

Задача № 1

Обчислити струми в гілках схеми рис. 36 методом контурних струмів і методом вузлових потенціалів.

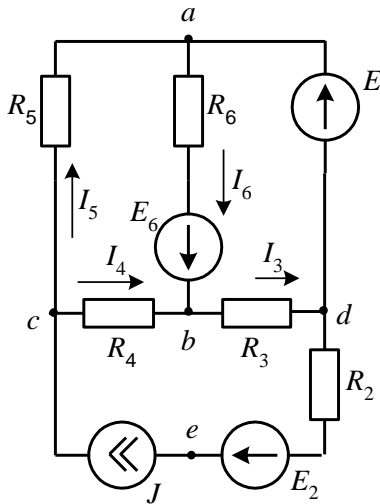


Рис. 36

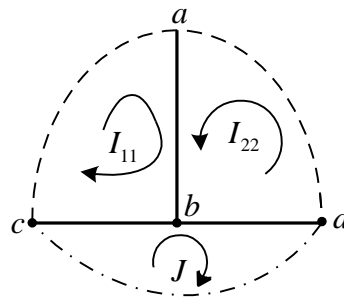


Рис. 37

Скласти рівняння балансу потужності. Вихідні дані:

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 25 \text{ В}; & E_2 &= 10 \text{ В}; \\
 E_6 &= 20 \text{ В}; & J &= 2 \text{ А}; & R_2 &= 10 \text{ Ом}; & R_3 &= 20 \text{ Ом}; \\
 R_4 &= 10 \text{ Ом}; & R_5 &= 8 \text{ Ом}; & R_6 &= 5 \text{ Ом}.
 \end{aligned}$$

Розв'язок:

Метод контурних струмів

$$\begin{cases}
 I_{11}(R_5 + R_6 + R_4) + I_{22}R_6 - JR_4 = E_6 \\
 I_{22}(R_6 + R_3) + I_{11}R_6 + JR_3 = E_1 + E_6
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 I_{11}(8 + 5 + 10) + I_{22} \cdot 5 = 20 + 2 \cdot 10 \\
 I_{11} \cdot 5 + I_{22} \cdot (5 + 20) = 25 + 20 - 2 \cdot 20
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 23I_{11} + 5I_{22} = 40 \\
 5I_{11} + 25I_{22} = 5
 \end{cases}$$

$$I_{11} = \frac{\begin{vmatrix} 40 & 5 \\ 5 & 25 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 23 & 5 \\ 5 & 25 \end{vmatrix}} = \frac{40 \cdot 25 - 25}{23 \cdot 25 - 25} = \frac{975}{550} = 1,77 \text{ А.}$$

$$I_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 23 & 40 \\ 5 & 5 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 23 & 5 \\ 5 & 25 \end{vmatrix}} = \frac{23 \cdot 5 - 40 \cdot 5}{550} = \frac{-85}{550} = -0,1545 \text{ А.}$$

Струми в гілках:

$$I_5 = I_{11} = 1,77 \text{ А;}$$

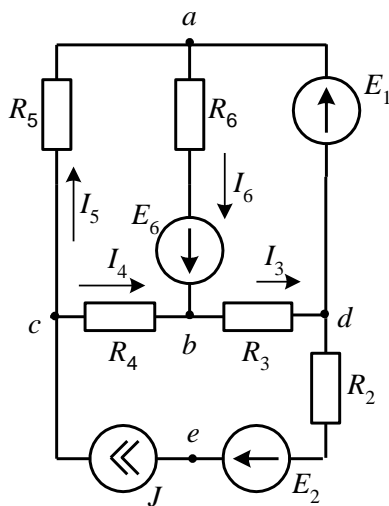
$$I_1 = -I_{22} = 0,1545 \text{ А;}$$

$$I_6 = I_{11} + I_{22} = 1,77 - 0,155 = 1,615 \text{ А;}$$

$$I_4 = J - I_{11} = 2 - 1,77 = 0,23 \text{ А;}$$

$$I_3 = J + I_{22} = 2 - 0,155 = 1,845 \text{ А;}$$

Метод вузлових потенціалів



Обираємо $\varphi_d = 0$.

Тоді $\varphi_a = \varphi_d + E_1 = E_1$.

$$\begin{cases} \varphi_c \left(\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4} \right) - \varphi_a \frac{1}{R_5} - \varphi_b \frac{1}{R_5} = J \\ \varphi_b \left(\frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} \right) - \varphi_a \frac{1}{R_6} - \varphi_c \frac{1}{R_4} = \frac{E_6}{R_6} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_c \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right) - \varphi_b \frac{1}{10} = 2 + 25 \cdot \frac{1}{8} \\ -\varphi_c \frac{1}{10} + \varphi_b \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20} \right) = \frac{20}{5} + 25 \cdot \frac{1}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_c \cdot 0,225 - \varphi_b \cdot 0,1 = 5,125 \\ -\varphi_c \cdot 0,1 + \varphi_b \cdot 0,35 = 9 \end{cases}$$

$$\varphi_c = \frac{\begin{vmatrix} 5,125 & -0,1 \\ 9 & 0,35 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0,225 & -0,1 \\ -0,1 & 0,35 \end{vmatrix}} = \frac{5,125 \cdot 0,35 + 0,9}{0,225 \cdot 0,35 - 0,01} = \frac{2,69}{0,0686} = 39,35 \text{ В}$$

$$\varphi_b = \frac{\begin{vmatrix} 0,225 & 5,125 \\ -0,1 & 9 \end{vmatrix}}{0,0686} = \frac{0,225 \cdot 9 + 0,5125}{0,0686} = \frac{2,5375}{0,0686} = 37 \text{ В}$$

$$I_3 = \frac{\varphi_b}{R_3} = \frac{37}{20} = 1,85 \text{ А}$$

$$I_4 = \frac{\varphi_c - \varphi_b}{R_4} = \frac{39,35 - 37}{10} = 0,235 \text{ А}$$

$$I_5 = \frac{\varphi_c - \varphi_a}{R_5} = \frac{39,35 - 25}{8} = 1,795 \text{ А}$$

$$I_6 = \frac{\varphi_a - \varphi_b + E_6}{R_6} = \frac{25 - 37 + 20}{5} = 1,6 \text{ А}$$

$$I_1 = J - I_3 = 2 - 1,85 = 0,15 \text{ А}$$

Баланс потужностей.

$$-E_1 I_1 + E_6 I_6 + E_2 J + J U_{ce} = J^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6 \quad *$$

$$U_{ce} = -E_2 + J R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = -10 + 2 \cdot 10 + 1,845 \cdot 20 + 0,23 \cdot 10 = 49,2 \text{ В}$$

$$* \quad -0,154 \cdot 25 + 20 \cdot 1,615 + 10 \cdot 2 + 2 \cdot 49,2 =$$

$$= 2^2 \cdot 10 + 1,845^2 \cdot 20 + 0,23^2 \cdot 10 + 1,77^2 \cdot 8 + 1,615^2 \cdot 5$$

$$146,5 = 146,5 \text{ Вт.}$$