

Дано:

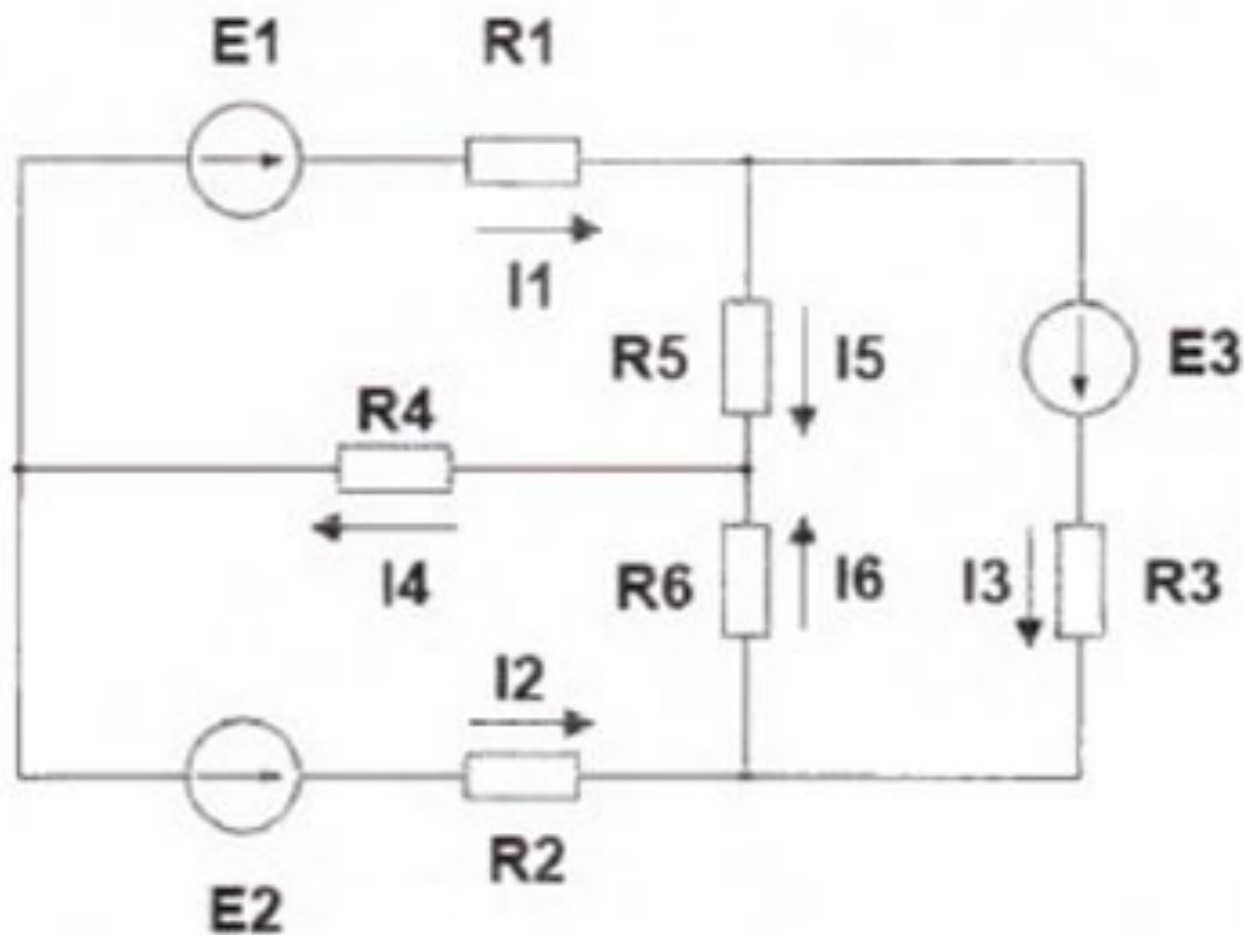
- $E1 = 80 \text{ В}$
- $E2 = 50 \text{ В}$
- $E3 = 60 \text{ В}$
- $R1 = 10 \text{ Ом}$     $R4 = 25 \text{ Ом}$
- $R2 = 15 \text{ Ом}$     $R5 = 30 \text{ Ом}$
- $R3 = 20 \text{ Ом}$     $R6 = 35 \text{ Ом}$

Найти:

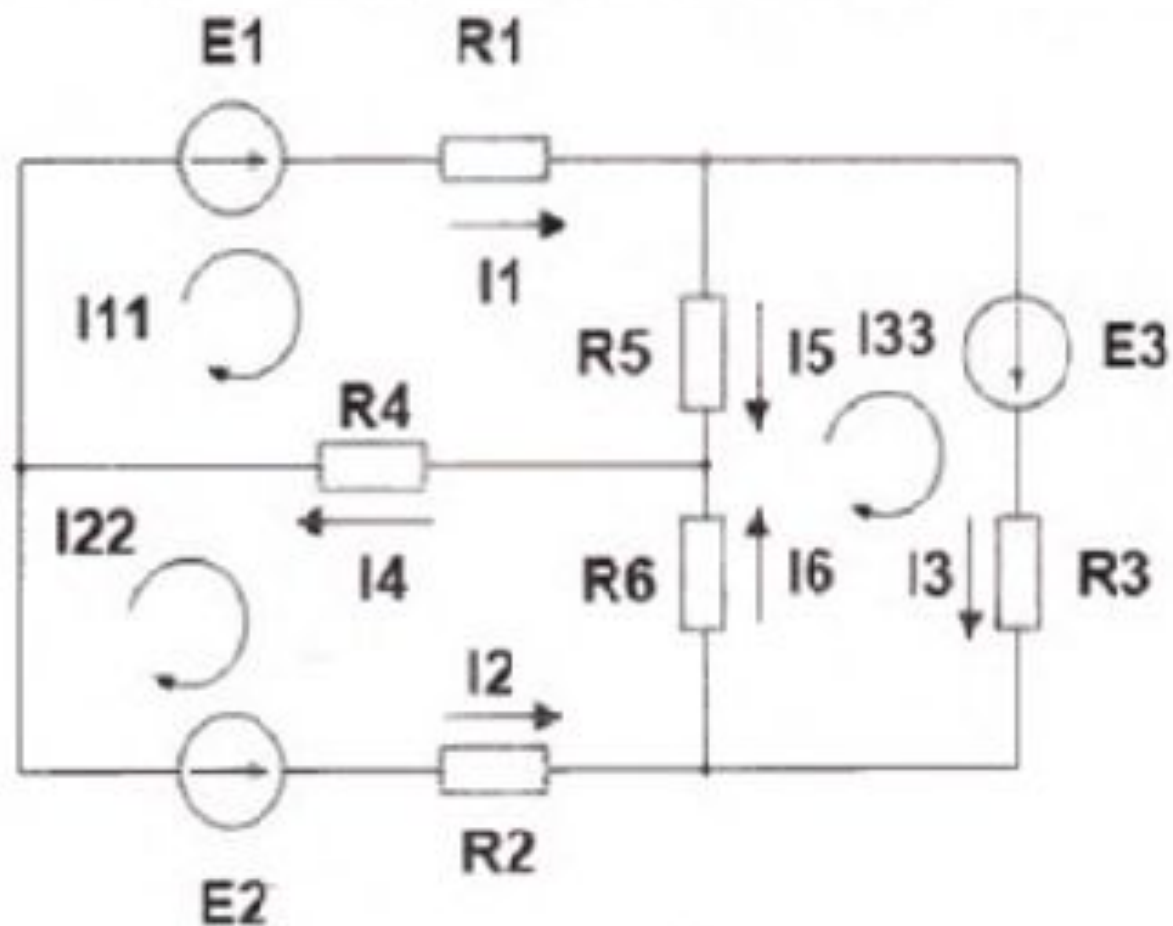
$I1, I2, I3, I4, I5, I6 - ?$

Выполняем все поэтапно.

1. Произвольно выбираем направления действительных токов  $I_1$ - $I_6$ .



2. Выделяем три контура, а затем указываем направление контурных токов  $I_{11}, I_{22}, I_{33}$ . Мы выберем направление по часовой стрелке.



3. Определяем собственные сопротивления контуров. Для этого складываем сопротивления в каждом контуре.

$$R_{11} = R_1 + R_4 + R_5 = 10 + 25 + 30 = 65 \text{ Ом}$$

$$R_{22} = R_2 + R_4 + R_6 = 15 + 25 + 35 = 75 \text{ Ом}$$

$$R_{33} = R_3 + R_5 + R_6 = 20 + 30 + 35 = 85 \text{ Ом}$$



Затем определяем общие сопротивления, общие сопротивления легко обнаружить, они принадлежат сразу нескольким контурам, например сопротивление  $R_4$  принадлежит контуру 1 и контуру 2. Поэтому для удобства обозначим такие сопротивления номерами контуров к которым они принадлежат.

$$R_{12} = R_{21} = R_4 = 25 \text{ Ом}$$

$$R_{23} = R_{32} = R_6 = 35 \text{ Ом}$$

$$R_{31} = R_{13} = R_5 = 30 \text{ Ом}$$

4. Приступаем к основному этапу – составлению системы уравнений контурных токов. В левой части уравнений входят падения напряжений в контуре, а в правой ЭДС источников данного контура.

