**Шифр: 001501-28**

Задание согласно варианту представлено в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер ветви** | **Начало - конец** | **Сопротивления** | **Источники ЭДС, В** | **Источники тока, А** |
| 1 | 54 | 420 | 0 | 0 |
| 2 | 43 | 110 | 500 | 0 |
| 3 | 31 | 410 | 0 | 0 |
| 4 | 12 | 860 | 0 | 0 |
| 5 | 26 | 830 | 300 | 7 |
| 6 | 65 | 440 | 0 | 8 |
| 7 | 35 | 280 | 0 | 0 |
| 8 | 42 | 790 | 0 | 0 |

Составить баланс мощностей.

МЭГ напряжения найти ток сопротивления R2.

Найти напряжение между узлами 6 и 4 (U64).

Решение

Изобразим граф схемы. При этом расположим узлы таким образом, чтобы ветви не пересекались (рис. 1)

4

5

4

2

1

6

5

3

7

1

2

6

3

8

Рис. 1. Граф схемы

Включим в ветви цепи сопротивления и источники ЭДС. Источники тока подключаем параллельно соответствующим ветвям (рис.2).

Расчёт токов методом преобразования

На схеме (рис.2) преобразуем источник тока J05 в источник напряжения E05:

,

а источник тока J06 в источник напряжения E06:

2

1

R1

R2

R4

E5

J05

R7

R8

I7

I2

I3

5

6

R6

3

R3

R5

E2

I4

I5

I6

I8

I1

4

J06

Рис. 2. Схема цепи.

Полученная схема показана на рисунке 3. На этой схеме источник напряжения E5 , E05 и E06 объединены в источник напряжения :

а последовательно включённые сопротивления

2

1

R1

R2

R34

E56

R7

R8

I7

I2

I3

5

6

R56

3

I4

I’5

I’6

I8

I1

4

E2

Рис. 3. Преобразованная схема цепи.

Чтобы сделать треугольник 5-4-2 пассивным, преобразуем источник напряжения в источник тока :

Пассивный треугольник 5-4-2 преобразуем в пассивную звезду (рис.4), где

R8

2

1

R56

I1

R1

J56

R156

R18

R856

J56

I8

Рис.4. Преобразование «треугольник-звезда».

Источник тока преобразуем в источники напряжения:

В результате этих преобразований схема будет иметь следующий вид, представленный на рисунке 5.

R34

R856

R2

R18

R7

R156

E856

E156

0

3

5

4

2

I7

I2

I3

E2

Рис. 5. Преобразованная схема цепи

С целью дальнейшего упрощения схемы объединим сопротивления:

Теперь схема имеет следующий вид (рис.6):

I7

I2

R’34

R’2

R’7

E856

E156

0

3

I3

E2

Рис. 6. Преобразованная схема цепи

Далее целесообразно использовать метод узловых напряжений. Для определения напряжения необходимо составить одно уравнение:

Определим токи на рисунке 6 на основании второго закона Кирхгофа:

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для контура 4-3-1-2 (рис. 3):

Отсюда ток равен:

Для определения тока составим уравнение по первому закону Кирхгофа (рис. 2) для узла 2:

Для определения неизвестных токов , , составим уравнение по первому закону Кирхгофа (рис. 2) для узлов 4, 5:

для узла 4

для узла 5

Составление баланса мощностей.

ЭДС положительна при совпадающих направлениях ЭДС и тока ветви и отрицательна при противоположном направлении ЭДС и тока ветви.

Мощность источника тока определяется произведением тока данного источника и напряжения на его зажимах. Она положительна при противоположных направлени­ях на зажимах источника тока и тока источника.

Мощность, выделяемая в активных сопротивлениях, всегда положительна и равна:

Баланс мощности записывается в виде :

,

где m - число источников ЭДС в схеме;

n - число источников тока в схеме;

f - число активных сопротивлений в схеме.

Составим баланс мощностей для схемы рис. 2:

Так как мощность источников равна мощности тепловых потерь, то значения рассчитанных токов верны.

Определение напряжения .

Для определения напряжения воспользуемся рисунком 2. Тогда на основании второго закона Кирхгофа можно записать:

Отсюда

(В).

Определение тока в резисторе методом эквивалентного генератора

Метод эквивалентного генератора используется для исследования работы какого-либо участка в сложной электрической цепи.

Разделим электрическую цепь на две части: эквивалентный генератор и потребитель (рис. 7).

Eэ

Rэ

R2

I2

2

5

Рис. 7. Эквивалентная схема замещения

На схеме (рис.7) искомый ток определим по закону Ома для замкнутой цепи:

где - ЭДС эквивалентного генератора, величину которой определяют как напряжение на зажимах генератора в режиме холостого хода ();

- внутреннее сопротивление эквивалентного генератора, величину которого определяют как эквивалентное сопротивление пассивного двухполюсника относительно исследуемых зажимов.

Для определения напряжения на зажимах генератора в режиме холостого хода исключим из рассматриваемой цепи (рис. 2) ветвь, содержащую сопротивление R2, и представим остальную часть цепи (режим холостого хода):

2

1

R1

R4

E4

J05

R7

R8

I7

I2

I3

5

6

R6

3

R3

R5

E2

I5

I5

I6

I8

I1

4

J06

Uxx

II

III

Рис. 8. Схема для расчета

Методом контурных токов определим токи в ветвях схемы. Составим уравнения по второму закону Кирхгофа относительно контурных токов (рис.8):

Отсюда:

Тогда токи в ветвях схемы равны:

;

;

Знание токов , позволяет определить напряжение холостого хода:

.

Для расчёта внутреннего сопротивления эквивалентного генератора необходимо преобразовать активный двухполюсник (рис. 8) в пассивный, при этом источники ЭДС закорачиваются, а источники тока размыкаются:

4

1

R8

R4

R7

R6

5

6

3

R5

Rэ

R1

R3

Рис.9. Схема для расчета

Необходимо найти сопротивление между точками 4 и 3.

Заменим треугольник резисторов , и звездой. Схема замещения представлена на рисунке 10.

R156

R34

R18

R856

Rэ

0

3

R7

Рис. 10. Схема замещения треугольника звездой

Сопротивления , , равны:

Тогда

Зная и , найдем ток исследуемой ветви:

Построение потенциальной диаграммы.

Для построения потенциальной диаграммы необходимо знать напряжение на всех элементах контура, а также сопротивления всех элементов контура. На рис. 11 показан контур, для которого мы будем строить потенциальную диаграмму.

2

R1

E06

R8

5

6

R6

I5

I6

I8

I1

4

R5

E55

1

7

Рис. 11. Контур для построения потенциальной диаграммы

Базисную точку выберем произвольно, например точку 5. Построение будем производить, обходя контур по часовой стрелке.

Определим потенциалы точек:

;

;

;

;

;

;

По оси абсцисс будем откладывать значения сопротивлений элементов, а по оси ординат – значения потенциалов точек. Базисную точку помещаем в начало координат (рис.12).



Результаты расчетов представим в виде таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,А | , А | , А | , А | , А | , А | ,А | , А | ,В | ,В | Ом | Р, Вт |
| 2.707 | -0.094 | 2.144 | 2.144 | -2.055 | -3.055 | -2.238 | 2.801 | -207.183 | -58.754 | 515.901 | 24130 |

Литература

1. Ю.Г.Толстов, А.А. Теврюков: Теория электрических цепей. Москва: 1970;
2. Башарин С.А., Федоров В. А.: Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля. Москва: 2004г.
3. Методическая разработка БГУИР.
4. Интернет