

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. 86:

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

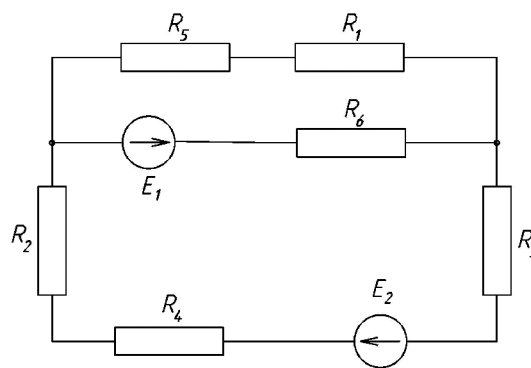
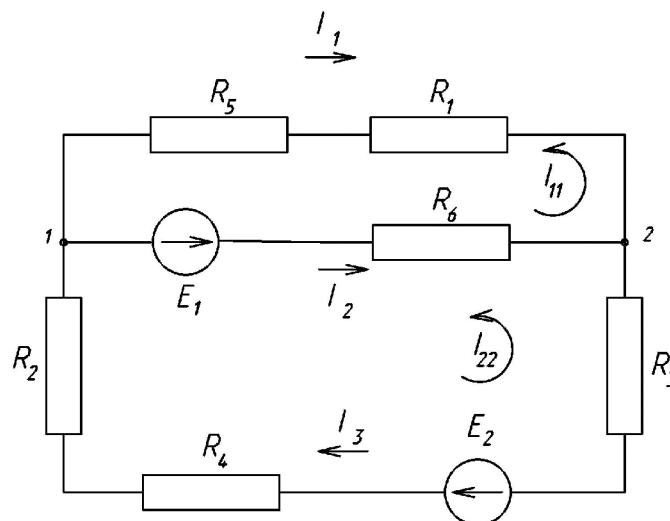


Рис. 2. Схема для варианта 6

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:

$$I_3 - I_1 - I_2 = 0$$

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

$$E_1 = I_2 R_6 - I_1 R_1 - I_1 R_5$$

$$-E_2 - E_1 = -I_2 R_6 - I_3 R_2 - I_3 R_4 - I_3 R_3$$

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

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

$$I_3 - I_1 - I_2 = 0$$

$$E_1 = I_2 R_6 - I_1 R_1 - I_1 R_5$$

$$-E_2 - E_1 = -I_2 R_6 - I_3 R_2 - I_3 R_4 - I_3 R_3$$

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} (см. рис. выше)

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

$$R_{11} = R_1 + R_5 + R_6 = 15 + 21 + 16 = 52 \text{ (Ом)}$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_6 = -16 \text{ (Ом)}$$

$$R_{22} = R_2 + R_3 + R_4 + R_6 = 11 + 19 + 14 + 16 = 60 \text{ (Ом)}$$

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.

$$52I_{11} - 16I_{22} = 130$$

$$-16I_{11} + 60I_{22} = -110 - 130$$

$$I_{22} = -3,63 \text{ (А)}$$

$$I_{11} = 1,38 \text{ (А)}$$

Определим фактические токи в ветвях цепи:

$$I_1 = -I_{11} = -1,38 \text{ (А)}$$

$$I_2 = I_{11} - I_{22} = 1,38 + 3,63 = 5,01(\text{A})$$

$$I_3 = -I_{22} = 3,63(\text{A})$$

6. Проверим баланс мощностей:

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

$$E_1 I_2 + E_2 I_3 = 5,01 \cdot 130 + 3,63 \cdot 110 = 1050,6(\text{BA})$$

$$I_1^2 R_1 + I_3^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_3^2 R_4 + I_1^2 R_5 + I_2^2 R_6 = 1,38^2 \cdot 15 + 3,63^2 \cdot 11 + 3,63^2 \cdot 19 + 3,63^2 \cdot 14 + 1,38^2 \cdot 21 + 5,01^2 \cdot 16 = 1049,94$$

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