

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

Тема: Расчет сложных электрических цепей методом узловых потенциалов

Цель: научиться производить расчет сложных электрических цепей методом узловых потенциалов; рассчитать токи в ветвях заданной сложной цепи указанным методом.

Студент должен

знать:

- законы Ома и Кирхгофа;
- смешанное соединение резисторов.
- порядок расчета сложной цепи методом узловых потенциалов;

уметь:

- составлять уравнения по законам Кирхгофа.
- рассчитывать эквивалентное сопротивление цепи
- производить расчет сложных электрических цепей методом узловых потенциалов

Теоретическое обоснование

Метод узловых потенциалов – один из методов анализа электрической цепи, который целесообразно использовать, когда количество узлов в цепи меньше или равно числу независимых контуров. Данный метод основан на составлении уравнений по первому закону Кирхгофа. При этом, потенциал одного из узлов цепи принимается равным нулю, что позволяет сократить число уравнений до $n-1$.

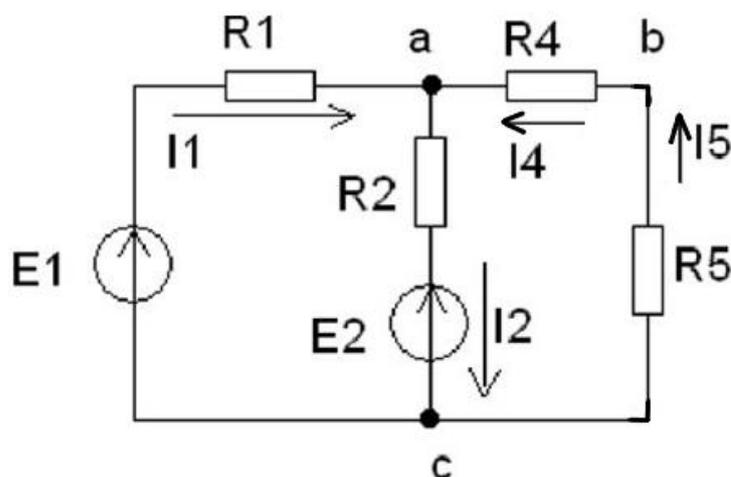


Рисунок 12.1 – Сложная электрическая цепь

Расчет сложных разветвленных электрических цепей с несколькими источниками можно осуществить методом узлового напряжения, если в этой цепи имеются только два узла. Напряжение между этими узлами и называется *узловым*. U_{AC} - узловое напряжение схемы (рисунок 12.1).

Величина узлового напряжения определяется отношением алгебраической суммы произведений ЭДС и проводимости ветвей с источниками к сумме проводимостей всех ветвей:

$$U_{AC} = \frac{\sum E \cdot g}{\sum g}$$

Для определения знаков алгебраической суммы направление токов во всех ветвях выбирают одинаковым, т.е. от одного узла к другому. Тогда ЭДС источника, работающего в режиме генератора берут со знаком «+», а источника, работающего в режиме потребителя, - со знаком «-».

Для цепи, изображенной на рисунке узловое напряжение определяется выражением:

$$U_{AC} = \frac{E_1 \cdot g_1 - E_2 \cdot g_2}{g_1 + g_2 + g_3}$$

$$g_1 = \frac{1}{R_1 + R_{01}}$$

$$g_2 = \frac{1}{R_2 + R_{02}}$$

где g_1 - проводимость первой ветви;

g_2 - проводимость второй

$$g_3 = \frac{1}{R_4 + R_5}$$

ветви; g_3 - проводимость третьей ветви.

Узловое напряжение (U_{AC}) может получиться как положительным, так и отрицательным.

Определив узловое напряжение (U_{AC}), можно вычислить токи в каждой ветви.

Узловое напряжение первой ветви:

$$U_{AC} = E_1 - I_1(R_1 + R_{01})$$

так как источник E_1 работает в режиме генератора. Отсюда

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{AC}}{R_1 + R_{01}} = (E_1 - U_{AC})g_1$$

Для второй ветви, источник которой работает в режиме потребителя:

$$U_{AC} = -U_{CA} = -[E_2 + I_2(R_2 + R_{02})]$$

Откуда:
$$I_2 = -\frac{E_2 + U_{AC}}{R_2 + R_{02}} = -(E_2 + U_{AC})g_2$$

$$U_{AC} = -U_{CA} = -(\varphi_C - \varphi_A)$$

Для третьей ветви I_3 , так как условно выбранное направление тока I_3 указывает, что потенциал точки С больше чем потенциал точки А. Тогда:

$$I_3 = -\frac{U_{AC}}{R_3} = -U_{AC} \cdot g_3$$

Ход работы

- 1) Изучить теоретическое обоснование.
- 2) Выписать данные для своего варианта и начертить схему цепи.
- 3) Решить задачу с пояснениями всех действий
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

