

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Цель работы: научиться программировать расчеты электрических цепей. Закрепить навыки программирования линейных алгоритмов.

Краткие теоретические сведения

Решение любой задачи по расчету электрической цепи следует начинать с выбора метода, которым будут произведены вычисления. Как правило, одна и та же задача может быть решена несколькими методами. Результат в любом случае будет одинаковым, а сложность вычислений может существенно отличаться. Для корректного выбора метода расчета следует сначала определиться, к какому классу относится данная электрическая цепь: к простым электрическим цепям или к сложным.

К *простым* относят электрические цепи, которые содержат либо один источник электрической энергии, либо несколько находящихся в одной ветви электрической цепи.

Расчет простых электрических цепей обычно производят в такой последовательности:

1. Сначала упрощают схему, последовательно преобразовывая все пассивные элементы схемы в один эквивалентный резистор. Для этого необходимо выделять участки схемы, на которых резисторы соединены последовательно или параллельно, и по известным формулам заменять их эквивалентными резисторами (сопротивлениями). Цепь постепенно упрощают и приводят к наличию в цепи одного эквивалентного резистора.

2. Далее подобную процедуру проводят с активными элементами электрической цепи (если их количество более одного источника). По аналогии с предыдущим пунктом упрощаем схему

до тех пор, пока не получим в схеме один эквивалентный источник напряжения.

3. Теперь можем применить закон Ома – соотношение $I = E_{\Sigma} / (R_{\Sigma} + r_{\Sigma})$ (R_{Σ} – значение сопротивления эквивалентного резистора, которое получено после выполнения пункта 1; r_{Σ} и E_{Σ} – параметры эквивалентного источника электрической энергии после выполнения пункта 2) и фактически определить значение тока протекающего через источник электрической энергии.

4. Теперь поэтапно эквивалентную схему преобразовывают к начальному виду. После каждого пункта «усложнения» схемы, используя законы Ома и Кирхгофа, определяют токи и напряжения на отдельных участках схемы. Фактически выполняются действия, обратные описанным в пункте 1 и 2. По окончании этого пункта получаем полный расчет электрической цепи.

Описанная методика применима для расчета любых простых электрических цепей.

Задания для выполнения

Написать программы решения следующих задач:

1. Дано:

$$U = 60 \text{ В}$$

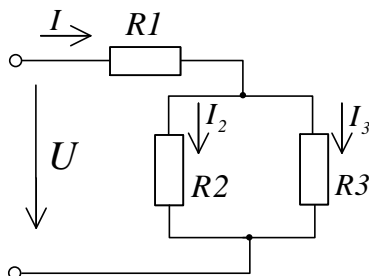
$$R_1 = 7 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 12 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 4 \text{ Ом}$$

Найти: I_1 ; I_2 ; I_3 = ?

Резисторы R_2 и R_3 параллельны между собой, и их общее сопротивление R_{2-3} последовательно с R_1 .



$$I = \frac{U}{R_{\Sigma}}$$

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_{2-3}$$

$$R_{2-3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = 3 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_{2-3} = 7 + 3 = 10 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{эк}}} = \frac{60}{10} = 6 \text{ A}$$

$$I_1 = I_{\text{вх}} = 6 \text{ A}$$

$U_{2-3} = I \cdot R_{2-3}$ - находим напряжение разветвленного участка:

$$U_{2-3} = I \cdot R_{2-3} = 6 \cdot 3 = 18 \text{ В}$$

$U_{2-3} = U_2 = U_3 = 18 \text{ В}$ - т.к. параллельное соединение

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{18}{12} = 1.5 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{18}{4} = 4.5 \text{ A}$$

2. Дано:

$$U = 240 \text{ В}$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 120 \text{ Ом}$$

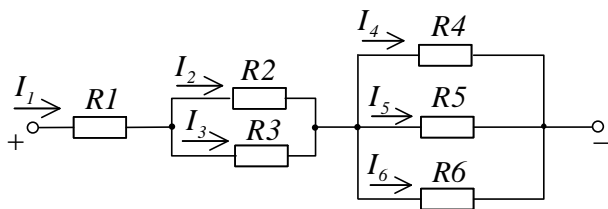
$$R_3 = 40 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 60 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 30 \text{ Ом}$$

$$R_6 = 20 \text{ Ом}$$

Найти: I_{1-6} -?



$$\frac{1}{R_{4-6}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}$$

$$\frac{1}{R_{4-6}} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{1+2+3}{60} = \frac{6}{60} = \frac{1}{10}; R_{4-6} = 10 \text{ Ом};$$

$$\frac{1}{R_{2-3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3};$$

$$\frac{1}{R_{2-3}} = \frac{1}{120} + \frac{1}{40} = \frac{1+3}{120} = \frac{4}{120} = \frac{1}{30}; R_{2-3} = 30 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{BX}} = R_1 + R_{2-3} + R_{4-6} = 20 + 30 + 10 = 60 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{240}{60} = 4 \text{ A}; I = I_l = 4 \text{ A};$$

$$U_{2-3} = I \cdot R_{2-3} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ В};$$

$$U_{2-3} = U_2 = U_3;$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{120}{120} = 1 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{120}{40} = 3 \text{ A};$$

$$U_{4-6} = I \cdot R_{4-6} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ В};$$

$$U_{4-6} = U_4 = U_5 = U_6;$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3} \text{ A};$$

