

Примеры решения задач

Пример 1.

Найдем в общем виде с помощью метода эквивалентного генератора ток в ветви с сопротивлением R_2 (см. рисунок 1).

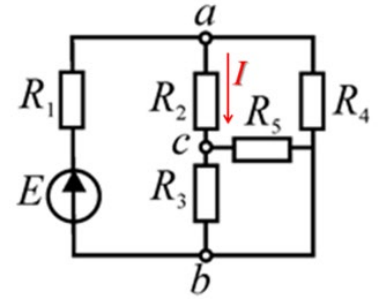


Рисунок 1

Решение

1) Изобразим исходную цепь, выделив в ней R_2 так, как это показано на рисунке 2.

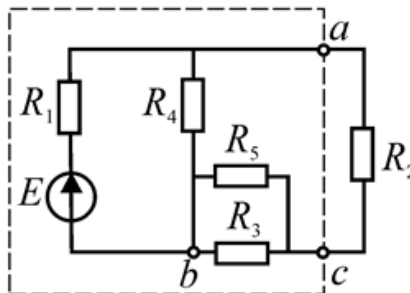


Рисунок 2

2) Найдем напряжение между узлами **a** и **c** активного двухполюсника в режиме холостого хода при отключенной ветви с R_2 как это показано на рисунке 3.

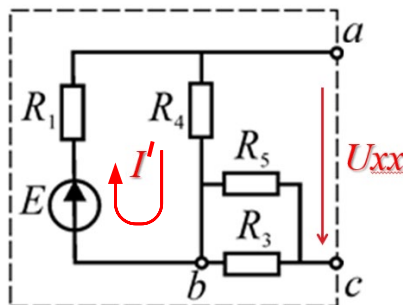


Рисунок 3

При отсутствии сопротивления R_2 в цепи будет протекать ток I' замыкаясь по контуру $E-R_1-R_4$.

В ветвях с сопротивлениями R_5 и R_3 ток отсутствует и поэтому падение напряжения на них равно нулю.

Напряжение U_{xx} будет равно падению напряжения на R_4 и соответствует ЭДС эквивалентного генератора $E_{экв}$:

$$U_{xx} = U_{R_4} = I' R_4 = \frac{E R_4}{R_1 + R_4}.$$

3) Схему для определения входного сопротивления активного двухполюсника R_{ac} (рисунок 4) получим, заменив источник ЭДС E его внутренним сопротивлением равным нулю.

Эквивалентное сопротивление R_{ac} представляет собой последовательное соединение двух пар параллельных соединений – R_1, R_4 и R_5, R_3 и равно внутреннему

сопротивлению эквивалентного генератора $R_{ВН}$:

$$R_{ac} = R_{ВН} = \frac{R_1 R_4}{R_1 + R_4} + \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5}$$

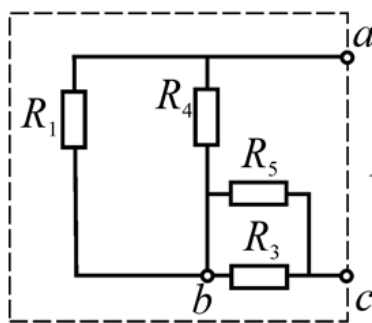


Рисунок 4

4) Заменяв в исходной схеме (рисунок 1) активный двухполюсник (рисунок 2) на эквивалентный генератор, получим одноконтурную цепь (рисунок 5) и определим искомый ток I как

$$I = \frac{E_{\text{ЭКВ}}}{R_{\text{ВН}} + R_3}$$

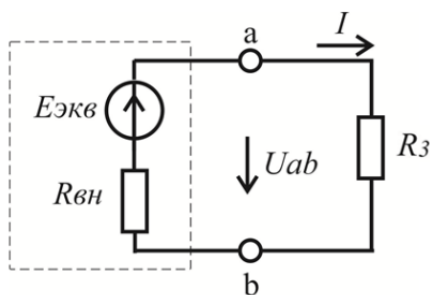


Рисунок 5

Пример 2.

Найдем в общем виде с помощью метода наложения генератора ток в ветви с сопротивлением R_3 (см. рисунок 6).

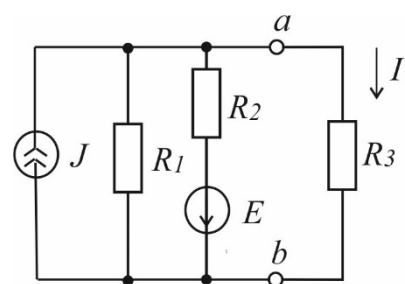


Рисунок 6

Решение

1) На рисунке 7 представлена схема ЭЦ для расчета частичного тока I' от действия источника тока J . Сначала найдем для нее напряжение U_{ab} :

$$U_{ab} = J \cdot \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

А затем по закону Ома определим первый частичный ток I' как

$$I' = \frac{U_{ab}}{R_3}$$

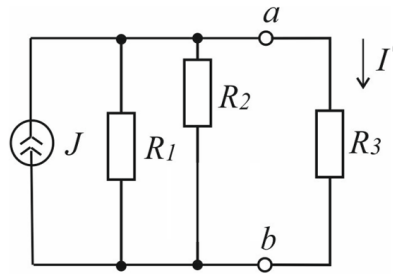


Рисунок 7

2) На рисунке 8 представлена схема ЭЦ для расчета частичного тока I'' от действия источника ЭДС E .