Так как контура у нас три, следовательно, система будет состоять из трех уравнений. Для первого контура уравнение будет выглядеть следующим образом:

$$I_{11} * R_{11} - I_{22} * R_{21} - I_{33} * R_{31} = E_1$$

1-й  
контур

Те же действия проделываем с двумя другими контурами и в итоге получаем систему:

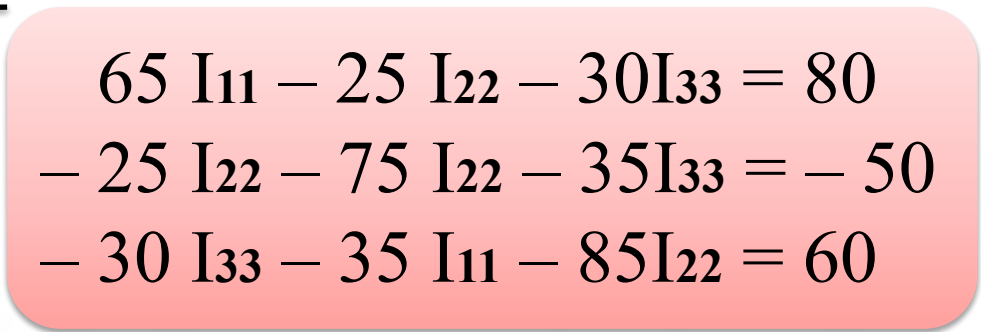
$$\begin{cases} I_{11} * R_{11} - I_{22} * R_{21} - I_{33} * R_{31} = E_1 \\ I_{22} * R_{22} - I_{11} * R_{12} - I_{33} * R_{32} = -E_2 \\ I_{33} * R_{33} - I_{11} * R_{13} - I_{22} * R_{23} = E_3 \end{cases}$$

В полученную систему подставляем уже известные значения сопротивлений и решаем её любым известным способом.

$$\begin{cases} 65I_{11} - 25I_{22} - 30I_{33} = 80 \\ 75I_{22} - 25I_{11} - 35I_{33} = -50 \\ 85I_{33} - 30I_{11} - 35I_{22} = 60 \end{cases}$$

Решить систему трех уравнений с тремя неизвестными с помощью онлайн калькулятора

$$\begin{cases} I_{11} = 2,726 \\ I_{22} = 1,264 \\ I_{33} = 2,189 \end{cases}$$


$$\begin{cases} 65 I_{11} - 25 I_{22} - 30 I_{33} = 80 \\ - 25 I_{22} - 75 I_{22} - 35 I_{33} = - 50 \\ - 30 I_{33} - 35 I_{11} - 85 I_{22} = 60 \end{cases}$$



**Сайт решения систем  
уравнений с тремя  
неизвестными**

**[http://ru.onlinemschool.com/math/  
assistance/equation/matr/](http://ru.onlinemschool.com/math/assistance/equation/matr/)**

## 5. Находим **ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ТОКИ** .

5.1. Токи, протекающие через независимые сопротивления

*(Действительный ток равен контурному т.к. он принадлежит только данному контуру)*

$$I_1 = I_{11} = 2,726 \text{ A}$$

$$-I_2 = -I_{22} = -1,264 \text{ A}$$

$$I_3 = I_{33} = 2,189 \text{ A}$$

5.2. Токи, протекающие через общие сопротивления (Алгебраическая сумма контурных токов с учетом направления обхода).

