

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования –
«Оренбургский государственный университет»
Кафедра теоретической и общей электротехники

Н.И.ДОБРОЖАНОВА, В.Н.ТРУБНИКОВА

Расчет электрических цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований

ПРАКТИКУМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКИМ ОСНОВАМ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования – «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 31.211я7
Д 56
УДК621.3.011.7(076.5)

Рецензент
кандидат технических наук, доцент Н.Ю.Ушакова

Д 56 **Доброжанова Н.И., Трубникова В.Н.**
Расчет электрических цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований: Практикум по теоретическим основам электротехники. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 26 с.

Практикум предназначен для самостоятельной подготовки студентов по разделу «Цепи постоянного тока». Содержит примеры расчета цепей методом эквивалентных преобразований, а также задачи для самостоятельного решения.

ББК 31.211я7

© Доброжанова Н.И.,
Трубникова В.Н., 2003
© ГОУ ОГУ, 2003

Введение

Основными законами, определяющими электрическое состояние любой электрической цепи, являются законы Кирхгофа.

На основе этих законов разработан ряд практических методов расчета цепей постоянного тока, позволяющих сократить вычисления при расчете сложных схем. Существенно упростить вычисления, а в некоторых случаях и снизить трудоемкость расчета, возможно с помощью эквивалентных преобразований схемы.

Преобразуют параллельные и последовательные соединения элементов, соединение «звезда» в эквивалентный «треугольник» и наоборот. Осуществляют замену источника тока эквивалентным источником ЭДС. Методом эквивалентных преобразований теоретически можно рассчитать любую цепь, и при этом использовать простые вычислительные средства. Или же определить ток в какой-либо одной ветви, без расчета токов других участков цепи.

В данном практикуме по теоретическим основам электротехники рассмотрены примеры расчета линейных электрических цепей постоянного тока с использованием эквивалентных преобразований типовых схем соединения источников и потребителей энергии, приведены расчетные формулы, а также задачи для самостоятельного решения.

Практикум предназначен для глубокой самостоятельной проработки и самоконтроля усвоения курса ТОЭ.

1 Расчет линейных электрических цепей постоянного тока методом эквивалентных преобразований

1.1 Примеры решения

Задача 1.1.1 Для цепи (рисунок 1), определить эквивалентное сопротивление относительно входных зажимов $a - g$, если известно:

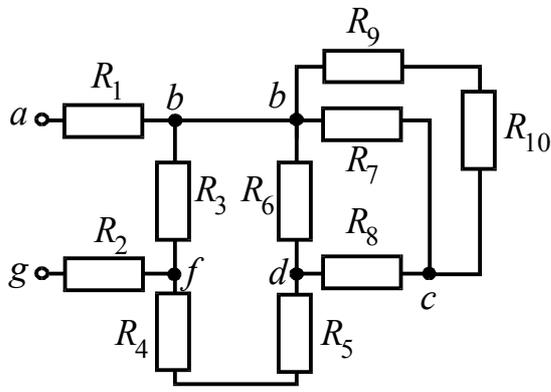


Рисунок 1

сопротивление относительно входных зажимов $a - g$, если известно: $R_1 = R_2 = 0,5$ Ом, $R_3 = 8$ Ом, $R_4 = R_5 = 1$ Ом, $R_6 = 12$ Ом, $R_7 = 15$ Ом, $R_8 = 2$ Ом, $R_9 = 10$ Ом, $R_{10} = 20$ Ом.

Решение:

Начнем преобразование схемы с ветви наиболее удаленной от источника, т.е. зажимов $a - g$:

$$R_{11} = R_9 + R_{10} = 10 + 20 = 30 \text{ Ом};$$

$$R_{12} = \frac{R_{11} \cdot R_7}{R_{11} + R_7} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \text{ Ом};$$

$$R_{13} = R_8 + R_{12} = 2 + 10 = 12 \text{ Ом};$$

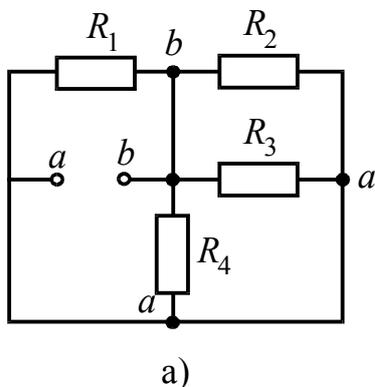
$$R_{14} = \frac{R_6 \cdot R_{13}}{R_6 + R_{13}} = \frac{12 \cdot 12}{12 + 12} = 6 \text{ Ом};$$

