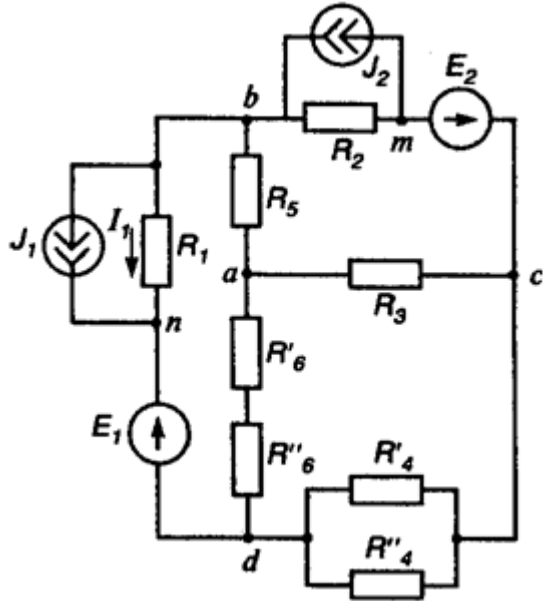


Задание 1

Линейные электрические цепи постоянного и синусоидального тока

Задача 1.1. Линейные электрические цепи постоянного тока

Дана электрическая схема (рис. 1.7):



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 325 \text{ Ом}; \\
 R_2 &= 100 \text{ Ом}; \\
 R_3 &= 150 \text{ Ом}; \\
 R'_4 &= 400 \text{ Ом}; R''_4 = 400 \text{ Ом}; \\
 R_5 &= 275 \text{ Ом}; \\
 R'_6 &= 100 \text{ Ом}; R''_6 = 12 \text{ Ом}; \\
 E_1 &= 43 \text{ В}; E_2 = 62.5 \text{ В}; \\
 J_1 &= 0.04 \text{ А}; J_2 = 0.
 \end{aligned}$$

Рис. 1.7

1. Упростим исходную схему, заменив последовательно и параллельно соединенные резисторы четвертой и шестой ветвей эквивалентными (рис. 1)

$$R_4 = \frac{R'_4 \cdot R''_4}{R'_4 + R''_4} = 200 \text{ Ом}; R_6 = R'_6 + R''_6 = 112 \text{ Ом}.$$

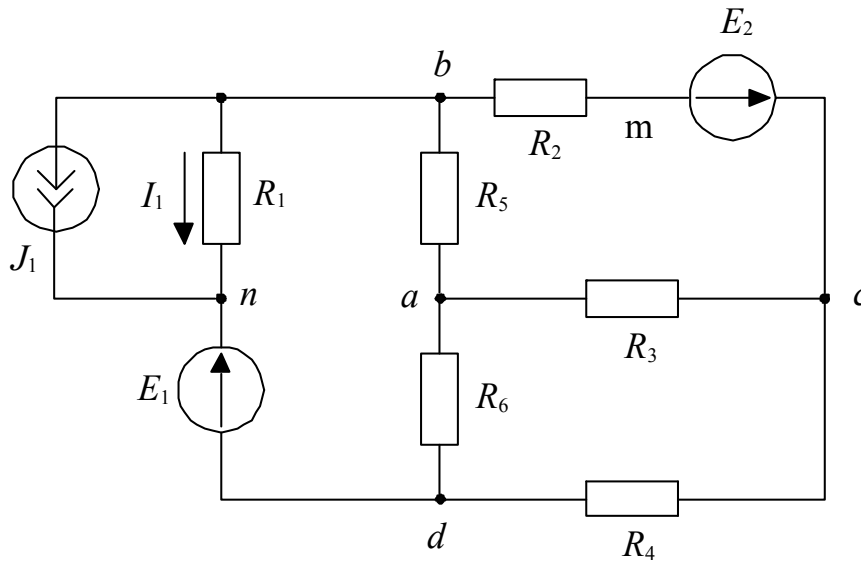


Рис. 1

7. Определим ток I_1 , в заданной по условию схеме с источником тока, используя метод эквивалентного генератора.

ЭДС эквивалентного генератора (рис. 5).

