Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра теоретических основ электротехники

Типовой расчёт по курсу: «Теория электрических цепей»

Тема: «Расчёт сложной цепи постоянного тока»

Шифр студента № x05050y-22

|  |  |
| --- | --- |
| Проверила  Пригара В. Н. | Выполнил |
|  |  |

Минск 2021

Исходная схема цепи, построенная согласно варианту, представлена на рисунке 1.

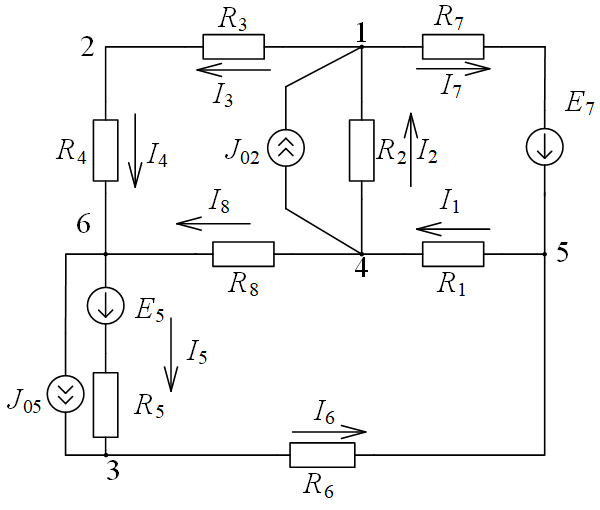


Рисунок 1

1. **Расчёт цепи методом преобразований**

Преобразуем схему к двухконтурной.

Для этого преобразуем источник тока *J*05 в источник напряжения и объединим с *E*5, получим *E*05, а также объединим последовательно включенные сопротивления *R*3, *R*4 и *R*5, *R*6 (рисунок 2):

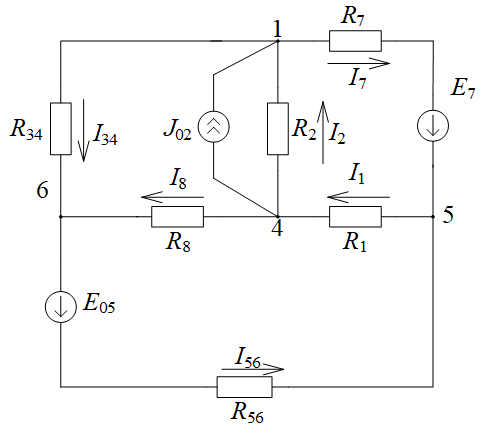


Рисунок 2

Пассивный треугольник 6 – 1 – 4 преобразуем в пассивную звезду (рисунок 3), где

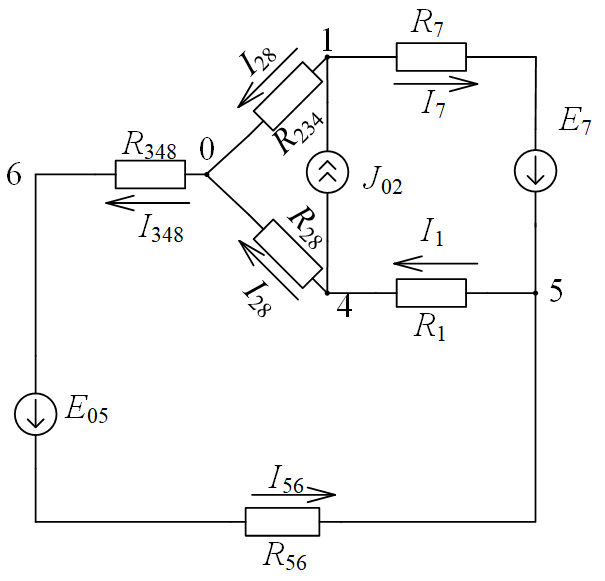


Рисунок 3

Источник тока *J*02 преобразуем в источник напряжения *E*28 и *E*234:

В результате этих преобразований схема будет иметь следующий вид (рисунок 4):

