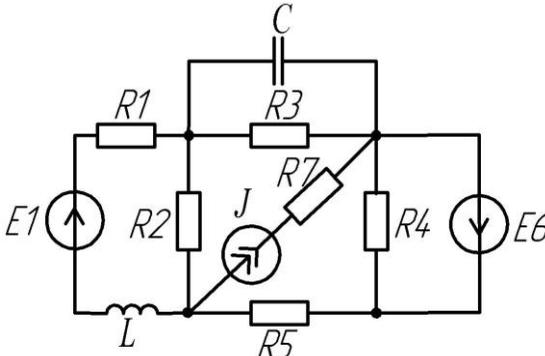


## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ



$$R1 = R2 = 50 \text{ Ом}$$

$$R3 = R4 = R7 = 20 \text{ Ом}$$

$$R5 = 60 \text{ Ом}$$

$$E1 = 100 \text{ В}$$

$$E6 = 30 \text{ В}$$

$$J = 1 \text{ А}$$

Рис. 1

### 1. Расчет токов в ветвях схемы по законам Кирхгофа

Решение начинается с обозначения узлов на схеме и выбора положительных направлений токов (рис. 2).

Далее проводится анализ схемы: количество узлов  $n_y = 4$ , количество ветвей  $n_e = 8$ , количество источников тока  $n_j = 1$ .

Количество уравнений по первому закону Кирхгофа

$$n_{yp}^I = n_y - 1 = 3,$$

количество уравнений по второму закону Кирхгофа

$$n_{yp}^{II} = n_e - n_{yp}^I - n_j = 4.$$

На рис. 2 показаны независимые контуры и выбранные направления обходов контуров.

Система уравнений, записанная по законам Кирхгофа для мгновенных значений токов, имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) \quad -i_1 + i_2 + i_3 + i_c = 0 \\ (3) \quad i_1 - i_2 - i_5 + j = 0 \\ (4) \quad -i_4 + i_5 - i_6 = 0 \\ A \quad i_1 R_1 + i_2 R_2 + L \frac{di_1(t)}{dt} = e_1 \\ B \quad -i_3 R_3 + \frac{1}{C} \int i_c(t) dt = 0 \\ F \quad -i_4 R_4 = e_6 \\ D \quad i_3 R_3 + i_4 R_4 + i_5 R_5 - i_2 R_2 = 0 \end{array} \right.$$

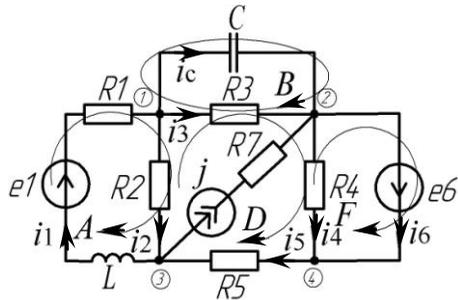


Рис. 2

В установившемся режиме на постоянном токе  $i_C = C \frac{du_C}{dt} = 0$  и  $u_L = L \frac{di_L}{dt} = 0$  (емкость заменяется разрывом, индуктивность – проводом) и, следовательно, в схеме количество ветвей изменится  $n_e = 7$  (рис.3). Поэтому количество уравнений по второму закону Кирхгофа  $n_{yp}^{II} = n_e - n_1 - n_J = 3$ . На рис. 3 показаны независимые контуры и выбранные направления обходов контуров.

Система уравнений, записанная по законам Кирхгофа для схемы в установившемся режиме, имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) \quad -I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ (3) \quad I_1 - I_2 - I_5 + J = 0 \\ (4) \quad -I_4 + I_5 - I_6 = 0 \\ A \quad I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1 \\ B \quad -I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 + I_5 R_5 = 0 \\ C \quad -I_4 R_4 = E_6 \end{array} \right. \quad (1.1)$$

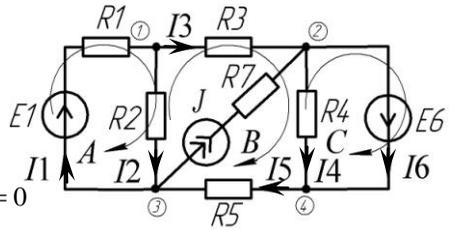


Рис. 3

Система уравнений рассчитывается в пакете MATHCAD (см. страницу 3).

В результате решения системы, значения токов схемы получились следующими:

$$I_1 = 1,1 \text{ A}, I_2 = 0,905 \text{ A}, I_3 = 0,19 \text{ A}, I_4 = -1,5 \text{ A}, I_5 = 1,19 \text{ A}, I_6 = 2,69 \text{ A}.$$

$$R1:=50$$

$$R2:=50$$

$$R3:=20$$

$$R4:=20$$

$$R5:=60$$

$$R7:=20$$

$$E1:=100$$

$$E6:=30$$

$$J:=1$$

### Given

$$I1 - I2 - I3 = 0$$

$$-I1 + I2 + I5 - J = 0$$

$$I4 + I6 - I5 = 0$$

$$I1 \cdot R1 + I2 \cdot R2 = E1$$

$$-I2 \cdot R2 + I3 \cdot R3 + I4 \cdot R4 + I5 \cdot R5 = 0$$

$$-I4 \cdot R4 = E6$$

$$\text{Find}(I1, I2, I3, I4, I5, I6) \text{ float, } 3 \rightarrow \begin{pmatrix} 1.1 \\ 0.905 \\ 0.19 \\ -1.5 \\ 1.19 \\ 2.69 \end{pmatrix}$$

$$I1 = 1,1 \text{ A,}$$

$$I2 = 0,905 \text{ A,}$$

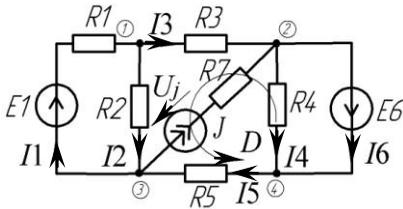
$$I3 = 0,19 \text{ A,}$$

$$I4 = -1,5 \text{ A,}$$

$$I5 = 1,19 \text{ A,}$$

$$I6 = 2,69 \text{ A.}$$

## 2. Составление и расчет баланса мощностей.



$$\sum P_{\text{ИСТ}} = \sum P_{\text{ПОТР}}$$

Рис. 4

$$P_{\text{ИСТ}} = E1 \cdot I1 + E6 \cdot I6 + J \cdot U_J.$$

По второму закону Кирхгофа для контура  $D$  имеем (рис. 4):

$$U_J - I5R5 - I4R4 - JR7 = 0$$

$$U_J = I5R5 + I4R4 + JR7 = 1.19 \cdot 60 - 1.5 \cdot 20 + 1 \cdot 20 = 61.4 \text{ В.}$$

$$P_{\text{ИСТ}} = 100 \cdot 1.1 + 30 \cdot 2.69 + 1 \cdot 61.4 = 252.1 \text{ Вт.}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{ПОТР}} &= (I1)^2 R1 + (I2)^2 R2 + (I3)^2 R3 + (I4)^2 R4 + (I5)^2 R5 + J^2 R7 = \\ &= (1.1)^2 \cdot 50 + (0.905)^2 \cdot 50 + (0.19)^2 \cdot 20 + (-1.5)^2 \cdot 20 + (1.19)^2 \cdot 60 + 1^2 \cdot 20 = \\ &= 252.1 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

**Баланс мощностей сошелся.**