

Электротехника.

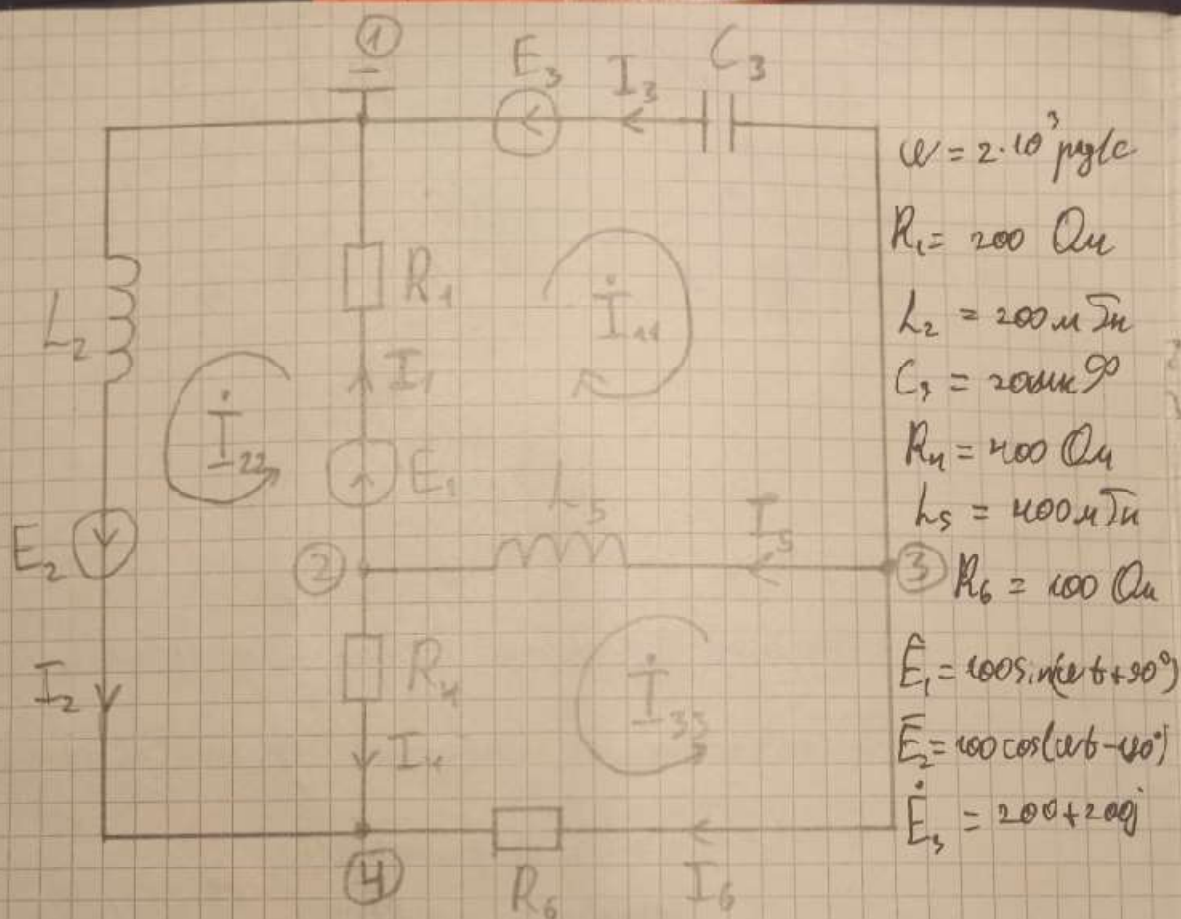
Группа УГ-348

Студент: Минин Игорь Алексеевич.

Преподаватель: Сиворин Сергей Павлович

Домашнее задание №1.

Начислит №17.



