МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Институт микроприборов и систем управления имени Л.Н. Преснухина

Курсовая работа

По дисциплине

«Электротехника»

Тема

“Расчет электрических цепей”

Выполнил: Талицких А.В

ЭН-22

Содержание

[Часть 1 2](#_Toc216454174)

[1.1 МЭП (Метод эквивалентных преобразований) – найти ток в любой ветви 3](#_Toc216454175)

[1.2 Законами Кирхгофа найти токи в ветвях 6](#_Toc216454176)

[1.3Метод контурных токов (найти все токи) 7](#_Toc216454177)

[1.4 МУП (Метод узловых потенциалов) – найти токи во всех ветвях 8](#_Toc216454178)

[1.5 МЭГ (Метод эквивалентного генератора) – найти ток в любой ветви 9](#_Toc216454179)

[1.6 Построить схему в Multisim и снимать результаты моделирования(токи) 11](#_Toc216454180)

[1.7 Итоговая таблица значений 12](#_Toc216454181)

[1.8 Построить потенциальную диаграмму для контура 2 13](#_Toc216454182)

[1.9 Выполнить расчет баланса мощности для схемы 14](#_Toc216454183)

[1.10 Вывод 16](#_Toc216454184)

[Часть 2 16](#_Toc216454185)

[2.1 Рассчитать сопротивление ветвей(комплексное) 17](#_Toc216454186)

[2.2 Метод непосредственного применения законов Кирхгофа 18](#_Toc216454187)

[2.3 МКТ (Метод контурных токов) 19](#_Toc216454188)

[2.4 МДУ (Метод двух узлов) 20](#_Toc216454189)

[2.5. Построить векторную диаграмму тока и векторно-топографическую диаграмму напряжения 21](#_Toc216454190)

[2.6 Схема в Multisim 22](#_Toc216454191)

[2.7 Баланс мощности 23](#_Toc216454192)

[2.8 Вывод 24](#_Toc216454193)

[Часть 3 25](#_Toc216454194)

[Задача 3.1 25](#_Toc216454195)

[Задача 3.2 28](#_Toc216454196)

[Задача 3.3 31](#_Toc216454197)

[Задача 3.4 34](#_Toc216454198)

[3.5 Вывод 39](#_Toc216454199)

[Заключение 40](#_Toc216454200)

[Литература 41](#_Toc216454201)

# Часть 1

Заданную электрическую цепь необходимо рассчитать, используя следующие методы:

1. МЭП (Метод эквивалентных преобразований) – найти ток в любой ветви схемы, используя МЭП;

2. Законы Кирхгофа (найти все токи в ветвях);

3. МКТ (Метод контурных токов) – найти токи во всех ветвях;

4. МУП (Метод узловых потенциалов) – найти токи во всех ветвях;

5. МЭГ (Метод эквивалентного генератора) – найти ток в любой ветви;

6.Построить схему своего варианта в Multisim и снимать результаты моделирования (токи в ветвях);

7.Результаты расчета токов, вышеуказанными методами и результаты моделирования, свести в таблицу и сравнить между собой.;

8.Построить потенциальную диаграмму для любого контура (на выбор).;

9.Выполнить расчет баланса мощности для схемы.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Вар.* | *E1, B* | *E2, B* | *E3, B* | *E4, B* | *E5, B* | *E6, B* | *J, А* | *R1, Ом* | *R2, Ом* | *R3, Ом* | *R4, Ом* | *R5, Ом* | *R6, Ом* |
| 25 | 10 | 12 | 14 | 8 | 15 | 20 | 6 | 6 | 3 | 4 | 1 | 5 | 10 |

Рисунок 1. Параметры схемы

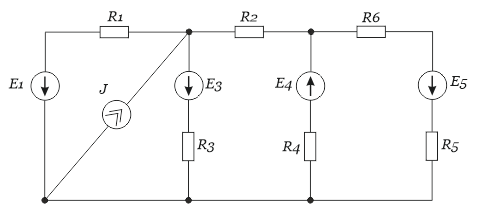


Рисунок 2. Схема цепи

1.1 МЭП (Метод эквивалентных преобразований) – найти ток в любой ветви

Сложим два последовательно соединенных резистора ,а также преобразуем источники ЭДС  в источники тока:

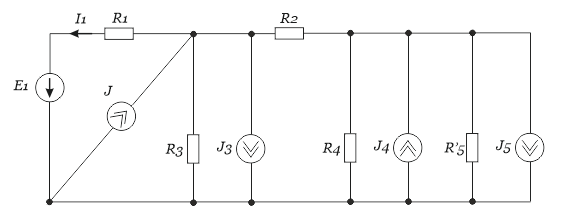
  


Рисунок 1.1

Объединим два параллельных источника тока и резистора:



