



Цель. Определить токи по методу узловых потенциалов.

Условие.  $E_1 = 6 \text{ В}$ ,  
 $E_2 = 6 \text{ В}$ ,  
 $E_3 = 10 \text{ В}$ ,  
 $E_4 = 24 \text{ В}$ ,  
 $E_5 = 4 \text{ В}$ ,  
 $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  
 $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  
 $R_4 = 8 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5 = 4 \text{ Ом}$ ,  
 $R_6 = 2 \text{ Ом}$ ,  
 $R_7 = 2 \text{ Ом}$   
 $J = 4 \text{ А}$ .

План решения:

1. Произвольно выбираем направления токов в ветвях.
2. Определяем число узлов и число уравнений.
3. Записываем систему узловых уравнений, решаем ее и находим значение потенциалов всех узлов.
4. Определяем токи в ветвях.

Решение.

1. Направления токов в ветвях показано на рис1.
2. Число узлов  $y = 4$ . Так как есть ветвь, содержащий только ЭДС  $E$ , то число уравнений  $k = y - 2 = 2$ .
3.  $\varphi_4 = 0$ , тогда  $\varphi_1 = E_1 = 6 \text{ В}$

Для 2-го и 3-го узлов запишем уравнения:

$$\begin{cases} 1q_{21} + - 2q_{22} - - 3q_{23} = \sum J_2 \\ 1q_{31} + - 2q_{32} - - 3q_{33} = \sum J_3 \end{cases}$$

$$q_{21} = 1/R_5 = 1/4 \text{ См}$$

$$q_{22} = 1/R_5 + 1/R_4 + 1/(R_6 + R_7) = 1/4 + 1/8 + 1/4 = 5/8 \text{ См}$$

$$q_{23} = q_{32} = 1/R_4 + 1/(R_6 + R_7) = 1/8 + 1/4 = 3/8 \text{ См}$$

$$q_{31} = 0$$

$$q_{33} = 1/R_3 + 1/R_4 + 1/(R_6 + R_7) = 1/4 + 1/8 + 1/4 = 5/8 \text{ См}$$

$$\sum J_2 = -(E_4/R_4) - (E_5/R_5) = -(24/8) - (4/8) = -4 \text{ А}$$

$$\sum J_3 = -(E_3/R_3) - (E_4/R_4) = -(10/4) - (24/8) = 9.5 \text{ А}$$

$$\begin{cases} (5/8) \cdot 2 - (3/8) \cdot 3 = -20/8 \\ (3/8) \cdot 2 - (5/8) \cdot 3 = 16/8 \end{cases}$$

$$2 = 8 \text{ В}$$

$$3 = 20 \text{ В}$$

4. Записываем закон Ома для каждой ветви, содержащей  $R$  и  $E$  или только  $R$ . Ток  $I_2$  в ветви, содержащей только ЭДС.  $E_2$ , находится по I закону

5. Кирхгофа для I или 4-го узлов.

$$1 - 4 = -E_1 + R_1 I_1$$

$$I_1 = (1 + E_1) / R_1 = 3 \text{ A}$$

$$3 - 4 = E_3 + R_3 I_3$$

$$I_3 = (3 + E_3) / R_3 = 2.5 \text{ A}$$

$$2 - 1 = R_5 I_5 - E_5$$

$$I_5 = (2 - 1 + E_5) / R_5 = 1.5 \text{ A}$$

$$3 - 2 = E_4 + R_4 I_4$$

$$I_4 = (3 - 2 - E_4) / R_4 = 1.5 \text{ A}$$

$$3 - 2 = (R_6 + R_7) I_6$$

$$I_6 = (3 - 2) / R_6 + R_7 = 3 \text{ A}$$

Выводы.

1. Метод узловых потенциалов позволяет сократить число уравнений по сравнению с методом по законам Кирхгофа. Его применение особенно оправдано в тех схемах, где число ветвей превышает число узлов.

2. Число узлов в схеме, содержащей источники тока, можно уменьшить если перейти от источника тока к источнику ЭДС.

3. Если в схеме есть ветвь только с источником ЭДС, то число уравнений уменьшается.

Домашнее задание.

Пример 4.7 [9.1.7].