

ORIGIN := 1  


Задаём численные значения элементов цепи

R1 := 390      R2 := 290      R3 := 530      R4 := 370  
 R5 := 720      R6 := 340      R7 := 410      R8 := 940  
 E1 := 0      E2 := 0      E3 := 900      E4 := 0  
 E5 := 0      E6 := 0      E7 := 200      E8 := 0  
 I01 := 0      I02 := 0      I03 := 0      I04 := 5  
 I05 := 0      I06 := 0      I07 := 8      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

$$A1 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 390 & 0 & 0 & 0 & 720 & 340 & 0 & 940 \\ 0 & 290 & 530 & 370 & 0 & 0 & 0 & -940 \\ 390 & 290 & 0 & 0 & 0 & 0 & 410 & 0 \end{pmatrix} \quad B1 = \begin{pmatrix} -8 \\ 0 \\ 8 \\ 5 \\ -5 \\ 0 \\ 900 \\ 200 \end{pmatrix}$$

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.

$$x^T = (2.863 \quad 3.842 \quad 0.795 \quad -4.205 \quad -0.185 \quad -0.185 \quad -4.953 \quad -0.979)$$

# 8. Определение токов в ветвях исходной схемы методом контурных токов

Выводим матрицы столбцы с целью проверки исходных данных

$$E = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 900 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 200 \\ 0 \end{pmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} 390 \\ 290 \\ 530 \\ 370 \\ 720 \\ 340 \\ 410 \\ 940 \end{pmatrix} \quad J = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Формируем диагональную матрицу RD из матрицы R

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

Выводим диагональную матрицу RD с целью проверки

$$RD = \begin{pmatrix} 390 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 290 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 530 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 370 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 720 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 340 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 410 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 940 \end{pmatrix}$$

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

$$I_k := (B \cdot RD \cdot B^T)^{-1} (B \cdot E + B \cdot RD \cdot J) \quad I_k = \begin{pmatrix} -0.185 \\ 0.795 \\ 3.047 \end{pmatrix}$$

Определяем токи ветвей

$$I := B^T \cdot I_k \quad I^T = (2.863 \quad 3.842 \quad 0.795 \quad 0.795 \quad -0.185 \quad -0.185 \quad 3.047 \quad -0.979)$$

Определяем токи в сопротивлениях ветвей

$$IR := I - J \quad IR^T = (2.863 \quad 3.842 \quad 0.795 \quad -4.205 \quad -0.185 \quad -0.185 \quad -4.953 \quad -0.979)$$

9. Определение токов в ветвях исходной схемы методом узловых напряжений

Формируем узловую матрицу A и контурную B

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

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

Формируем диагональную матрицу RD из матрицы R

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

Переформировываем матрицу RD в G

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

$$F = \begin{pmatrix} -62.803 \\ 1.054 \times 10^3 \\ 2.168 \times 10^3 \\ 1.689 \times 10^3 \\ 132.995 \end{pmatrix}$$

Определяем потенциалы всех узлов по отношению к базисному узлу

Определяем напряжение на всех ветвях цепи

$$U := A^T F$$

$$U^T = (1.116 \times 10^3 \quad 1.114 \times 10^3 \quad -478.826 \quad -1.556 \times 10^3 \quad -132.995 \quad -62.803 \quad -2.231 \times 10^3 \quad -920.6)$$

Определяем токи в сопротивлениях ветвей

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

$$IR^T = (2.863 \quad 3.842 \quad 0.795 \quad -4.205 \quad -0.185 \quad -0.185 \quad -4.953 \quad -0.979)$$