



Основы электротехники

Домашнее Задание №1

Расчет цепей постоянного тока

Группа Р3333

Вариант 103

Выполнил: Гуменник Петр Олегович

Дата сдачи: 04.12.2024

Контрольный срок сдачи: 04.12.2024

Количество баллов:

Спб — 2024

Дано:

$$E_1 = 19 \text{ В}$$

$$E_3 = 18 \text{ В}$$

$$J = 0.85 \text{ А}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 9 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 5 \text{ Ом}$$

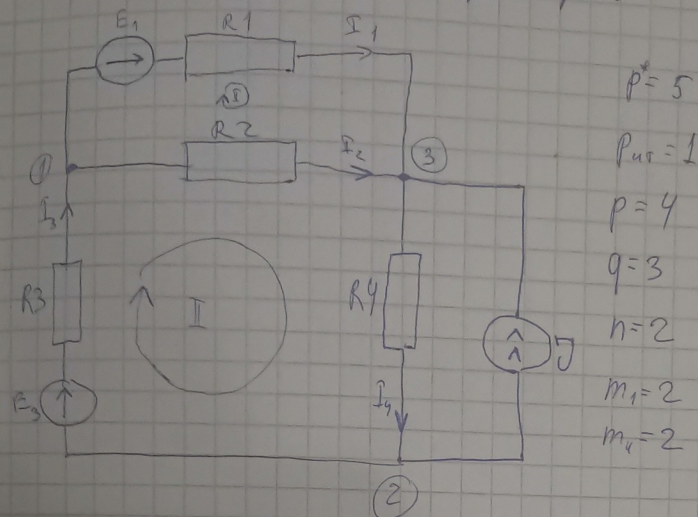
$$R_4 = 8 \text{ Ом}$$

Найти:

Все неизвестные токи, используя I) законы Кирхгофа (ЗК), II) метод контурных токов (МКТ) или метод узловых напряжений (МУН); III) найти ток через любой источник ЭДС методом эквивалентных преобразований (МЭП) или методом эквивалентного генератора (МЭГ); IV) определить напряжение, приложенное к источнику тока, мощности всех элементов цепи, суммарную мощность источников, суммарную мощность потребителей, составить баланс мощностей.

Решение:

1. Расчет по законам Кирхгофа.



$$\text{ЗК I.1: } -I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$\text{ЗК I.2: } I_4 - I_3 = j$$

$$\text{ЗК II.1: } R_1 I_1 - R_2 I_2 = E_1$$

$$\text{ЗК II.2: } R_2 I_2 + R_4 I_4 + R_3 I_3 = E_3$$

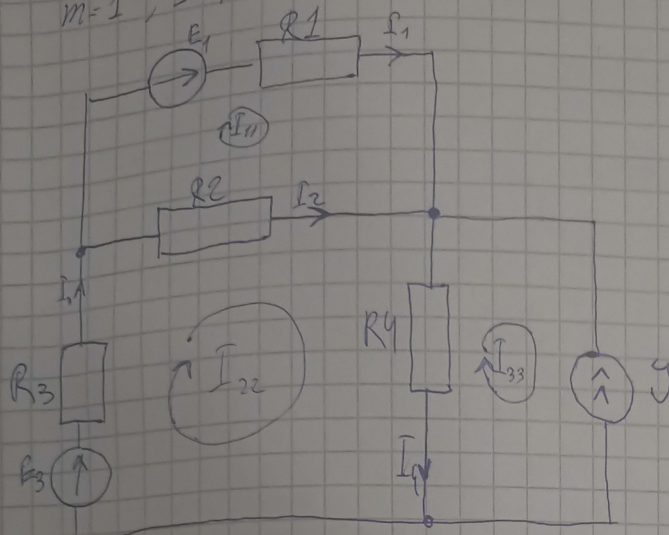
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ R_1 & R_2 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & R_3 & R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ j \\ E_1 \\ E_3 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 5 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 9 & 5 & 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0,85 \\ 19 \\ 18 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = A^{-1}E = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 5 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & 9 & 5 & 8 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0,85 \\ 19 \\ 18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,285 \\ -0,841 \\ 1,444 \\ 2,294 \end{bmatrix}$$

$$\text{Ответ: } I_1 = 2,285 \text{ A}, I_2 = -0,841 \text{ A}, I_3 = 1,444 \text{ A}, I_4 = 2,294 \text{ A}$$

11a) Pave-

$$m=1; s=3$$



$$I_{33} = -J = -0,85 A$$

$$\begin{cases} (R1+R2)I_{11} - (R2)I_{22} + 0 \cdot I_{33} = E_1 \\ -R2I_{11} + (R2+R3+R4)I_{22} - R4I_{33} = E_3 \\ 0I_{11} + (-R4)I_{22} + R4I_{33} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (5,9)I_{11} - 9I_{22} = 19 \\ -9I_{11} + (5,9+8)I_{22} - 8 \cdot (-0,85) = 18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{11} = \frac{2,297}{1} = 2,285 \\ I_{22} = \frac{1,463}{1} = 1,444 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{11} = I_1 - I_2 \\ I_{22} = I_2 + I_4 + I_3 \\ I_{33} = -I_4 \end{cases}$$