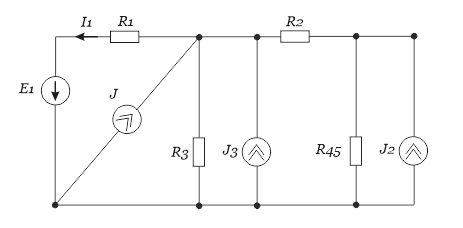


Рисунок 1.2

Преобразуем источник тока  в источник ЭДС и сложим два последовательно соединенных резистора :



Теперь преобразуем источник ЭДС  в источник тока с сопротивлением :

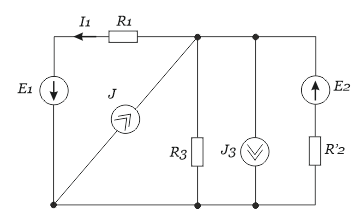


Рисунок 1.3



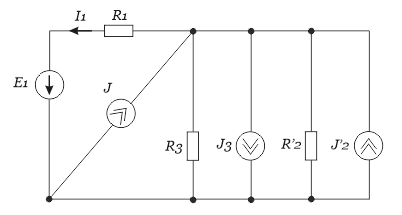


Рисунок 1.4

Объединим три параллельно соединенных источника тока и объединим два последовательно соединенных резистора:



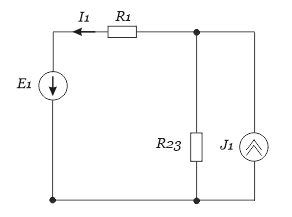


Рисунок 1.5

Преобразуем полученный источник тока  в источник ЭДС :



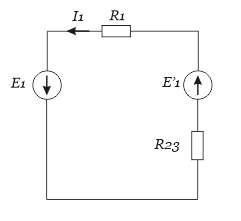


Рисунок 1.6

По закону Ома находим ток :



1.2 Законами Кирхгофа найти токи в ветвях

Отметим на схеме узлы и направление токов в ветвях цепи.

Отметим независимые контуры и обходы в этих контурах.

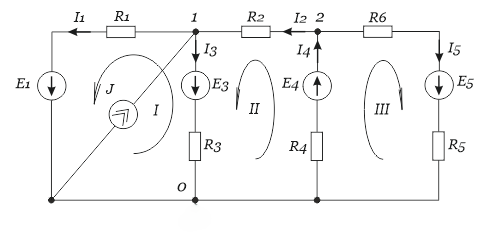


Рисунок 2.1

По первому закону Кирхгофа количество независимых уравнений:

 Узел 1

 Узел 2

Составляем уравнения по второму закону Кирхгофа:

 Контур 1

 Контур 2

 Контур 3



Решив систему уравнений получим следующие значения токов:



Учитывая, что все токи со знаком +, можно сказать, что направления токов правильные.

1.3Метод контурных токов (найти все токи)

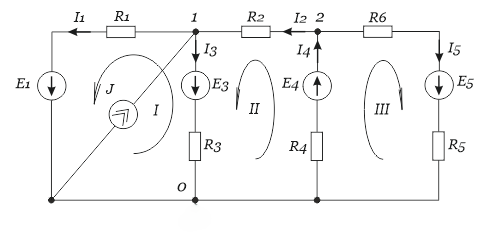


Рисунок 3.1

Контур 1 считаем, как контур с известным током из-за источника тока.

Составим уравнения для каждого из контуров:



Решив систему уравнений получим следующие значения токов:



Теперь находим нужные нам токи:



1.4 МУП (Метод узловых потенциалов) – найти токи во всех ветвях

Заземляем узел 0

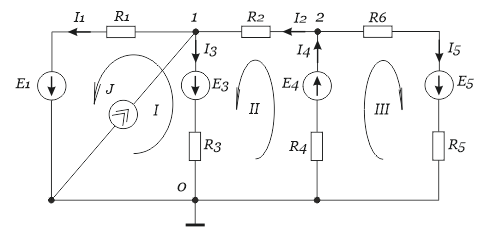


Рисунок 4.1

Составляем уравнения для двух других узлов:



Где 

Решив систему уравнений получим следующие значения:



Теперь найдем значения токов в ветвях по закону Ома:



1.5 МЭГ (Метод эквивалентного генератора) – найти ток в любой ветви

Напряжение холостого хода эквивалентного генератора для первой ветви:

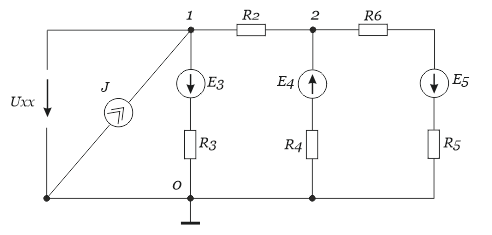


Рисунок 5.1

Находим его по методу узловых потенциалов(напряжений):



Где 

Решая эту систему, мы получим, что ,

Значит 

Источники заменяем внутренними сопротивлениями и получаем следующее:

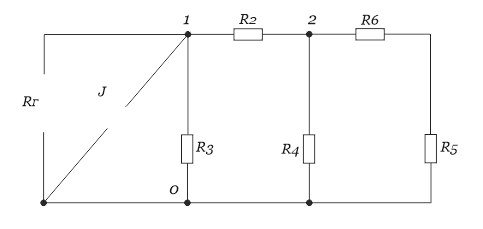


Рисунок 5.2



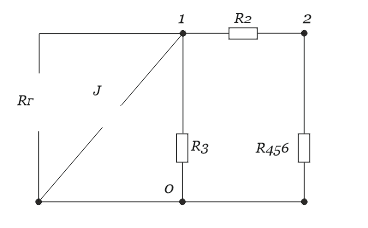


Рисунок 5.3

По правилам последовательного и параллельного соединения находим сопротивление :



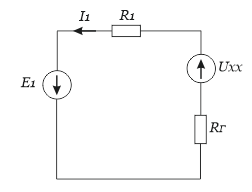


Рисунок 5.4

По закону Ома найдем ток :



1.6 Построить схему в Multisim и снимать результаты моделирования(токи)