а) Рассчитать комплексные значения:

$$Z_{L_2} = j\omega L_2 = 400j$$

$$Z_{L_3} = j\omega L_3 = 800j$$

$$Z_{C_3} = \frac{1}{j\omega C_3} = -\frac{j}{\omega C_3} = -25j$$

$$\dot{E}_1 = 100$$

$$\dot{E}_2 = -100$$

$$\dot{E}_3 = 200 + 200j$$

\*) 1) Рассчитаем цепи методом контурных токов:

$$\text{Контур 1: } \dot{I}_{11} (Z_{C3} + Z_{L5} + R_1) + \dot{I}_{22} R_1 + \dot{I}_{33} Z_{L5} = \dot{E}_1 - \dot{E}_3$$

$$\text{Контур 2: } \dot{I}_{22} (Z_{L2} + R_4 + R_1) + \dot{I}_{11} R_1 - \dot{I}_{33} R_4 = \dot{E}_1 + \dot{E}_2$$

$$\text{Контур 3: } \dot{I}_{33} (Z_{L5} + R_4 + R_6) + \dot{I}_{11} Z_{L5} - \dot{I}_{22} R_4 = 0$$

$$\begin{cases} (200 + 775j) \dot{I}_{11} + 200 \dot{I}_{22} + 800j \dot{I}_{33} = -100 - 200j \\ \begin{pmatrix} \cancel{600 + 400j} \\ 200 \dot{I}_{11} + \begin{pmatrix} 600 + 400j \\ \cancel{600 + 400j} \end{pmatrix} \dot{I}_{22} - 400 \dot{I}_{33} = 0 \\ 800j \dot{I}_{11} - 400 \dot{I}_{22} + (500 + 800j) \dot{I}_{33} = 0 \end{pmatrix} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_{11} = -0,6978 - 0,1636j \\ \dot{I}_{22} = 0,486 - 0,1158j \\ \dot{I}_{33} = 0,498 + 0,2305j \end{cases}$$



$$\begin{cases}
 \dot{I}_1 = \dot{I}_{11} + \dot{I}_{22} = -0,2118 - 0,2794j; i_1(t) = \dot{I}_1 e^{2000jt} \\
 \dot{I}_2 = \dot{I}_{22} = 0,486 - 0,1188j; i_2(t) = \dot{I}_2 e^{2000jt} \\
 \dot{I}_3 = -\dot{I}_{11} = 0,6278 + 0,1636j; i_3(t) = \dot{I}_3 e^{2000jt} \\
 \dot{I}_4 = \dot{I}_{33} - \dot{I}_{22} = 0,0099 + 0,3463j; i_4(t) = \dot{I}_4 e^{2000jt} \\
 \dot{I}_5 = \dot{I}_{11} + \dot{I}_{33} = -0,202 + 0,0662j; i_5(t) = \dot{I}_5 e^{2000jt} \\
 \dot{I}_6 = -\dot{I}_{33} = -0,4959 - 0,2305j; i_6(t) = \dot{I}_6 e^{2000jt}
 \end{cases}$$

2) Рассчитаем генерацию мощности переменного тока  $\dot{P}_i$  - мощность  $i$ -го узла цепи.

$$\dot{I}_1 = \frac{(\varphi_2 - \varphi_1) + E_1}{R_1}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{(\varphi_3 - \varphi_1) + E_3}{Z_{03}}$$

$$\dot{I}_5 = \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{Z_{25}}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) + E_2}{Z_{12}}$$

по I з. Кирхгофа

$$(1): \dot{I}_1 - \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0$$

$$(2): -\dot{I}_1 - \dot{I}_4 + \dot{I}_5 = 0$$

$$(3): \dot{I}_1 + \dot{I}_3 + \dot{I}_5 + \dot{I}_6 = 0$$

См. пункт 1/2

Метод узлов

$\dot{\psi}_1 = 0$ , т.к. он заземлен.