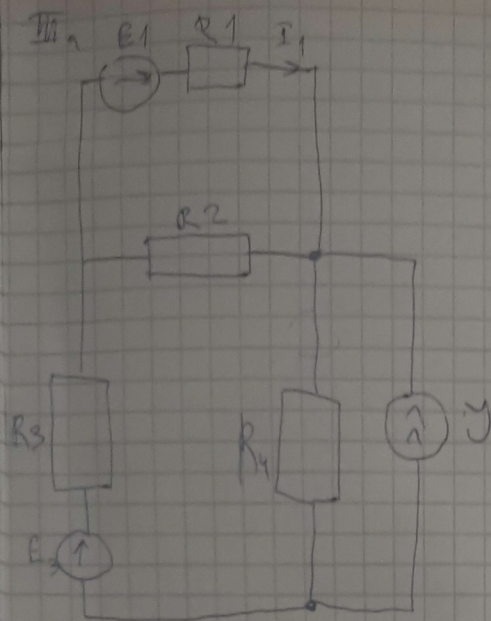
$$I_1 = I_{11} \quad I_1 = 2,285 A$$

$$I_2 = I_{22} - I_{11} \Rightarrow I_2 = -0,841 A$$

$$I_3 = I_{22} \quad I_3 = 1,444 A$$

$$I_4 = -I_{33} + I_{22} \quad I_4 = 0,85 A + 2,294 A$$

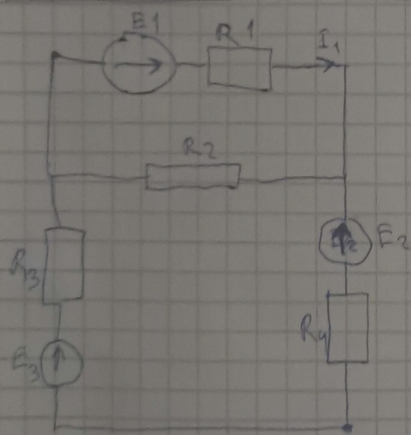
$$\text{Otkaz: } I_1 = 2,285 A, I_2 = -0,841 A, I_3 = 1,444 A, I_4 = 2,294 A$$



находим ток через I_1

1) найдем ток J на R_4

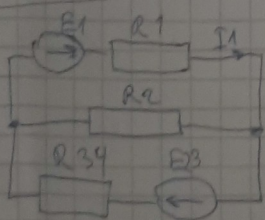
$$E_2 \cdot J \cdot R_4 = 0,85 \cdot 8$$



2) преобразуем R_3, E_2, E_3, R_4 в E_3, R_3

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 13$$

$$E_{23} = E_3 - E_2 = 18 - 0,85 \cdot 8$$



3) преобразуем R_2, R_{34}, E_3 в R_5, E_4

$$R_5 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}}} = 5,318$$

$$E_4 = R_5 \cdot (E_{23}/R_{34}) = 4,582$$

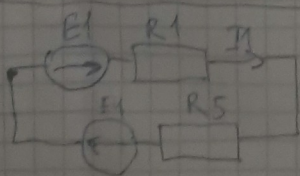
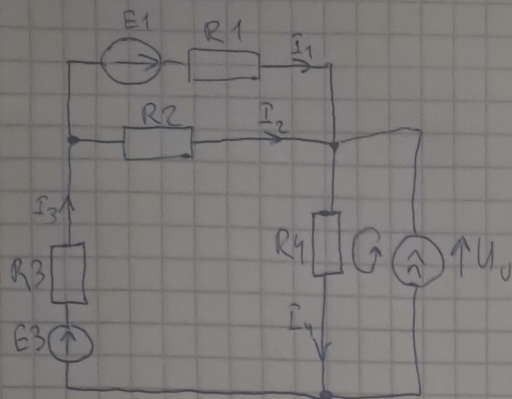


схема сведена к одноконтурной

$$I_1 = (E_1 + E_4) / (R_1 + R_5) = 2,285 \text{ A}$$

IV Расчет БМ



$$U_j = -R_4 \cdot I_4 = -8 \cdot 2,294 = -18,352 \text{ В}$$

$$2) P_j = -U_j \cdot J = +18,352 \cdot 0,85 = +15,599 \text{ Вт}$$

$$P_{E1} = E_1 \cdot I_1 = 43,415 \text{ Вт}$$

$$P_{E3} = E_3 \cdot I_3 = 25,992 \text{ Вт}$$

$$P_{R1} = R_1 \cdot I_1^2 = 26,106 \text{ Вт}$$

$$P_{R2} = R_2 \cdot I_2^2 = 6,366 \text{ Вт}$$

$$P_{R3} = R_3 \cdot I_3^2 = ~~0,544~~ 10,426 \text{ Вт}$$

$$P_{R4} = R_4 \cdot I_4^2 = 42,099 \text{ Вт}$$

$$3) P_n = P_j + P_{E1} + P_{E3} = 85,006 \text{ Вт}$$

$$P_n = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} = ~~81,115~~ 84,997 \text{ Вт}$$

$$P_u \approx P_n$$

Ответ:

$$I_1 = 2.285 \text{ A}$$

$$I_2 = -0.841 \text{ A}$$

$$I_3 = 1.444 \text{ A}$$

$$I_4 = 2.294 \text{ A}$$

$$U_j = -18.352 \text{ В}$$

$$P_j = 15.599 \text{ Вт}$$

$$P_{e1} = 43.415 \text{ Вт}$$

$$P_{e3} = 25.992 \text{ Вт}$$

$$P_{r1} = 26.106 \text{ Вт}$$

$$P_{r2} = 6.366 \text{ Вт}$$

$$P_{r3} = 10.426 \text{ Вт}$$

$$P_{r4} = 42.099 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} = 85.006 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} = 84.997 \text{ Вт}$$

$$P_{\Pi} \approx P_{\Pi}$$