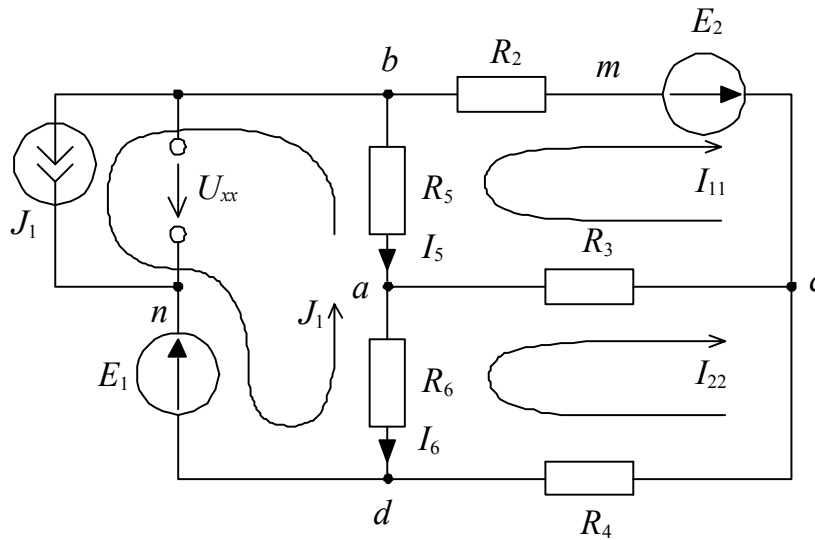


Рис. 5

Система уравнений МКТ

$$\begin{cases} I_{11} \cdot (R_2 + R_3 + R_5) - I_{22} \cdot R_3 + J_1 \cdot R_5 = E_2; \\ I_{22} \cdot (R_3 + R_4 + R_6) - I_{11} \cdot R_3 + J_1 \cdot R_6 = 0, \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{11} \cdot (R_2 + R_3 + R_5) - I_{22} \cdot R_3 & = E_2 - J_1 \cdot R_5; \\ -I_{11} \cdot R_3 & + I_{22} \cdot (R_3 + R_4 + R_6) = -J_1 \cdot R_6. \end{cases} \quad (3)$$

Определители системы уравнений (3)

$$\Delta = \begin{vmatrix} 525 & -150 \\ -150 & 462 \end{vmatrix} = 220050 ;$$

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} 51.5 & -150 \\ -4.48 & 462 \end{vmatrix} = 23121 ;$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} 525 & 51.5 \\ -150 & -4.48 \end{vmatrix} = 5373 .$$

Контурные токи по методу определителей:

$$I_{11} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} = \frac{23121}{220050} = 0.10507 \text{ А};$$

$$I_{22} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} = \frac{5373}{220050} = 0.02442 \text{ А}.$$

Токи ветвей по методу контурных токов

$$I_5 = -I_{11} - J_1 = -0.10507 - 0.04 = -0.1451 \text{ А};$$

$$I_6 = -I_{22} - J_1 = -0.02442 - 0.04 = -0.0644 \text{ А}.$$

По второму закону Кирхгофа

$$U_{xx} - I_6 \cdot R_6 - I_5 \cdot R_5 = -E_1$$

ЭДС эквивалентного генератора

$$\begin{aligned} E_r = U_{xx} &= -E_1 + I_5 \cdot R_5 + I_6 \cdot R_6 = \\ &= -43 + (-0.1451) \cdot 275 + (-0.0644) \cdot 112 = -90.12 \text{ В}. \end{aligned}$$

Сопротивление эквивалентного генератора (рис. 6).

