

## Расчет разветвленной линейной электрической цепи постоянного тока с несколькими источниками электрической энергии

Для электрической цепи, вариант которой соответствует последней цифре учебного шифра студента и изображенной на рис. 2, выполнить следующее:

1. Составить уравнения для определения токов путем непосредственного применения законов Кирхгофа (указав для каких узлов и контуров эти уравнения записаны). Решать эту систему уравнений не следует.
2. Определить токи в ветвях методом контурных токов.
3. Определить режимы работы активных элементов и составить баланс мощностей.

Значения ЭДС источников и сопротивлений приемников для вар. 89:

$E_1 = 130 \text{ В}$ ,  $E_2 = 110 \text{ В}$ ,  $R_1 = 15 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 11 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 19 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 14 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 21 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 16 \text{ Ом}$ .

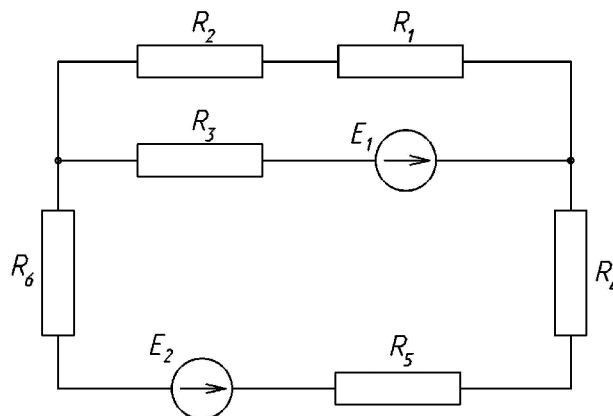
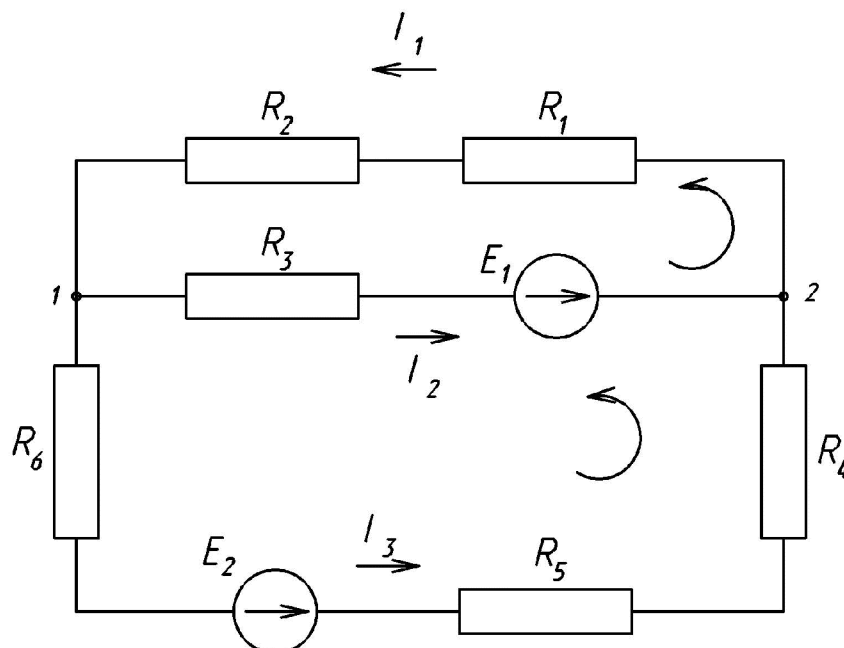


Рис. 2. Схема для варианта 9

Решение.

1. Произвольно расставим направления токов в ветвях цепи, примем направления обхода контуров (против часовой стрелки), обозначим узлы.



2. Для получения системы уравнений по законам Кирхгофа для расчета токов в ветвях цепи составим по 1-му закону Кирхгофа 1 уравнение (на 1 меньше числа узлов в цепи) для узла 1:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

По второму закону Кирхгофа составим  $m - (p - 1)$  уравнений (где  $m$  – кол-во ветвей,  $p$  – кол-во узлов), т.е.  $3 - (2 - 1) = 2$ :

$$E_1 = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_3$$

$$E_2 - E_1 = I_3 R_6 + I_3 R_5 + I_3 R_4 - I_2 R_3$$

Токи и напряжения совпадающие с принятым направлением обхода с «+», несовпадающие с «-».