$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{40}{30} = \frac{4}{3} \text{ A};$$

$$I_6 = \frac{U_6}{R_6} = \frac{40}{20} = 2 \text{ A};$$

3. Дано:

$$E = 20 \text{ В}$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 90 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 12 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 2 \text{ Ом}$$

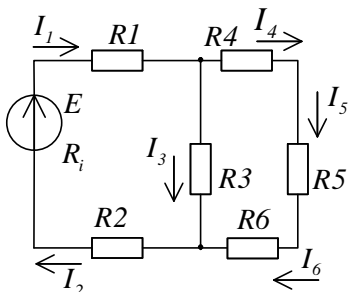
$$R_6 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_{4-6} = R_4 + R_5 + R_6;$$

$$\frac{1}{R_{3-6}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{4-6}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1+3}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3};$$

$$R_{3-6} = 3 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{BX}} = R_1 + R_{3-6} + R_2 = 9 + 3 + 6 = 18 \text{ Ом};$$



$$I = \frac{E}{R_{\text{BX}} + R_i} = \frac{20}{18 + 2} = 1 \text{ A};$$

$$I = I_1 = I_2 = 1 \text{ A};$$

$$U_{3-6} = I \cdot R_{3-6} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ В};$$

$$U_{3-6} = U_3 = U_{4-6};$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ A};$$

$$I_4 = I_5 = I_6 = \frac{U_{4-6}}{R_{4-6}} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ A};$$

Составим подробное уравнение баланса мощностей для данной схемы. Оно является проверкой правильности решения задачи.

$$P_{\text{и}} = P_{\text{н}} + P_0;$$

$$EI = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 + I^2 R_i;$$

$$20 \cdot 1 = 1^2 \cdot 9 + 1^2 \cdot 6 + (0,25)^2 \cdot 12 + (0,75)^2 \cdot 1 + (0,75)^2 \cdot 2 + (0,75)^2 \cdot 1 + 1^2 \cdot 2;$$

20 Вт = 20 Вт - задача решена верно.

4. Дано:

$$U = 200$$

$$R_1 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 70 \text{ Ом}$$

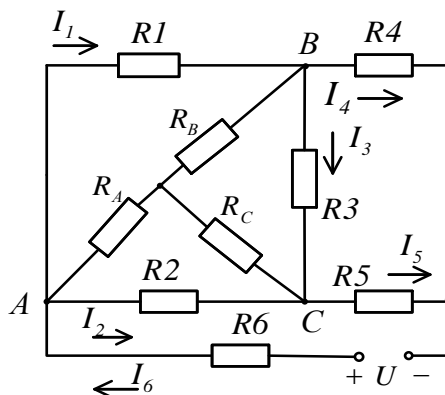
$$R_3 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 130 \text{ Ом}$$

$$R_5 = 30 \text{ Ом}$$

$$R_6 = 10 \text{ Ом}$$

Найти: I_{1-6} , - ?

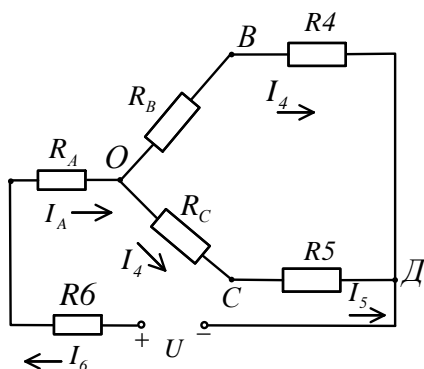


$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{70 \cdot 10}{70 + 10 + 20} = 7 \text{ Ом}$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{10 \cdot 20}{100} = 2 \text{ Ом}$$

$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{70 \cdot 20}{100} = 14 \text{ Ом}$$

$$R_{4B} = R_B + R_4 = 2 + 130 = 132 \text{ Ом}$$



$$R_{C5} = R_C + R_5 = 14 + 30 = 44 \text{ Ом}$$

$$R_{OD} = \frac{R_{CB} \cdot R_{C5}}{R_{CB} + R_{C5}} = \frac{132 \cdot 44}{132 + 44} = 33 \text{ Ом}$$

$$R_{BX} = 33 + 10 + 7 = 50 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{ex}}} = \frac{200}{50} = 4 \text{ A}$$

$$I = I_6 = 4 \text{ A}$$

$$U_{OD} = I \cdot R_{OD} = 4 \cdot 33 = 132 \text{ В}$$

$$I_4 = \frac{U_{OD}}{R_{B4}} = \frac{132}{132} = 1 \text{ A}$$

$$I_5 = \frac{U_{OD}}{R_{C5}} = \frac{132}{44} = 3 \text{ A}$$

$$0 = -I_3 \cdot R_3 + I_4 \cdot R_4 - I_5 \cdot R_5$$

$$I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_4 - I_5 \cdot R_5$$

$$I_3 \cdot 20 = -1 \cdot 130 - 3 \cdot 30$$

$$I_3 \cdot 20 = 40$$

$$I_3 = 2 \text{ A}$$

$$(B) \quad I_1 - I_3 - I_4 = 0$$

$$I_1 = I_4 + I_5 = 1 + 2 = 3 \text{ A}$$

$$(C) \quad I_2 + I_3 - I_5 = 0$$

$$I_2 = I_5 - I_3 = 3 - 2 = 1 \text{ A}$$