$$\begin{cases} \dot{\psi}_2 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{Z_{L3}} + \frac{1}{R_4} \right) - \dot{\psi}_3 \frac{1}{Z_{L3}} - \dot{\psi}_4 \frac{1}{R_4} = - \frac{\dot{E}_1}{R_1} \\ \dot{\psi}_3 \left( \frac{1}{Z_{L3}} + \frac{1}{Z_{L5}} + \frac{1}{R_6} \right) - \dot{\psi}_2 \frac{1}{Z_{L3}} - \dot{\psi}_4 \frac{1}{R_6} = - \frac{\dot{E}_3}{Z_{L3}} \\ \dot{\psi}_4 \left( \frac{1}{R_4} + \frac{1}{Z_{L2}} + \frac{1}{R_6} \right) - \dot{\psi}_2 \frac{1}{R_4} - \dot{\psi}_3 \frac{1}{R_6} = \frac{\dot{E}_2}{Z} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (0,0075 - 0,00125j) \dot{\psi}_2 + 0,00125 \dot{\psi}_3 - 0,0025 \dot{\psi}_4 = -0,5 \\ (0,01 + 0,03125j) \dot{\psi}_3 + 0,00125 \dot{\psi}_2 - 0,01 \dot{\psi}_4 = 8 - 8j \\ (0,0125 - 0,0025j) \dot{\psi}_4 - 0,0025 \dot{\psi}_2 - 0,01 \dot{\psi}_3 = 0,25j \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{\psi}_1 = 0 \\ \dot{\psi}_2 = -142,3625 - 55,8752j \\ \dot{\psi}_3 = -125,9108 - 217,4459j \\ \dot{\psi}_4 = -146,7232 - 194,7965j \end{cases}$$

**I**

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1 + \dot{E}_1}{R_1} = -0,2118 - 0,2 + 94j$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_4 + \dot{E}_2}{Z_{L2}} = 0,486 - 0,1158j$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_1 + \dot{E}_3}{Z_{C3}} = 0,6978 + 0,1636j$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_4}{R_4} = 0,0099 + 0,3463j$$

$$\dot{I}_5 = \frac{\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2}{Z_{L5}} = -0,202 + 0,0669j$$

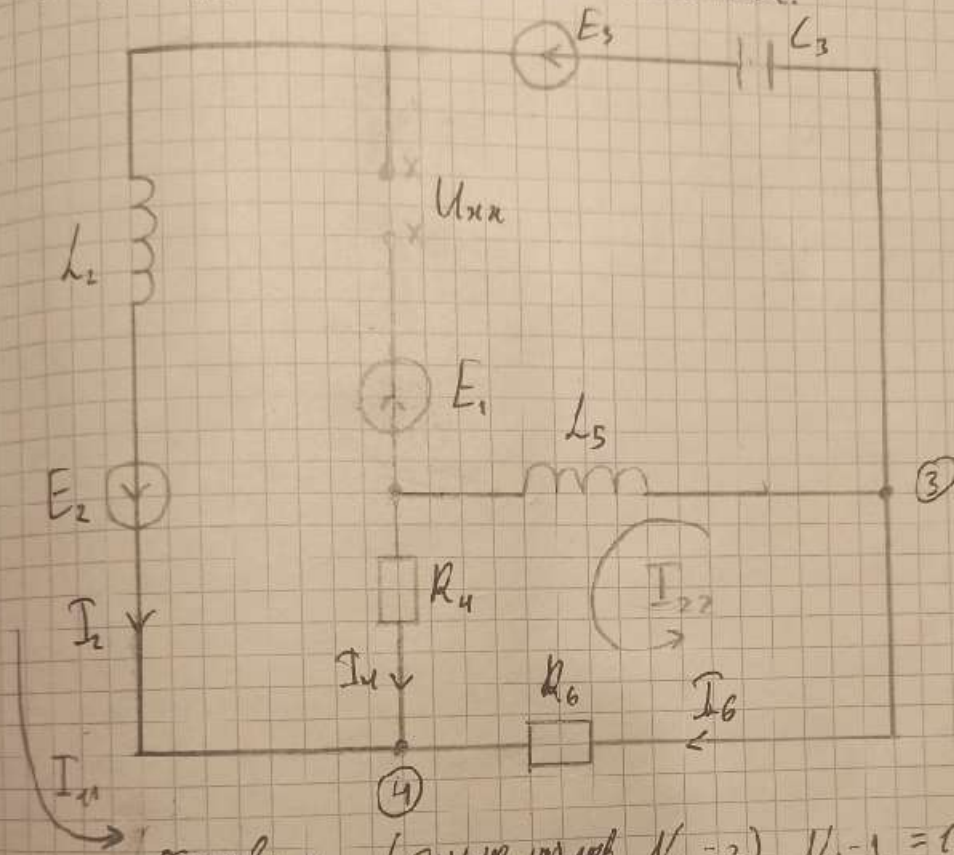
$$\dot{I}_6 = \frac{\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4}{R_6} = -0,4959 - 0,2305j$$

3) Суммируем токи по (1, 2) Д/г и токам Д/г  
собнам.