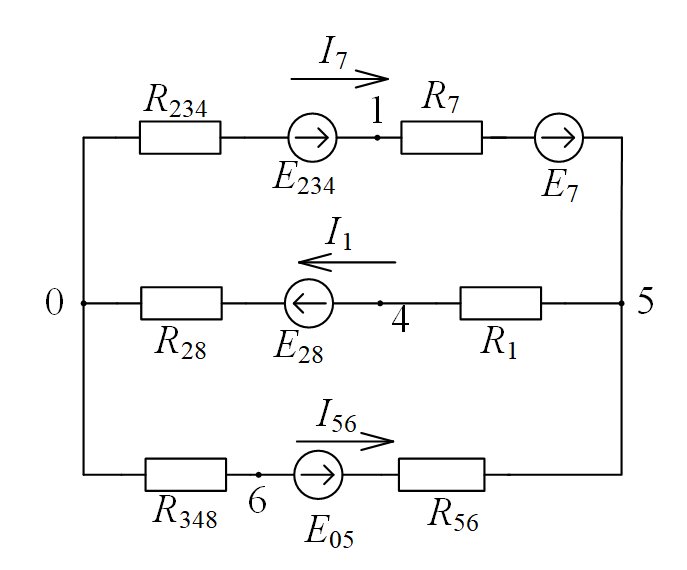


Рисунок 4

С целью дальнейшего упрощения схемы объединим источники напряжения и сопротивления:

Схема примет следующий вид (рисунке 5):

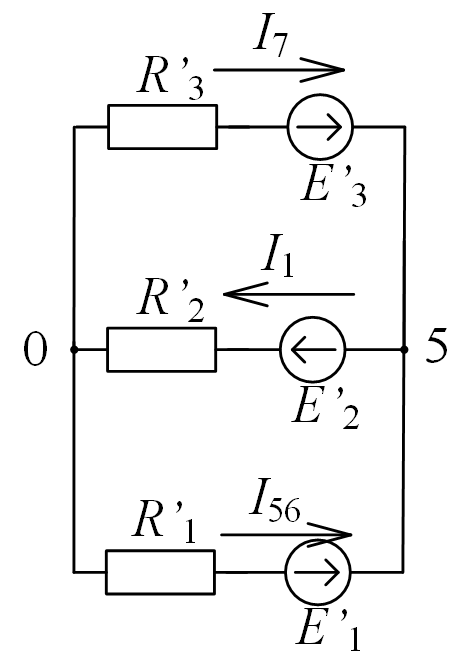


Рисунок 5

Для определения напряжения *U*05 по методу узловых напряжений необходимо составить одно уравнение:

Отсюда

Определим токи в схеме рис. 5 на основании второго закона Кирхгофа:

По схеме рис. 4 определим напряжения между узлами 6, 4, 1:

Определим токи *I*8, *I*2, *I*3, *I*4 (см. рис. 1):

Для определения неизвестных тока *I*5 составим уравнения по первому закону Кирхгофа:

Определим заданное напряжение

Составление баланса мощностей для схемы рис. 1:

где

1. **Определение токов в ветвях исходной схемы методом законов Кирхгофа.**

Определим количество уравнений по первому закону Кирхгофа:

Определим количество уравнений по второму закону Кирхгофа:

По рисунку 1 видно, что *I*3 = *I*4. Это позволит нам упростить дальнейшую систему уравнений. Постоим систему уравнений, составленных по первому и второму законам Кирхгофа:

Решение системы , подготовленное c помощью Mathcad, представлено в приложении 1.

1. **Расчёт цепи методом контурных токов**

Схема цепи для расчёта методом контурных токов представлена на рисунке 6.