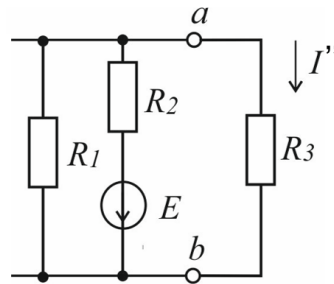


Рисунок 8

Найдем второй частичный ток в I'' методом преобразования как

$$I'' = \frac{-E}{R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}} \cdot \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \cdot \frac{1}{R_3}$$

3) Искомый ток I можно найти как сумму частичных токов, так как они одинаково направлены на схемах рисунок 7 и 8:

$$I = I' + I''$$

Пример 3.

Записать уравнения для расчета цепи (рисунок 9) по методу узловых потенциалов.

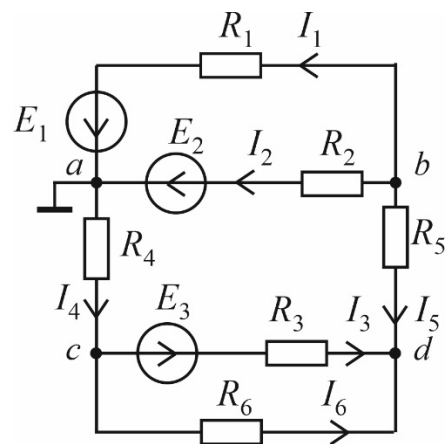


Рисунок 9

Решение

1) На основании топологического анализа выберем направление и обозначение токов и узлов в соответствии с рисунком 9.

2) В качестве опорного узла выберем узел **a**, так как к нему подключены источники ЭДС. Зададим потенциал узла **a**, равным нулю: $\varphi_a = 0$.

3) Запишем для трех оставшихся узлов уравнения по методу узловых потенциалов:

$$\begin{cases} \varphi_b(G_1 + G_2 + G_5) - \varphi_d G_5 = -E_1 G_1 - E_2 G_2 \\ \varphi_c(G_4 + G_3 + G_6) - \varphi_d(G_3 + G_6) = -E_3 G_3 \\ \varphi_d(G_5 + G_3 + G_6) - \varphi_c(G_3 + G_6) - \varphi_b G_5 = E_3 G_3 \end{cases}.$$

4) После решения данной системы уравнений будут найдены потенциалы всех узлов ЭЦ, через которые можно выразить токи в всех ветвях.

Запишем для верхнего контура (см. рисунок 10) уравнение по второму закону Кирхгофа, обходя его против часовой стрелки:

$$I_1 R_1 + U_{ab} = I_1 R_1 + \varphi_a - \varphi_b = E_1.$$

Откуда найдем выражения для тока в первой ветви как

$$I_1 = \frac{E_1 - \varphi_a + \varphi_b}{R_1}$$

5) Аналогично найдем выражения для тока во второй ветви:

$$I_2 R_2 + U_{ab} = I_2 R_2 + \varphi_a - \varphi_b = E_2;$$

$$I_2 = \frac{E_2 - \varphi_a + \varphi_b}{R_2}.$$

6) Токи в четвертой и пятой ветвях найдем на основании первого закона Кирхгофа:

$$I_4 = I_1 + I_2 = -I_5.$$

7) Ток в шестой ветви найдем как

$$I_2 = \frac{\varphi_c - \varphi_d}{R_6}.$$

8) Ток в третьей ветви найдем на основании первого закона Кирхгофа:

$$I_3 = -I_6 - I_5.$$

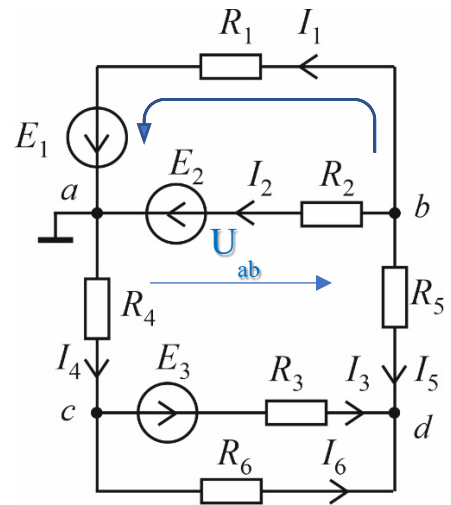


Рисунок 10