Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра теоретических основ электротехники

Типовой расчет №2 по курсу: «Теория электрических цепей»

Шифр студента №650502 – 13

|  |  |
| --- | --- |
| Проверил | Выполнил  Ст. гр. №650502 |
| Батюков С. В. | Левдорович Д. А. |

Минск 2017

1. Исходные данные представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер ветви | Начало-конец | Сопротивления | | | Источник ЭДС | | Источник тока | |
| *R* | *XC* | *XL* | мод. | арг. | мод. | арг. |
| 1 | 24 | 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 41 | 0 | 59 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 12 | 82 | 0 | 55 | 15 | 157 | 0 | 0 |
| 4 | 23 | 64 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 43 | 31 | 23 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 13 | 33 | 34 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2. Схема электрической цепи, полученная для рассматриваемого варианта задания, изображена на рис. 2.1.



Рисунок *2.1* – Исходная схема

3. Расчет цепи с одним источником ЭДС целесообразно проводить методом преобразования. Обозначим направления токов в ветвях заданной цепи (рис. 3.1). Запишем комплексные сопротивления каждой из ветвей:





Рисунок *3.1* – Исходная схема

Преобразуем заданную цепь. Треугольник 1 – 3 – 4 преобразуем в звезду (рис. 3.2).



Рисунок *3.2* – Исходная схема после первого преобразования

Определим комплексные сопротивления *Ẕ*03, *Ẕ*01, *Ẕ*04:



Преобразуем последовательно соединенные сопротивления *Ẕ*03 и *Ẕ*4, *Ẕ*01 и *Ẕ*3, *Ẕ*04 и *Ẕ*3 (см. рис. 3.3).



Рисунок *3.3* – Преобразованная исходная схема



Для определения напряжения *U̇*20 по методу узловых напряжений необходимо составить одно уравнение:



Отсюда



Определим токи в схеме рис. 3.3 на основании второго закона Кирхгофа:



По схеме рис. 3.2 определим напряжения между узлами 3, 1, 4:



Определим токи *İ*6, *İ*2, *İ*5 (см. рис. 3.1):



Значения токов *İ*3, *İ*1, *İ*4 в алгебраической и показательной формах имеют вид:



4. Составление баланса мощностей для схемы рис. 3.1. Мощность источника равна



Мощность, потребляемая в цепи, равна сумме активной(*P*) и реактивной(*Q*) мощностей:



5. По условию полагаем, что существует индуктивная связь между индуктивностями *L*5 и *L*6. Наличие индуктивной связи обозначим на рисунке 5.1 двусторонней стрелкой, возле которой указывается взаимная индуктивность *M*. Одноименные зажимы индуктивно связанных катушек обозначены на этом же рисунке точками. Так как токи относительно одноименных зажимов направлены одинаково, то имеет место согласное включение индуктивностей.



Рисунок *5.1* – Исходная схема при наличии индуктивной связи

Определим число уравнений, необходимое для описания цепи по законам Кирхгофа. Неизвестных токов в цепи – 6. Число узлов в цепи – 4. Следовательно, по первому закону Кирхгофа необходимо записать 3 уравнения и по второму закону Кирхгофа необходимо записать 3 уравнения. Для мгновенных значений токов и напряжений уравнения будут иметь вид:



Запишем эти же уравнения в комплексной форме:



6. Расчет схемы (рис. 6.1) методом законов Кирхгофа произведен в программной среде Mathcad 14 и представлен в приложении 1.



Рисунок *6.1* – Исходная схема к п. 6

7. Расчет схемы (рис. 7.1) методом контурных токов произведен в программной среде Mathcad 14 и представлен в приложении 2.

8. Расчет схемы (рис 8.1) методом узловых потенциалов произведен в программной среде Mathcad 14 и представлен в приложении 3.



Рисунок *7.1* – Исходная схема к п. 7



Рисунок *8.1* – Исходная схема к п. 8

9. Расчет тока в ветви 2 исходной цепи (рис. 9.1) методом эквивалентного генератора напряжения. Токи в двухконтурной цепи найдем по методу контурных токов:



Решая полученную систему из двух уравнений, имеем



Значения токов *İ*3, *İ*1 равны





Рисунок *9.1* – Исходная схема к п. 9

Определим значение напряжения генератора холостого хода



Для определения сопротивления генератора преобразуем «треугольник» сопротивлений 1 – 2 – 3 в «звезду» (рис. 9.2) по формулам



Определим полное сопротивление генератора





Рисунок *9.2* – Схема после преобразования сопротивлений

Ток в ветви 2 равен



10. Расчет данных для построения векторной диаграммы (рис. 10.1) выполнен в программной среде Mathcad 14 и представлен в приложении 4.

Таблица *10.1* – Полученные результаты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Алгебраическая форма | | Показательная форма | |
| Re | Im | модуль | , град |
| ток *İ*1 | -0,063 | 0,024 | 0,067 | 159,246 |
| ток *İ*2 | -0,06 | 0,035 | 0,069 | 149,886 |
| ток *İ*3 | -0,11 | 0,006 | 0,111 | 176,911 |
| ток *İ*4 | -0,048 | -0,018 | 0,051 | -159,552 |
| ток *İ*5 | -0,003 | -0,011 | 0,011 | -104,735 |
| ток *İ*6 | 0,051 | 0,029 | 0,058 | 29,586 |
| Мощность *S*ист | 1,56 | -0,565 | 1,66 | -19,911 |
| Мощность *S*потр | 1,56 | -0,565 | 1,66 | -19,911 |
| *U̇* ХХ | 4,372 | 0,802 | 4,445 | 10,397 |
| *Ẕ*ГЕН | 48,849 | 5,736 | 49,184 | 6,697 |



Рисунок *10.1* – Векторная диаграмма напряжений и токов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Расчет исходной схемы методом законов Кирхгофа

Записываем уравнения, описывающие цепь в матричном виде

*Z* \* *I* = *B*, где: *Z* - квадратная матрица 6x6,

*B* - матрица-столбец правых частей,

*I* - матрица-столбец искомых токов.





Вводим численные значения элементов матриц



Находим неизвестные токи, умножая обратную матрицу *Z* на матрицу *B.*



Выводим численные значения найденных токов в виде вектора-столбца



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

Расчет исходной схемы методом контурных токов

Записываем уравнения, описывающие цепь в матричном виде

*Z* \* *J* = *B*, где: *Z* - квадратная матрица 6x6,

*B* - матрица-столбец правых частей,

*J* - матрица-столбец искомых контурных токов.





Находим неизвестные токи, умножая обратную матрицу *Z* на матрицу *B.*



Выводим численные значения найденных токов в виде вектора-столбца





















ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

Расчет исходной схемы методом узловых потенциалов



















Записываем уравнения, описывающие цепь в матричном виде

*Y* \* *ϕ* = *I*, где: *Y* - квадратная матрица 3x3,

*I* - матрица-столбец правых частей,

*ϕ* - матрица-столбец искомых потенциалов.





























ПРИЛОЖЕНИЕ 4

(обязательное)

Расчет потенциалов в промежуточных точках схемы для построения   
векторной диаграммы



































