$$I_4 = I_{11} - I_{22} = 2,726 - 1,264 = 1,462 \text{ A}$$

$$I_5 = I_{11} - I_{33} = 2,726 - 2,189 = 0,537 \text{ A}$$

$$I_6 = I_{33} - I_{22} = 2,189 - 1,264 = 0,925 \text{ A}$$

## 6. Определяем токи в ветвях.

$$\dot{i}_1 = I_{11} = 2,7 \text{ A}$$

$$\dot{i}_2 = -I_{22} = -1,3 \text{ A}$$

$$\dot{i}_3 = I_{33} = 2,2 \text{ A}$$

$$\dot{i}_4 = I_{11} - I_{22} = 2,7 - 1,3 = 1,4 \text{ A}$$

$$\dot{i}_5 = I_{11} - I_{33} = 2,7 - 2,2 = 0,5 \text{ A}$$

$$\dot{i}_6 = I_{22} - I_{33} = 1,3 - 2,2 = -0,9 \text{ A}$$

## 6. Баланс мощностей.

### 6.1. Мощность источников тока

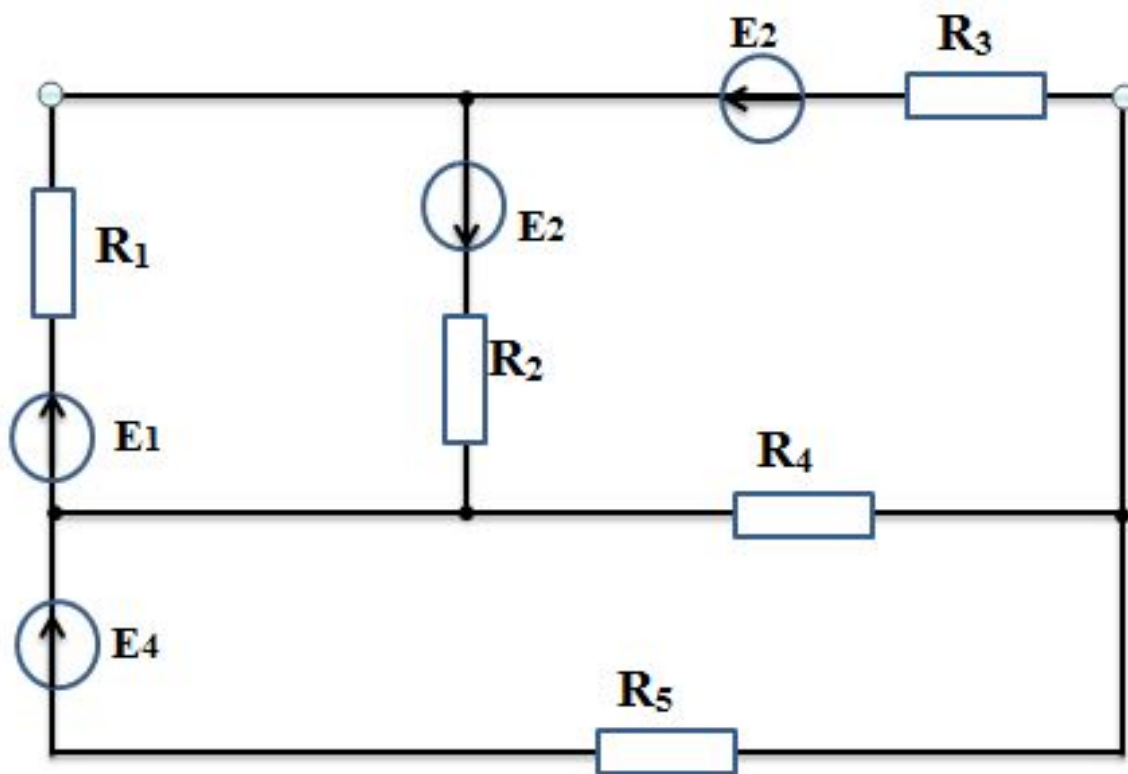
$$P_{\text{потр}} =$$

$$i_1^2 \cdot R_1 + i_2^2 \cdot R_2 + i_3^2 \cdot R_3 + i_4^2 \cdot R_4 + i_5^2 \cdot R_5 + i_6^2 \cdot R_6 = 287,2 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{ист}} = E_1 \cdot I_1 + E_2 \cdot I_2 + E_3 \cdot I_3 = 286,2 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{ист}} = P_{\text{ист}} \approx$$

**СХЕМА ДЛЯ ИТОГОВОЙ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**



**Дано:**

**$R_1 = 105 \text{ Ом}$**

**$R_2 = 155 \text{ Ом}$**

**$R_3 = 65 \text{ Ом}$**

**$R_4 = 45 \text{ Ом}$**

**$R_5 = 125 \text{ Ом}$**

**$E_1 = 120 \text{ В}$**

**$E_2 = 55 \text{ В}$**

**$E_3 = 20 \text{ В}$**

**$E_4 = 65 \text{ В}$**

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких единицах измеряется сила тока, напряжение, сопротивление, работа и
2. Какой ток называется постоянным?
3. мощность?
4. Почему розетки и вилки могут нагреваться во время работы?
5. Приведите пример последовательного соединения приемников ЭЭ.
6. Что называется электрической цепью?
7. Сформулируйте и запишите Закон Ома (два варианта).
8. Сформулируйте и запишите Законы Кирхгофа.
9. Укажите назначение и основные характеристики амперметра и вольтметра.
10. Какими способами можно расширить предел измерения амперметра и вольтметра?