	$\dot{I}_1$	$\dot{I}_2$	$\dot{I}_3$	$\dot{I}_4$	$\dot{I}_5$	$\dot{I}_6$
Расчет по З. Кирх.	$-0,2118 - 0,2 + 94j$	$0,486 - 0,1158j$	$0,6978 + 0,1636j$	$0,0099 + 0,3463j$	$-0,202 + 0,0669j$	$-0,4959 - 0,2305j$
Расчет по м КТК	— // —					
Расчет по м УП	— // —					



4,9) Рассчитать ток в ветви с элементом  $R_4$  по методу эквивалентного источника.



ок

Составим (по ветви  $N_1 = 2$ )  $N_1 - 1 = 1$  ур-н по I з. Кирхгофа:

$$\textcircled{1}: I_2 + I_4 + I_6 = 0$$

~~Составим~~ Составим (по ветви  $N_2 = 3$ )  $N_2 - N_1 + 1 = 2$  ур-н по II з. Кирхгофа:

$$\text{I}_{22}: I_2 (Z_{L5} + Z_{E3}) - I_6 R_6 = E_2 + E_3$$

$$\text{I}_{22}: I_4 (Z_{L5} + R_4) - I_6 R_6 = 0$$

$$\begin{cases} I_2 + I_4 + I_6 = 0 \\ 375j I_2 - 100 I_6 = 100 + 200j \\ (400 + 800j) I_4 - 100 I_6 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_2 = 0,55 - 0,12j \\ I_4 = -0,02 + 0,06j \\ I_6 = -0,53 + 0,06j \end{cases}$$

По II з. Кирхгофа:

$$\begin{aligned} I_2 Z_{12} - I_4 R_4 + U_{xx} &= E_1 + E_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow U_{xx} &= E_1 + E_2 - I_2 Z_{12} + I_4 R_4 = 100 - 100 - \\ &- (0,55 - 0,12j) \cdot 400j + (-0,02 + 0,06j) \cdot 400 = \\ &= -56 - 196j \end{aligned}$$

Вычисляем сопротивление экв. генератора, учитывая, что  $Z_{E1} = Z_{E2} = Z_{E3} = 0$ .

$$L_2 \text{ (соед. последов. с } C_3) \Rightarrow Z_{23} = Z_{L2} + Z_{C3} = 375j$$

или еще так



Ищем  $\omega$ .

$$Z_{23} \text{ сог. напрам. с } R_6 \Rightarrow Z_{236} = \frac{Z_{23} \cdot R_6}{Z_{23} + R_6} =$$

$$= 93,36 + 24,89j$$

$$Z_{236} \text{ сог. } \overset{\text{послед.}}{\text{напрам.}} \text{ с } R_4 \Rightarrow Z_{2346} = R_4 + Z_{236} =$$

$$= 493,36 + 24,89j$$

$$Z_{2346} \text{ сог. напрам. с } L_5 \Rightarrow Z_{\text{вх}} = \frac{Z_{2346} \cdot Z_{L5}}{Z_{2346} + Z_{L5}} =$$

$$= 341,77 + 228,96j$$

$$I = I_{\text{вх}} = \frac{U_{\text{вх}}}{Z_{\text{вх}} + R_{\text{вн}}} = -0,21 - 0,28j$$

$$6) \quad \text{Ток ветв. } R_1 \text{ в нп. 1,2) } \quad \begin{array}{|l} -0,2118 - 0,2894j \end{array}$$

$$\text{Ток ветв. } R_1 \text{ в нп. 4,5) } \quad \begin{array}{|l} -0,21 - 0,28j \end{array}$$

Умножая действительные слагаемые и вычитая, результаты сложим.