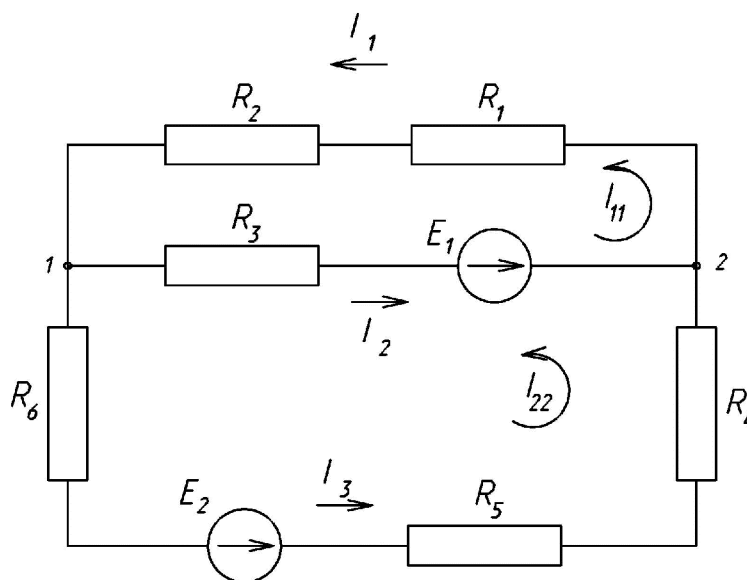
Т.е. полная система уравнений для нашей цепи, составленная по законам Кирхгофа:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$E_1 = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_3$$

$$E_2 - E_1 = I_3 R_6 + I_3 R_5 + I_3 R_4 - I_2 R_3$$

3. Определим токи в ветвях методом контурных токов. Зададимся направлениями течения контурных токов в каждом контуре схемы и обозначим их  $I_{11}$ ,  $I_{12}$ ,  $I_{22}$



4. Определим собственные сопротивления двух контуров нашей цепи, а так же взаимное сопротивление контуров:

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_3 = 15 + 11 + 19 = 45 \text{ (Ом)}$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_3 = -19 \text{ (Ом)}$$

$$R_{22} = R_6 + R_5 + R_4 + R_3 = 16 + 21 + 14 + 19 = 70 \text{ (Ом)}$$

5. Составим систему уравнений для двух контуров нашей цепи:

$$R_{11} \cdot I_{11} + R_{12} I_{22} = E_1$$

$$R_{21} I_{11} + R_{22} I_{22} = E_2 - E_1$$

Подставим числовые значения и решим.

$$45I_{11} - 19I_{22} = 130$$

$$-19I_{11} + 70I_{22} = 110 - 130$$

$$I_{22} = 0,56 \text{ (A)}$$

$$I_{11} = 3,125 \text{ (A)}$$

Определим фактические токи в ветвях цепи:

$$I_1 = I_{11} = 3,125 \text{ (A)}$$

$$I_2 = I_{11} - I_{22} = 3,125 - 0,56 = 2,565 \text{ (A)}$$

$$I_3 = I_{22} = 0,56 \text{ (A)}$$

6. Проверим баланс мощностей:

$$E_1 I_2 + E_2 I_3 = I_1^2 R_1 + I_1^2 R_2 + I_2^2 R_3 + I_3^2 R_4 + I_3^2 R_5 + I_3^2 R_6$$

$$E_1 I_2 + E_2 I_3 = 2,565 \cdot 130 + 0,56 \cdot 110 = 395,05 \text{ (ВА)}$$

$$I_1^2 R_1 + I_1^2 R_2 + I_2^2 R_3 + I_3^2 R_4 + I_3^2 R_5 + I_3^2 R_6 =$$

$$= 3,125^2 \cdot 15 + 3,125^2 \cdot 11 + 2,565^2 \cdot 19 + 0,56^2 \cdot 14 + 0,56^2 \cdot 21 + 0,56^2 \cdot 16 = 394,89 \text{ (ВА)}$$

Небольшая разница в полученных результатах является результатом погрешности при округлении числовых значений токов и сопротивлений.