



Дәріс-10. Күрделі электр тізбектерін есептеу тәсілдері: Контурлы токтар әдісі (mesh analysis).

Алгоритм реті:

1. Әр тармақтағы токтардың бағыттары беріледі (еркін)
2. Контурлы токтар әдісіне жеткілікті теңдеулер саны

анықталады:

$$N = m - (n - 1) - nT$$

Мұндағы:

m – тармақтардың саны

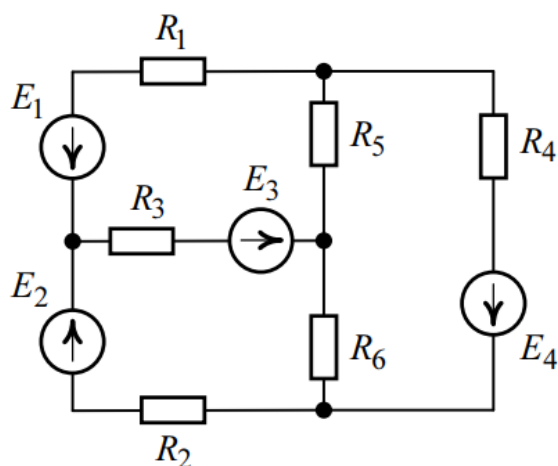
n – түйіндердің саны

nT – ток көздерінің саны

3. Электр тізбегінің схемасында контурлы токтардың бағыттары таңдалынады: $I_{11}, I_{22}, I_{33} \dots$

4. Теңдеулер жүйесі құрылады (өзіндік ережесімен)

5. Теңдеулер жүйесінен контурлы токтар анықталып, солар арқылы тармақтағы токтар анықталады.



$$E_1 = 240 \text{ V}$$

$$E_2 = 160 \text{ V}$$

$$E_3 = 70 \text{ V}$$

$$E_4 = 120 \text{ V}$$



$$R_1 = 24 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 16 \text{ Ом}$$

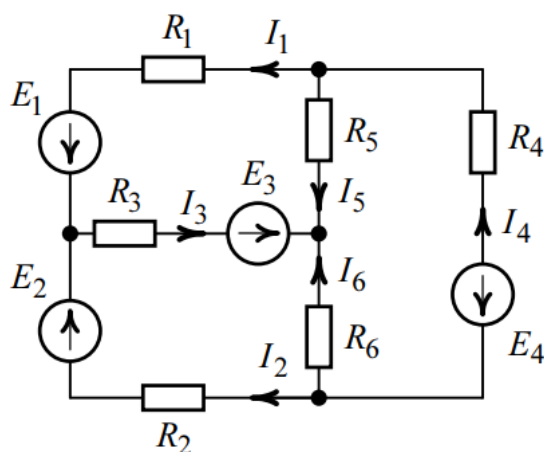
$$R_3 = 34 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}$$

