jk)}{7 + jk} + 20jk - \frac{j}{0,007k} + 70} \text{ [A]} \end{aligned}$$

4. Определить комплексные амплитуды k -ых гармоник требуемых токов и напряжений.

$$I_0 = I_{m0} = 0 \text{ [A]}$$

$$I_{m1} = 0,132 \cdot e^{i \cdot 7,506^\circ} \text{ [A]}$$

$$I_{m2} = 0,078 \cdot e^{i \cdot (-1,159^\circ)} \text{ [A]}$$

$$I_{m3} = 0,048 \cdot e^{i \cdot (-35,93^\circ)} \text{ [A]}$$

$$I_{m4} = 0,030 \cdot e^{i \cdot (-54,187^\circ)} \text{ [A]}$$

5. Определить действующие значения найденных величин

$$\begin{aligned} I_H &= \sqrt{I_{m0}^2 + \frac{I_{m1}^2}{2} + \frac{I_{m2}^2}{2} + \frac{I_{m3}^2}{2} + \frac{I_{m4}^2}{2}} = \\ &= \sqrt{0^2 + \frac{0,132^2}{2} + \frac{0,078^2}{2} + \frac{0,048^2}{2} + \frac{0,030^2}{2}} = 0,116 \text{ [A]} \end{aligned}$$

6. Перейти от комплексных амплитуд k -ых гармоник к мгновенным значениям

$$i_H(t) = 0,132 \cdot \sin(1000t + 7,506^\circ) + 0,078 \cdot \sin(2000t - 1,159^\circ) + 0,048 \cdot \sin(3000t - 35,91^\circ) + 0,030 \cdot \sin(4000t - 54,187^\circ)$$

oder:

$$i_H(t) = 0,132 \cdot \sin(1000t + 7,506^\circ) + 0,078 \cdot \sin(2000t - 1,159^\circ) + 0,048 \cdot \sin(3000t - 35,91^\circ) + 0,030 \cdot \sin(4000t - 54,187^\circ)$$

[A];

$$I_H = 0,116 \text{ [A]}$$