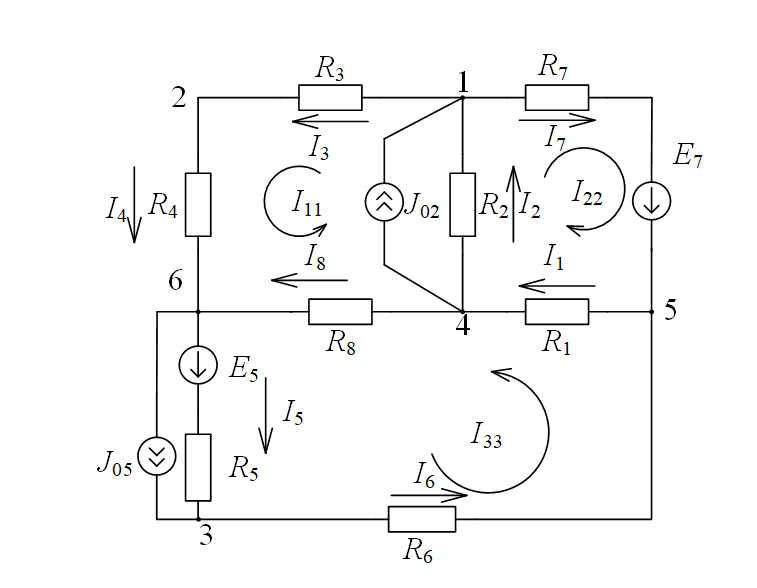


Рисунок 6

Определим количество уравнений по методу контурных токов:

Согласно методу построим систему уравнений для контурных токов *I*11, *I*22 и *I*33 (контурные токи *J*05 и *J*02 уже известны):

Решение системы, подготовленное c помощью Mathcad, представлено на рисунке 7.

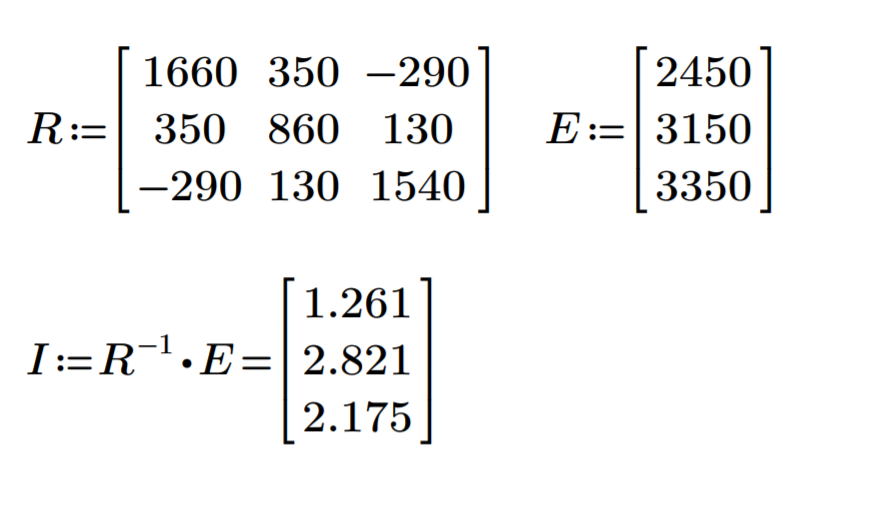


Рисунок 7

Рассчитаем токи цепи согласно рисунку 6:

*,*

1. **Определение токов в ветвях исходной схемы методом узловых потенциалов**

Определим количество уравнений по методу узловых потенциалов:

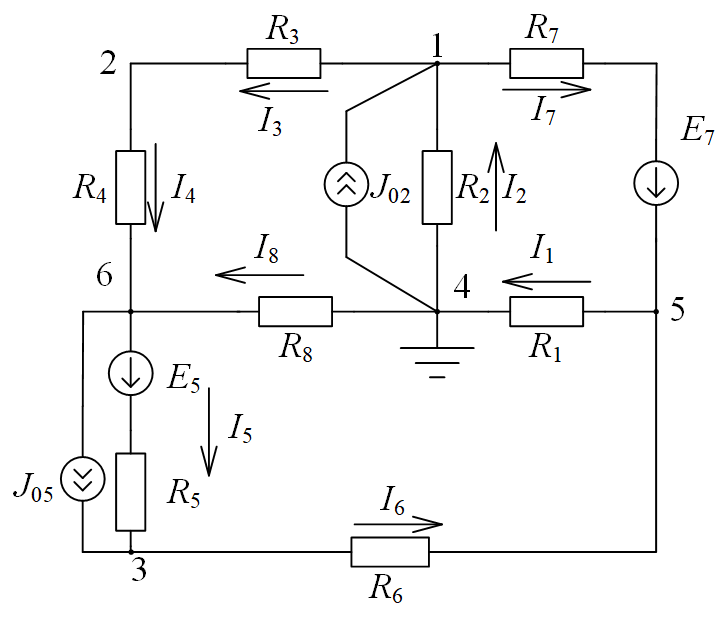


Рисунок 8

Согласно методу составим систему уравнений для каждого из узлов, выбрав при этом узел 4 в качестве базового (φ4 = 0 В):

Решение, подготовленное с помощью Mathcad, представлено приложении 2.

1. **Определение тока ветви с сопротивлением *R5* методом эквивалентного генератора напряжения.**

Определим напряжение эквивалентного генератора напряжения, для чего исключим сопротивление *R*5 из исходной схемы (рис. 9).

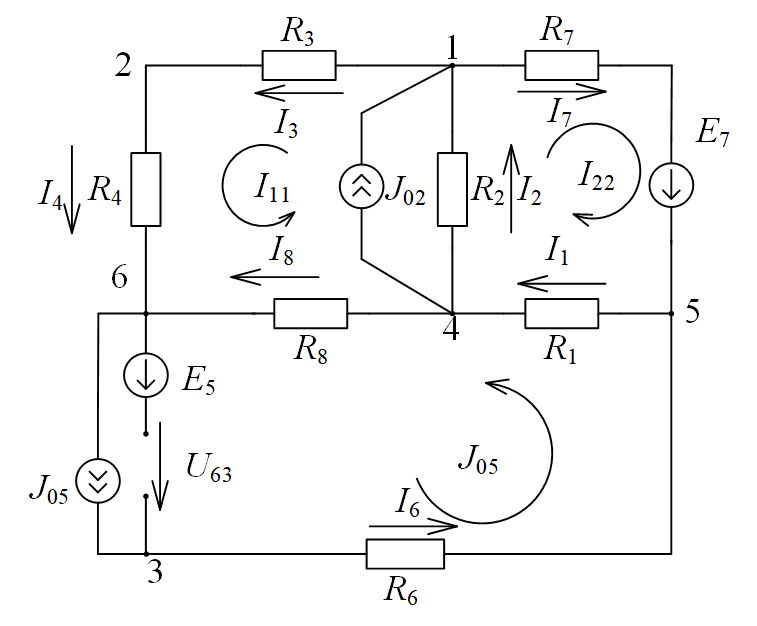


Рисунок 9

Методом контурных токов определим токи в ветвях схемы. Уравнения имеют вид:

Решив систему уравнений получим:

Токи в ветвях схемы (см. рисунок 9)

Значения этих трех токов дает возможность определить напряжение эквивалентного генератора *U*36х.х.:

Далее, заменив источники ЭДС проводником, a цепи с источниками тока разорвав, находим эквивалентное сопротивление схемы относительно зажимов 6 – 3 (рисунок 10).

