

ORIGIN := 1

Задаём численные значения элементов цепи

R1 := 240 R2 := 660 R3 := 970 R4 := 480

R5 := 190 R6 := 840 R7 := 930 R8 := 590

E1 := 0 E2 := 0 E3 := 400 E4 := 0

E5 := 600 E6 := 0 E7 := 0 E8 := 900

I01 := 0 I02 := 0 I03 := 2 I04 := 0

I05 := 0 I06 := 8 I07 := 7 I08 := 0

7. Определение токов в ветвях исходной схемы методом законов Кирхгофа

Записываем уравнения, описывающие цепь, в матричном виде

$Ax = B$, где: A - квадратная матрица;

B - матрица столбец правых частей;

x - матрица столбец искомых токов.

$$A1 := \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ R1 & 0 & 0 & 0 & R5 & R6 & 0 & R8 \\ 0 & R2 & R3 & R4 & 0 & 0 & 0 & -R8 \\ R1 & R2 & 0 & 0 & 0 & 0 & R7 & 0 \end{pmatrix} \quad B1 := \begin{pmatrix} I01 - I06 - I07 \\ -I01 + I02 + I08 \\ -I02 + I03 + I07 \\ -I03 + I04 \\ -I04 + I05 - I08 \\ E1 + E5 + E6 + E8 \\ E2 + E3 + E4 - E8 \\ E1 + E2 + E7 \end{pmatrix}$$

Выводим численные значения матриц

$$A1 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 240 & 0 & 0 & 0 & 190 & 840 & 0 & 590 \\ 0 & 660 & 970 & 480 & 0 & 0 & 0 & -590 \\ 240 & 660 & 0 & 0 & 0 & 0 & 930 & 0 \end{pmatrix} \quad B1 = \begin{pmatrix} -15 \\ 0 \\ 9 \\ -2 \\ 0 \\ 1.5 \times 10^3 \\ -500 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Находим неизвестные токи умножая обратную матрицу A на матрицу B.

$$x := A1^{-1} \cdot B1$$

Выводим численные значения токов в виде вектора строки путём транспонирования x.

$$x^T = (7.025 \quad 3.515 \quad -1.178 \quad 0.822 \quad 4.333 \quad -3.667 \quad -4.307 \quad 3.511)$$

8. Определение токов в ветвях исходной схемы методом контурных токов
Выводим матрицы столбцы с целью проверки исходных данных

$$E = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 400 \\ 0 \\ 600 \\ 0 \\ 0 \\ 900 \end{pmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} 240 \\ 660 \\ 970 \\ 480 \\ 190 \\ 840 \\ 930 \\ 590 \end{pmatrix} \quad J = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Формируем диагональную матрицу RD из матрицы R

$$RD := \text{diag}(R)$$

Выводим диагональную матрицу RD с целью проверки

$$RD = \begin{pmatrix} 240 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 660 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 970 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 480 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 190 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 840 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 930 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 590 \end{pmatrix}$$

Формируем узловую матрицу A и контурную B

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Находим контурные токи

$$I_k := (B \cdot RD \cdot B^T)^{-1} (B \cdot E + B \cdot RD \cdot J) \quad I_k = \begin{pmatrix} 4.333 \\ 0.822 \\ 2.693 \end{pmatrix}$$

Определяем токи ветвей

$$I := B^T \cdot I_k$$

$$I^T = (7.025 \quad 3.515 \quad 0.822 \quad 0.822 \quad 4.333 \quad 4.333 \quad 2.693 \quad 3.511)$$

Определяем токи в сопротивлениях ветвей

$$IR := I - J$$

$$IR^T = (7.025 \quad 3.515 \quad -1.178 \quad 0.822 \quad 4.333 \quad -3.667 \quad -4.307 \quad 3.511)$$

9. Определение токов в ветвях исходной схемы методом узловых напряжений

Формируем узловую матрицу A и контурную B

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Формируем диагональную матрицу RD из матрицы R

$$RD := \text{diag}(R)$$

Переформировываем матрицу RD в G

$$G := \frac{1}{RD}$$

Определяем потенциалы всех узлов по отношению к базисному узлу

$$F := (A \cdot G \cdot A^T)^{-1} \cdot (-A \cdot G \cdot E - A \cdot J)$$

$$F = \begin{pmatrix} -3.081 \times 10^3 \\ -1.395 \times 10^3 \\ 925.115 \\ -617.684 \\ -223.194 \end{pmatrix}$$

Определяем напряжение на всех ветвях цепи

$$U := A^T F$$

$$U^T = (1.686 \times 10^3 \quad 2.32 \times 10^3 \quad -1.543 \times 10^3 \quad 394.491 \quad 223.194 \quad -3.081 \times 10^3 \quad -4.006 \times 10^3 \quad 1.171 \times$$

Определяем токи в сопротивлениях ветвей

$$IR := G \cdot (U + E)$$

$$IR^T = (7.025 \quad 3.515 \quad -1.178 \quad 0.822 \quad 4.333 \quad -3.667 \quad -4.307 \quad 3.511)$$