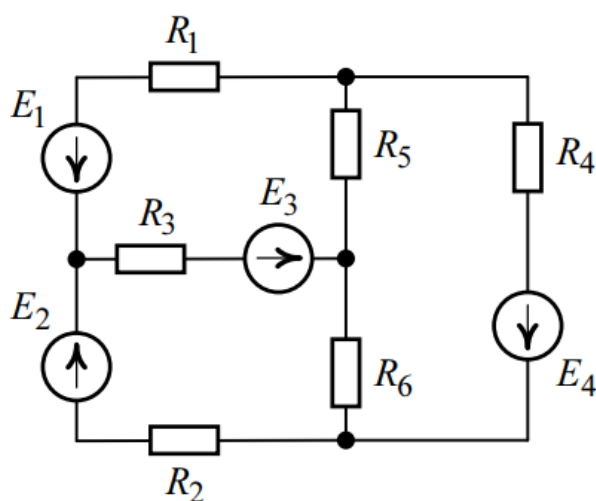
$$R_5 = 21 \text{ Ом}$$

$$R_6 = 18 \text{ Ом}$$

1 қадам – токтардың бағытын беру

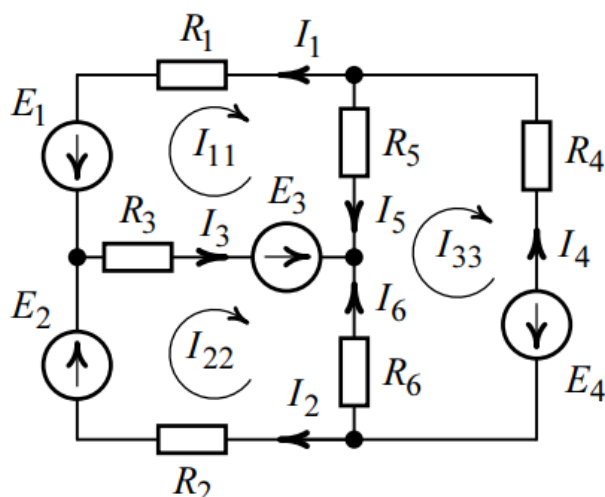


2 қадам – Контурлы токтар әдісіне жеткілікті теңдеулер саны анықталады



$$N = m - (n - 1) - n_T = 6 - (4 - 1) - 0 = 3$$

3 қадам – Электр тізбегінің схемасында контурлы токтардың бағыттары таңдалынады



4 қадам – Теңдеулер жүйесі құрылады

$$\begin{cases} I_{11}(R_1 + R_3 + R_5) - I_{22}R_3 - I_{33}R_5 = -E_1 - E_3, \\ I_{22}(R_2 + R_3 + R_6) - I_{11}R_3 - I_{33}R_6 = E_2 + E_3, \\ I_{33}(R_4 + R_5 + R_6) - I_{11}R_5 - I_{22}R_6 = E_4. \end{cases}$$

5 қадам – Теңдеулер жүйесінен контурлы токтар анықталып, солар арқылы тармақтағы токтар анықталады

$$\begin{cases} I_{11} \cdot 79 - I_{22} \cdot 34 - I_{33} \cdot 21 = -310, \\ -I_{11} \cdot 34 + I_{22} \cdot 68 - I_{33} \cdot 18 = 230, \\ -I_{11} \cdot 21 - I_{22} \cdot 18 + I_{33} \cdot 51 = 120. \end{cases}$$

5' қадам – Крамер әдісімен шығару

$$I_{11} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta}, \quad I_{22} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta}, \quad I_{33} = \frac{\Delta_{33}}{\Delta}$$



$$\Delta = \begin{vmatrix} 79 & -34 & -21 \\ -34 & 68 & -18 \\ -21 & -18 & 51 \end{vmatrix} = 1,337 \cdot 10^5$$

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} -310 & -34 & -21 \\ 230 & 68 & -18 \\ 120 & -18 & 51 \end{vmatrix} = -2,441 \cdot 10^5$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} 79 & -310 & -21 \\ -34 & 230 & -18 \\ -21 & 120 & 51 \end{vmatrix} = 4,268 \cdot 10^5$$

$$\Delta_{33} = \begin{vmatrix} 79 & -34 & -310 \\ -34 & 68 & 230 \\ -21 & -18 & 120 \end{vmatrix} = 3,648 \cdot 10^5$$



$$I_{11} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} = \frac{-2,441 \cdot 10^5}{1,337 \cdot 10^5} = -1,825 \text{ A} ,$$

$$I_{22} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} = \frac{4,268 \cdot 10^5}{1,337 \cdot 10^5} = 3,192 \text{ A} ,$$

$$I_{33} = \frac{\Delta_{33}}{\Delta} = \frac{3,648 \cdot 10^5}{1,337 \cdot 10^5} = 2,728 \text{ A} .$$

Контурлы токтар арқылы тармақтағы токтар анықталады

$$I_1 = -I_{11} = 1,825 \text{ A}$$

$$I_2 = I_{22} = 3,192 \text{ A}$$

$$I_3 = -I_{11} + I_{22} = -(-1,825) + 3,192 = 5,017 \text{ A} ;$$

$$I_4 = -I_{33} = -2,728 \text{ A} ;$$

$$I_5 = I_{11} - I_{33} = -1,825 - 2,728 = -4,553 \text{ A} ;$$

$$I_6 = I_{33} - I_{22} = 2,728 - 3,192 = -0,464 \text{ A} .$$