Задание для учащихся

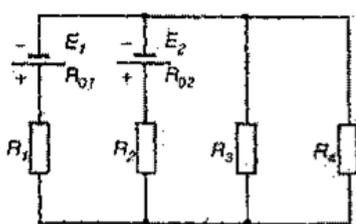
Определить токи в ветвях, режимы работы источников, проверить соблюдение баланса мощностей в электрической цепи постоянного тока. ЭДС источников питания E_1 и E_2 , их внутренние сопротивления R_{01} и R_{02} , сопротивления $R_1 - R_4$ для соответствующих вариантов взять из таблицы 12.1

Таблица 12.1 – Данные для расчета

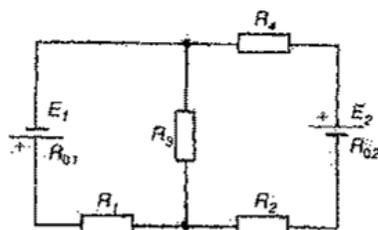
Вариант	№ рис	$E_1, В$	$E_2, В$	$R_{01}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$
1	А	80	90	0,1	0,05	4	6	3	10
2	Б	85	95	0,1	0,05	1	2	5	11
3	В	90	100	0,1	0,05	2	2	7	10
4	Г	95	105	0,1	0,05	2	4	9	10
5	Д	100	110	0,1	0,05	2	4	9	12

6	Е	105	115	0,1	0,05	2	3	8	12
7	А	110	120	0,1	0,05	2	3	6	12
8	Б	115	125	0,1	0,1	2	3	5	13
Вариант	№ рис	$E_1, В$	$E_2, В$	$R_{01}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$
9	В	120	130	0,1	0,1	2	6	4	4
10	Г	125	135	0,1	0,1	2	5	3	15
11	Д	130	140	0,15	0,1	1	5	4	17
12	Е	135	145	0,15	0,1	4	6	7	6
13	А	140	90	0,15	0,1	3	4	5	9
14	Б	145	95	0,15	0,15	2	2	4	12
15	В	150	80	0,2	0,15	1	5	5	18
16	Г	155	85	0,2	0,15	1	4	7	19
17	Д	160	90	0,2	0,15	2	7	1	9
18	Е	165	95	0,2	0,15	1	7	5	8
19	А	170	100	0,2	0,15	1	7	7	14
20	Б	175	105	0,2	0,05	1	6	3	10
21	В	80	110	0,2	0,05	1	6	4	11
22	Г	85	115	0,2	0,05	1	5	9	11
23	Д	90	80	0,2	0,05	3	5	9	17
24	Е	95	85	0,1	0,05	4	3	7	17
25	А	100	90	0,1	0,05	4	2	7	20
26	Б	105	95	0,1	0,2	4	4	5	15
27	В	110	100	0,2	0,1	3	2	2	15
28	Г	115	105	0,2	0,1	3	8	4	14
29	Д	80	110	0,2	0,1	3	8	6	2
30	Е	85	115	0,2	0,1	5	9	4	6

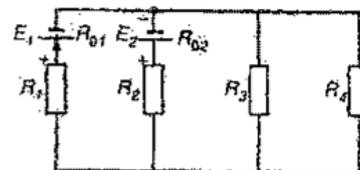
Схемы к заданию



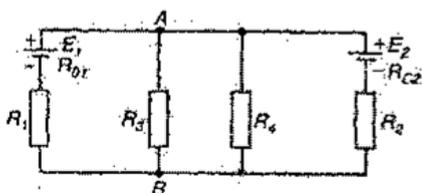
а)



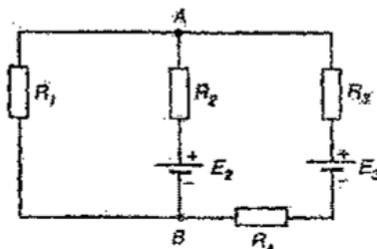
б)



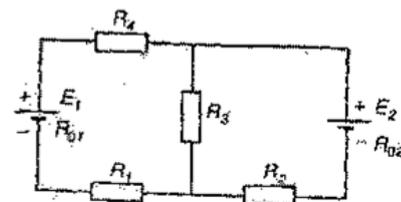
в)



г)



д)



е)

Контрольные вопросы

- 1) Что называется узловым напряжением?
- 2) Что такое проводимость? По какой формуле она рассчитывается?
- 3) На что показывает знак расчетного узлового напряжения?

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Данные для расчета, схема цепи.

- 3) Решение задачи с пояснениями.
- 4) Ответы на контрольные вопросы.