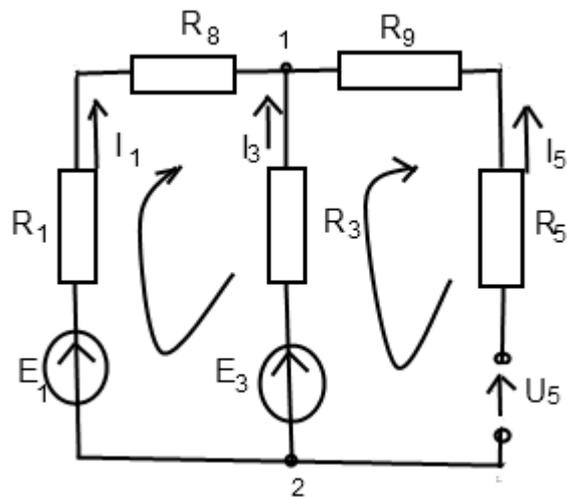


Задание 1.44.

Дано:

$$\begin{aligned} E_1 &= 110 \cdot \text{В} & R_1 &= 0.2 \cdot \text{Ом} \\ E_3 &= 60 \cdot \text{В} & R_3 &= 2 \cdot \text{Ом} \\ U_5 &= 50 \cdot \text{В} & R_5 &= 1 \cdot \text{Ом} \\ & & R_8 &= 1.8 \cdot \text{Ом} \\ & & R_9 &= 10 \cdot \text{Ом} \end{aligned}$$



Получили : 2 узла, 3 ветвей, 3 контура.

Намечаем произвольные направления токов во всех ветвях. Составим уравнения по первому закону Киргофа:

$$I_1 + I_3 + I_5 = 0 \quad \text{узел "1"}$$

Выберем направление обхода каждого контура. Запишем уравнения по второму закону Киргофа.

$$I_1 \cdot (R_1 + R_8) - I_3 \cdot R_3 = E_1 - E_3$$

$$I_3 R_3 - I_5 \cdot (R_5 + R_9) = E_3 - U_5$$

Решая шесть, полученных, уравнений находим значения токов во всех ветвях.

$$I_1 = 18.333 \cdot \text{А}$$

$$I_3 = -6.667 \cdot \text{А}$$

$$I_5 = -11.667 \cdot \text{А}$$

2. Метод контурных токов.

Введем фиктивные контурные токи.

$$I_{11} = I_{1_} \quad I_{22} = -I_{5_}$$

Тогда токи во всех ветвях схемы определяются:

$$I_{1_} = I_{11} \quad I_{3_} = I_{22} - I_{11} \quad I_{5_} = -I_{22}$$

Эти уравнения обращаются в тождества, поэтому для решения задачи достаточно уравнений, составленных по второму закону Киргофа.

$$I_{11} \cdot (R_1 + R_8 + R_3) - I_{22} \cdot (R_3) = E_1 - E_3$$

$$I_{22} \cdot (R_3 + R_9 + R_5) - I_{11} \cdot R_3 = E_3 - U_5$$

Решая систему, получим значения контурных токов. Подставим эти значения в начальные выражения и найдем токи во всех ветвях.

$$I_{11} = 18.333 \cdot A \quad I_{22} = 11.667 \cdot A$$

$$I_{1_} = I_{11} = 18.333 \cdot A$$

$$I_{3_} = I_{22} - I_{11} = -6.667 \cdot A$$

$$I_{5_} = -I_{22} = -11.667 \cdot A$$

3. Метод узлового напряжения.

Найдем проводимости каждой полученной ветви.

$$g_1 = \frac{1}{R_1 + R_8} = 0.5 \cdot \frac{1}{\text{Ом}}$$

$$g_3 = \frac{1}{R_3} = 0.5 \cdot \frac{1}{\text{Ом}}$$

$$g_5 = \frac{1}{R_5 + R_9} = 0.5 \cdot \frac{1}{\text{Ом}}$$

Найдем узловое напряжение U_{00}

$$U_{12} = \frac{g_1 \cdot E_1 + g_3 \cdot E_3 + g_5 \cdot U_5}{g_1 + g_3 + g_5} = 73.333 \cdot B$$

Токи в ветвях определяются.

$$I_{1.} = (-U_{12} + E_1) \cdot g_1 = 18.333 \cdot A \quad I_{3.} = (-U_{12} + E_3) \cdot g_3 = -6.667 \cdot A \quad I_{5.} = (-U_{12} + U_5) \cdot g_5 = -11.667 \cdot A$$

Сравнение результатов при решении задачи разными методами.

По законам Киргофа.	Методом контурных токов	Метод узлового напряжения
$I_1 = 18.333 \cdot A$	$I_{1_} = 18.333 \cdot A$	$I_{1.} = 18.333 \cdot A$
$I_3 = -6.667 \cdot A$	$I_{3_} = -6.667 \cdot A$	$I_{3.} = -6.667 \cdot A$
$I_5 = -11.667 \cdot A$	$I_{5_} = -11.667 \cdot A$	$I_{5.} = -11.667 \cdot A$

Знак "-" говорит о том, что ток течет в противоположном направлении нежели мы предполагали

Результаты трёх методов совпадают с достаточной точностью.

Источники питания E_1 и E_4 работают в режиме генератора, так как совпадают с направлениями токов

Остальные токи в исходной схеме равны нулю

Баланс мощностей.
$$\sum_n EI = \sum_n (I^2 \cdot R)$$

Мощность, генерируемая источниками:
$$\sum EI = E_1 |I_1| - (E_3 |I_3|) - U_5 \cdot |I_5| = 1.033 \times 10^3 \cdot \text{BT}$$

знак минус ставится в том случае если E и I противоположнонаправлены

Мощность, потребляемая элементами:

$$P = I_1^2 \cdot (R_1 + R_8) + I_3^2 \cdot R_3 + I_5^2 \cdot (R_5 + R_9) = 1.033 \times 10^3 \cdot \text{BT}$$