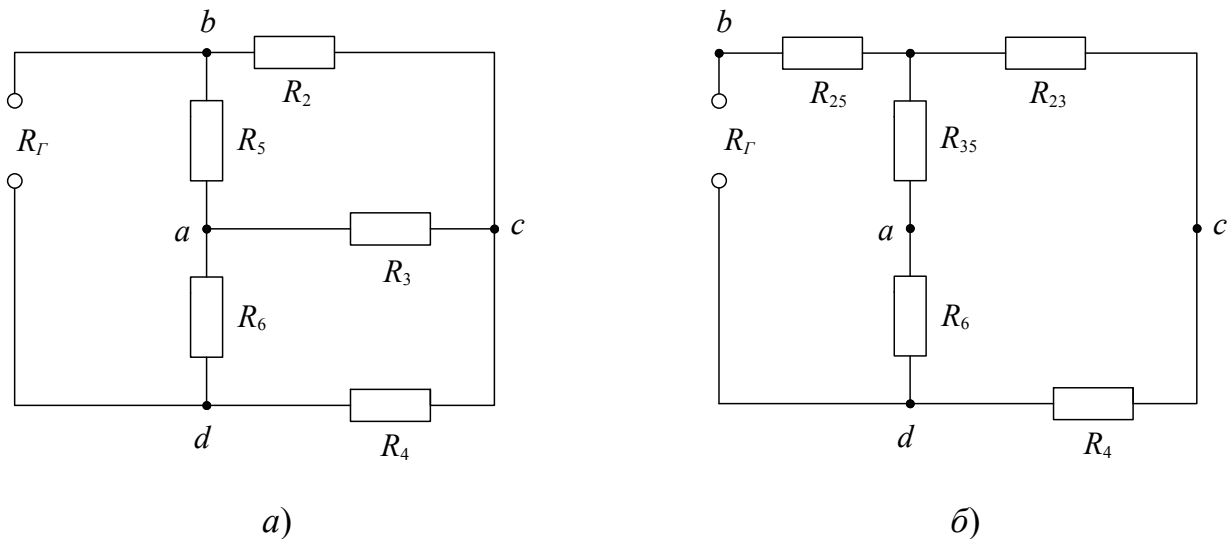


Рис. 6

Преобразуем треугольник сопротивлений R_2, R_3, R_5 (рис. 6, а) в эквивалентную звезду R_{23}, R_{25}, R_{35} (рис. 6, б)

$$R = R_2 + R_3 + R_5 = 100 + 150 + 275 = 525 \text{ Ом}$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R} = \frac{100 \cdot 150}{525} = 28.571 \text{ Ом};$$

$$R_{25} = \frac{R_2 \cdot R_5}{R} = \frac{100 \cdot 275}{525} = 52.381 \text{ Ом};$$

$$R_{35} = \frac{R_3 \cdot R_5}{R} = \frac{150 \cdot 275}{525} = 78.571 \text{ Ом}.$$

Сопротивление эквивалентного генератора

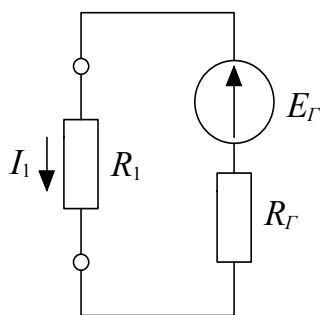


Рис. 7

$$R_r = R_{25} + \frac{(R_{23} + R_4) \cdot (R_{35} + R_6)}{(R_{23} + R_4) + (R_{35} + R_6)} =$$

$$= 52.381 + \frac{(28.571 + 200) \cdot (78.571 + 112)}{28.571 + 200 + 78.571 + 112} = 156.31 \text{ Ом.}$$

Ток I_1 по методу эквивалентного генератора (рис. 7)

$$I_1 = \frac{E_r}{R_1 + R_r} = \frac{-90.12}{325 + 156.31} = -0.187 \text{ А.}$$

8. Начертим потенциальную диаграмму для замкнутого контура "bndcmb'" (рис. 8).