7) Теперь рассчитаем мощность для  $Z_{\text{вх}}$ !

$$P_{\text{вх.г.}} = P_{\text{вх.}} = \frac{I_{\text{вх}}^2 \cdot Z_{\text{вх}}}{2} = \frac{(0,21^2 + 0,28^2) \cdot (341,77 + 228,96j)}{2} =$$

м. в. м. м. м.

$$= \frac{41,84 + 24,99j}{2} = 20,92 + 12,49j$$

—//— где  $R_1$ :

$$P_{gr} = \frac{|I_1|^2 R_1}{2} = \frac{200 \cdot (0,21^2 + 0,28^2)}{2} = 12,28$$

8)

$$P_{max} = P_{gr} \cdot 2 = |I_1|^2 \cdot R_{max}$$

$$R_{max} = \frac{P_{gr} \cdot 2}{|I_1|^2}$$

Чтобы макс.  $P$  было максимальным, нужно выбрать сопротивление нагрузки  $Z_n$  равным

$$Z_{н.}^* \text{ т.е. } \cancel{Z_n}^* \quad Z_{n \max} = Z_{н.}^* =$$

$$= (341,77 - 228,56j)$$

9) Векторы напряжений систем построены для след. соотношения:

$$\underbrace{I_2 Z_{22}}_{U_2} - E_2 - \underbrace{I_4 K_4}_{U_n} - E_1 + \underbrace{I_1 K_1}_{U_1} = 0$$

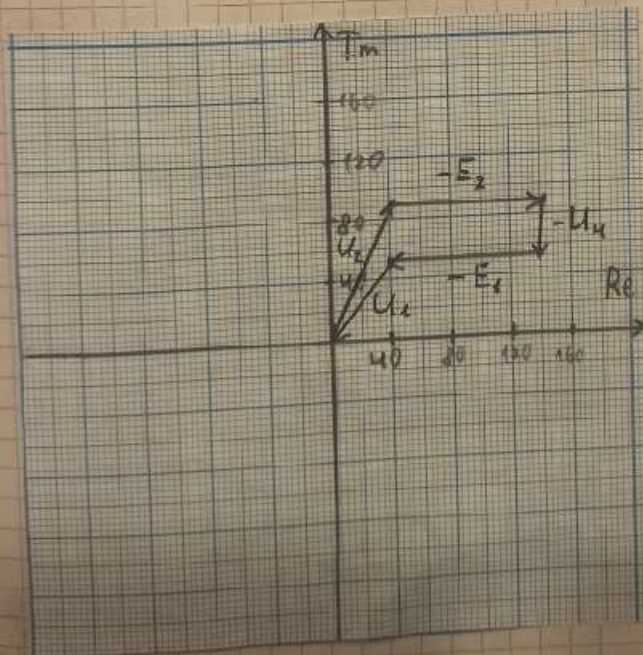
$$U_2 = (0,486 - 0,118j) 400j = 46,32 + 194,4j$$

$$E_2 = -100$$

$$U_n = I_n K_n = (0,0022 + 0,2463j) 400 = 3,96 + 128,52j$$

$$E_1 = 100$$

$$U_1 = I_1 K_1 = (-0,2118 - 0,2814j) 200 = -42,36 - 56,28j$$





Результат: 1) 
$$\begin{cases} I_1 = -0,2118 - 0,2424j \\ I_2 = 0,486 - 0,1112j \\ I_3 = 0,6948 + 0,1636j \\ I_4 = 0,0009 + 0,1467j \\ I_5 = -0,202 + 0,0669j \\ I_6 = -0,4953 - 0,2705j \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 = 0,3506 \angle \cos(\omega t - 2,2194) + j \sin(\omega t - 2,2194) \\ I_2 = 0,4906 \angle \cos(\omega t - 2,9074) + j \sin(\omega t - 2,9074) \\ I_3 = 0,7167 \angle \cos(\omega t + 0,2303) \\ I_4 = 0,9464 \angle \cos(\omega t + 1,5422) \\ I_5 = 0,2128 \angle \cos(\omega t + 2,8218) \\ I_6 = 0,5468 \angle \cos(\omega t - 2,9065) \end{cases}$$

н.н. 2, 3) - результирующий ток в 1)

н.н. 4, 5) -  $I_{\text{рез.}} = -0,21 - 0,24j$ ;  $Z_{\text{эк.}} = 341,77 + 228,56j$

$E_{\text{рез.}} = -U_{\text{рез.}} = 56 + 196j$

н.н. 7)  $P_{\text{эк. гр.}} = 20,91 + 14j$

$P_{\text{эк. гр.}} = 12,25$

н.н. 8)  $R_{\text{макс.}} = 341,77 - 228,56j$