

## 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. 87:

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

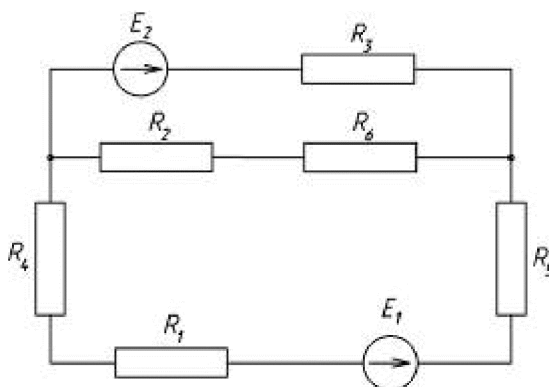
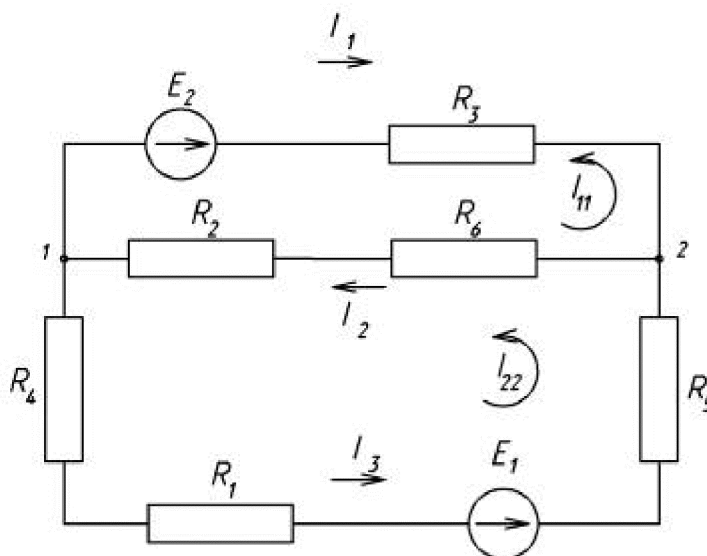


Рис. 2. Схема для варианта 7

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:

$$I_2 - I_1 - I_3 = 0$$

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

$$-E_2 = -I_1 R_3 - I_2 R_2 - I_2 R_6$$

$$E_1 = I_3 R_5 + I_2 R_6 + I_2 R_2 + I_3 R_4 + I_3 R_1$$

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

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

$$I_2 - I_1 - I_3 = 0$$

$$-E_2 = -I_1 R_3 - I_2 R_2 - I_2 R_6$$

$$E_1 = I_3 R_5 + I_2 R_6 + I_2 R_2 + I_3 R_4 + I_3 R_1$$

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:

$$R_{11} = R_2 + R_3 + R_6 = 11 + 19 + 16 = 46 \text{ (Ом)}$$

$$R_{12} = R_{21} = -R_2 - R_6 = -11 - 16 = -27 \text{ (Ом)}$$

$$R_{22} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 + R_6 = 15 + 11 + 14 + 21 + 16 = 77 \text{ (Ом)}$$

5. Составим систему уравнений для двух контуров нашей цепи:

$$R_{11} \cdot I_{11} + R_{12} I_{22} = -E_2$$

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

Подставим числовые значения и решим.

$$46 I_{11} - 27 I_{22} = -110$$

$$-27 I_{11} + 77 I_{22} = 130$$

$$I_{22} = 1,07 \text{ (А)}$$

$$I_{11} = -1,76 \text{ (А)}$$

Определим фактические токи в ветвях цепи:

$$I_1 = -I_{11} = 1,76 \text{ (А)}$$

$$I_2 = I_{22} - I_{11} = 1,07 + 1,76 = 2,83 \text{ (A)}$$

$$I_3 = I_{22} = 1,07 \text{ (A)}$$

6. Проверим баланс мощностей:

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

$$E_1 I_3 + E_2 I_1 = 1,07 \cdot 130 + 1,76 \cdot 110 = 332,7 \text{ (ВА)}$$

$$I_3^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_1^2 R_3 + I_3^2 R_4 + I_3^2 R_5 + I_2^2 R_6 = 1,07^2 \cdot 15 + 2,83^2 \cdot 11 + 1,76^2 \cdot 19 + 1,07^2 \cdot 14 + 1,07^2 \cdot 21 + 2,83^2 \cdot 16 = 332,34$$

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