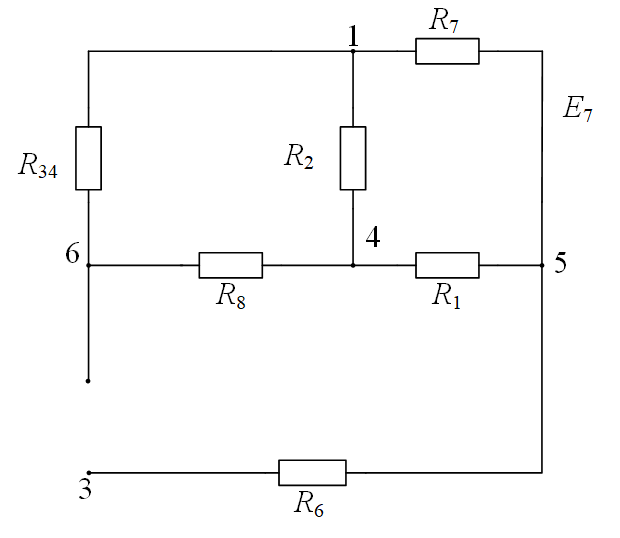


Рисунок 10

Пассивный треугольник 6 – 1 – 4 преобразуем в пассивную звезду (рисунок 11), где

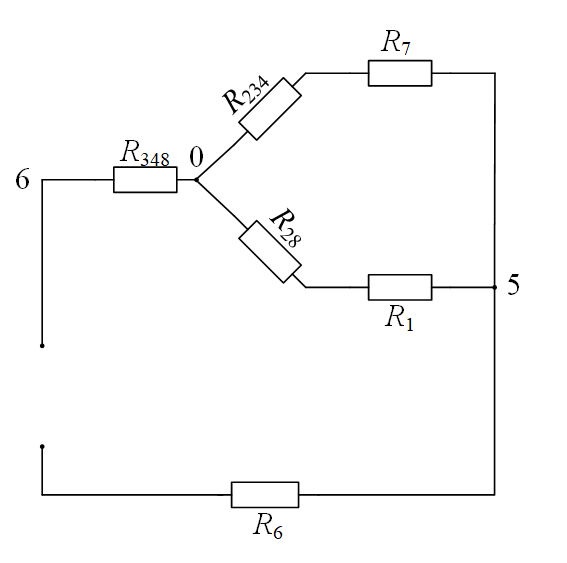


Рисунок 11

Отсюда эквивалентное сопротивление генератора *R*экв равно:

Ток в искомой ветви схемы определяется по формуле:

1. **Построение потенциальной диаграммы**

Потенциальную диаграмму построим для контура 6—2—1—5—3—6, при этом полагая φ4 равным нулю.

Рассчитаем потенциалы узлов:

Потенциальная диаграмма по контуру 1-4-5-2-3-1 представлена на рисунке 11.

R5

R6

R7

R3

R4

R

Рис. 11

1. **Результаты расчетов представлены в таблице 1.**

Таблица *1* – Результаты расчетов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *I*1 | *I*2 | *I*3 | *I*4 | *I*5 | *I*6 | *I*7 | *I*8 | *U*34 | *U*х.х. | *R*экв | *P* |
| 4,996 | -2,918 | 1,261 | 1,261 | -2,825 | 2,175 | 2,821 | 0,914 | 2019 | -4076 | 1442,86 | 18002 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение токов методом законов Кирхгофа

(расчеты MATHCAD)

Метод законов Кирхгофа

















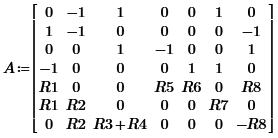


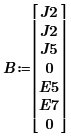


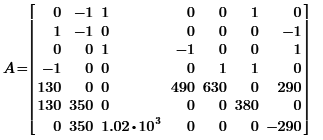


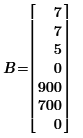


Запишем уравнения в матричном виде













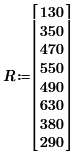
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

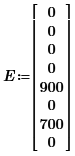
Определение токов методом узловых потенциалов

(расчеты MATHCAD)

Метод узловых потенциалов

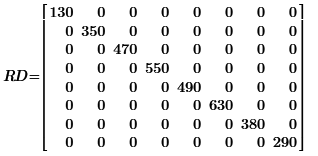
Задаем исходные данные







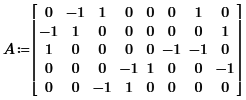
Формируем диагональную матрицу RD из матрицы R



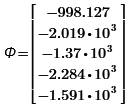




Формируем узловую матрицу А и контурную В







Определяем потенциалы всех узлов по отношению к базисному узлу



Определяем напряжение на всех ветвях цепи





Определяем токи в сопротивлениях