$$R_{15} = R_{14} + R_5 + R_4 = 6 + 1 + 1 = 8 \text{ Ом};$$

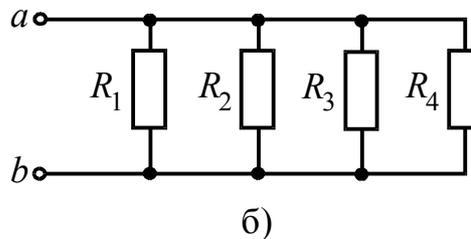
$$R_{16} = \frac{R_3 \cdot R_{15}}{R_3 + R_{15}} = \frac{8 \cdot 8}{8 + 8} = 4 \text{ Ом};$$

$$R_9 = R_1 + R_{16} + R_2 = 0,5 + 4 + 0,5 = 5 \text{ Ом}.$$

Задача 1.1.2 Для цепи (рисунок 2а), определить входное сопротивление если известно: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 40$ Ом



а)



б)

Рисунок 2

Решение:

Исходную схему можно перерисовать относительно входных зажимов (рисунок 2б), из чего видно, что все сопротивления включены параллельно. Так как величины сопротивлений равны, то для определения величины эквивалентного сопротивления можно воспользоваться формулой:

$$R_{\text{э}} = \frac{R}{n},$$

где R – величина сопротивления, Ом;

n – количество параллельно соединенных сопротивлений.

$$R_{\text{э}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ Ом.}$$

Задача 1.1.3 Найти эквивалентное сопротивление цепи (рисунок 3а), которая образована делением нихромовой проволоки сопротивлением 0,3 Ом на пять равных частей и припайкой в полученных точках медных перемычек 1-3, 2-4, 4-6. Сопротивлениями перемычек и переходных контактов пренебречь.

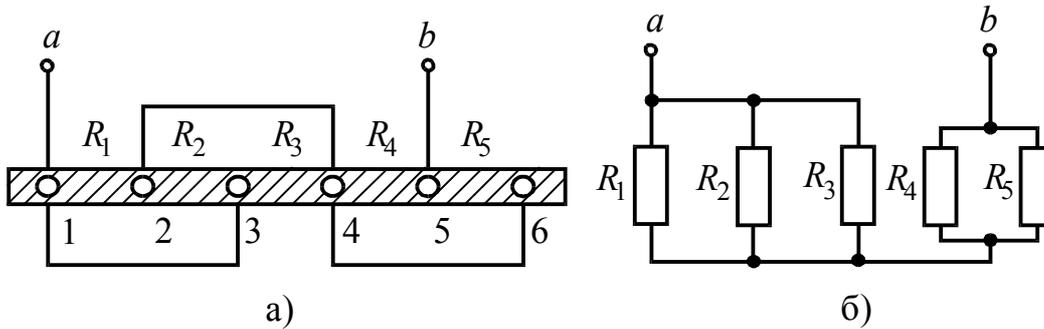


Рисунок 3

Решение:

При сопротивлении проволоки 0,3 Ом и при условии равенства всех пяти частей, сопротивление каждого отдельного участка проволоки равно:

$$R = \frac{0,3}{5} = 0,06 \text{ Ом.}$$

Обозначим каждый участок проволоки и изобразим исходную цепь эквивалентной схемой замещения (рисунок 3б).

Из рисунка видно, что схема представляет собой последовательное соединение двух параллельно соединенных групп сопротивлений. Тогда величина эквивалентного сопротивления определится:

$$R_{\text{э}} = \frac{R}{3} + \frac{R}{2} = \frac{0,06}{3} + \frac{0,06}{2} = \frac{0,3}{6} = 0,05 \text{ Ом.}$$

Задача 1.1.4 Определить эквивалентное сопротивление относительно зажимов $a - b$, если $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 10 \text{ Ом}$ (рисунок 4а).