$$\varphi_b = 0;$$

$$\varphi_n = \varphi_b - I_1 \cdot R_1 = 0 - (-0.187) \cdot 325 = 60.8 \text{ В;}$$

$$\varphi_d = \varphi_n - E_1 = 60.8 - 43 = 17.8 \text{ В;}$$

$$\varphi_c = \varphi_d + I_4 \cdot R_4 = 17.8 + 0.11 \cdot 200 = 39.8 \text{ В;}$$

$$\varphi_m = \varphi_c - E_2 = 39.8 - 62.5 = -22.7 \text{ В;}$$

$$\varphi'_b = \varphi_c + I'_2 \cdot R_2 = (-22.7) + 0.427 \cdot 100 = 0.$$

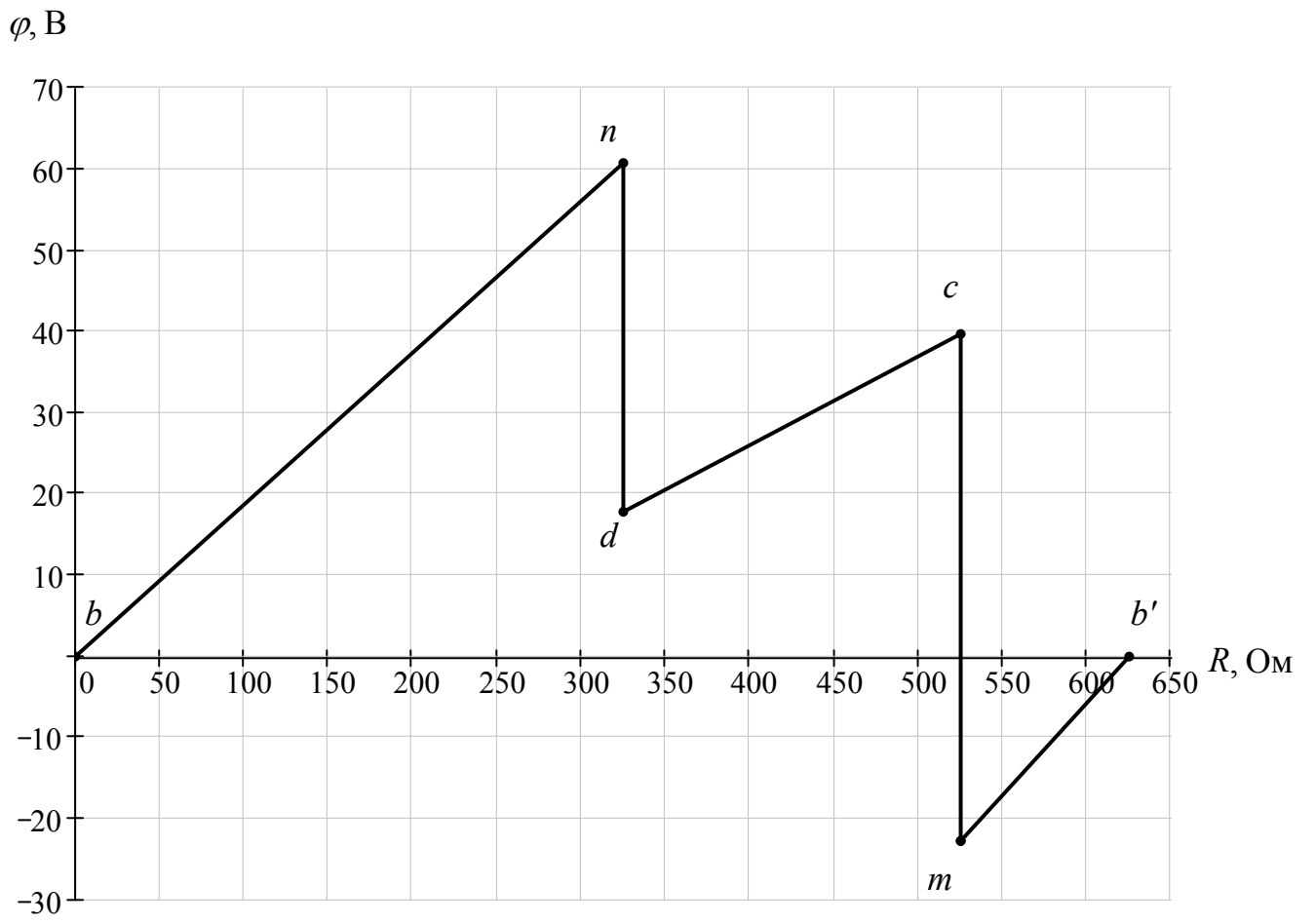


Рис. 8