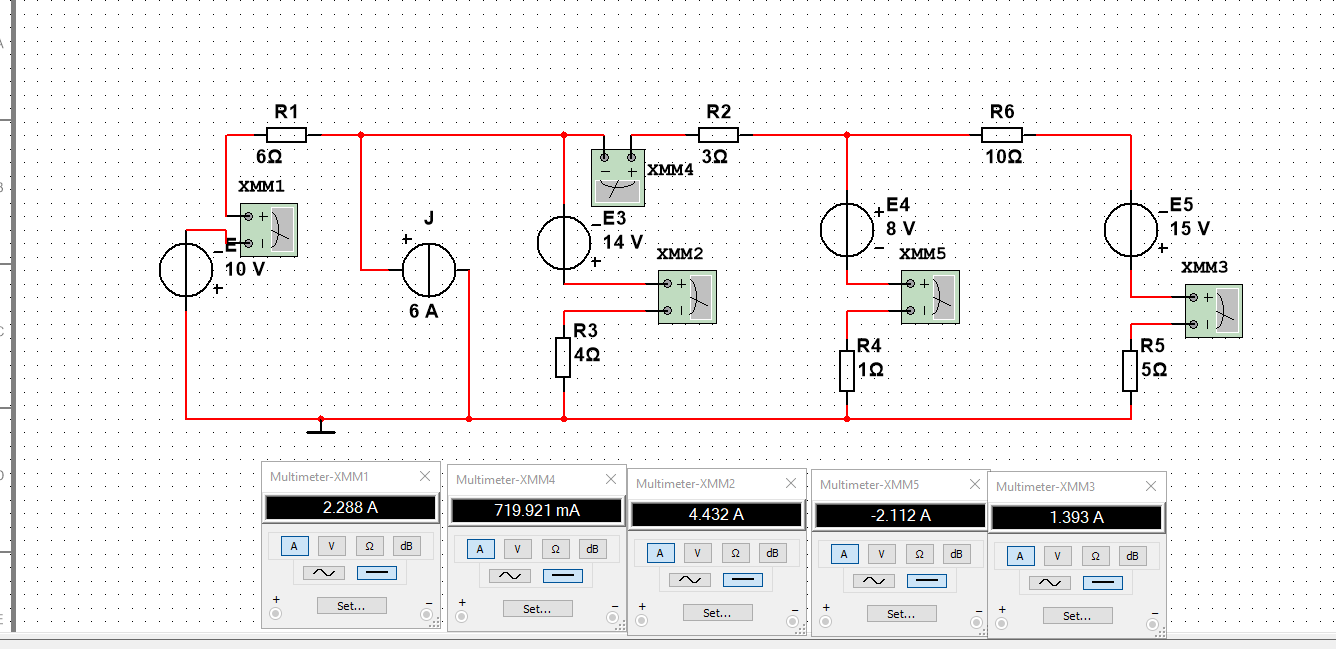


Рисунок 6.1 Показания Multisim

1.7 Итоговая таблица значений

Таблица 2

Результаты расчета токов, вышеуказанными методами и результаты моделирования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Методы расчета | *I1,*  *A* | *I2,*  *A* | *I3,*  *A* | *I4,*  *A* | *I5,*  *A* |
| Экв. Преобр. | 2.288 |  |  |  |  |
| Ур. Кирхгофа | 2.288 | 0.72 | 4.432 | 2.112 | 1.393 |
| Контурные токи | 2.288 | 0.72 | 4.432 | 2.112 | 1.393 |
| Узловые потенциалы | 2.288 | 0.72 | 4.432 | 2.112 | 1.393 |
| Экв. генератора | 2.288 |  |  |  |  |
| Результаты моделирования | 2.288 | 0.72 | 4.432 | 2.112 | 1.393 |

1.8 Построить потенциальную диаграмму для контура 2

Обход контура по часовой стрелке, обозначим точки для замкнутого контура

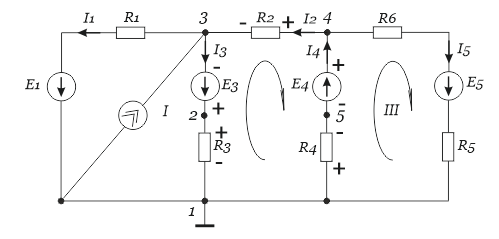


Рисунок 8.1

Потенциал в т.1 принимаем за ноль



Считаем потенциалы для других точек



По полученным данным строим потенциальную диаграмму

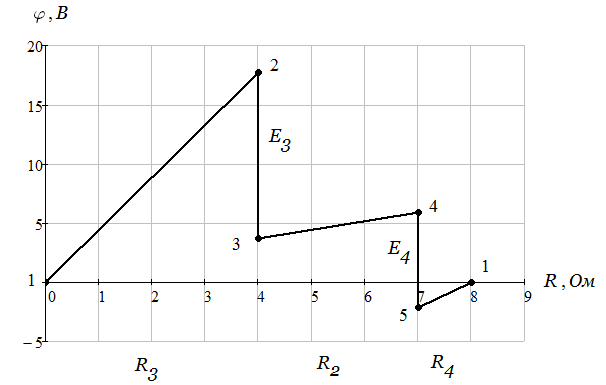


Рисунок 8.2 Потенциальная диаграмма

Масштаб: 

1.9 Выполнить расчет баланса мощности для схемы

Напряжение на источнике тока находим по второму закону Кирхгофа для замкнутого контура:



Мощность источников:  




Мощность нагрузки:





Из-за того, что мощности не равны между собой, найдем погрешность:



Учитывая, что погрешность меньше 1% можно сказать, что мощность источников равна мощности нагрузки, а значит баланс мощностей выполняется.

1.10 Вывод

В 1 части курсовой работы мы научились применять разные методы для решения схем, построили данную схему в программе Multisim и измеряли токи. Все полученные данные из решение и моделирований мы свели в одну таблицу, все значения успешно сошлись. Провели расчет баланса мощностей, где  с погрешностью .

# Часть 2

1.Рассчитать сопротивление ветвей(комплексное);

2. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа(определить токи в ветвях);

3. МКТ (Метод контурных токов) – найти токи во всех ветвях;

4. МДУ (Метод двух узлов) – найти токи во всех ветвях;

5. Построить векторную диаграмму токов и векторно-топографическую диаграмму напряжения;

6.Построить схему своего варианта в Multisim и снимать результаты моделирования (токи в ветвях);

7.Выполнить расчет баланса мощности для схемы.

Таблица 1

Параметры схемы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *R1, Ом* | *R2, Ом* | *R3, Ом* | *XL1, Ом* | *XL2, Ом* | *XL3, Ом* | *XC1, Ом* | *XC2, Ом* | *XC3, Ом* | *E1, B* | *E2, B* |
| 5 | 2 | 4 | 1 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |  |  |

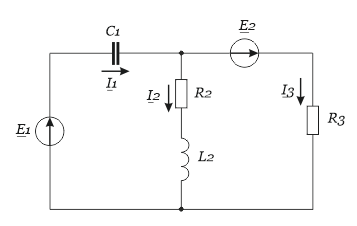


Рисунок 1. Схема цепи

2.1 Рассчитать сопротивление ветвей(комплексное)

Изобразим комплексную схему замещения заданной цепи

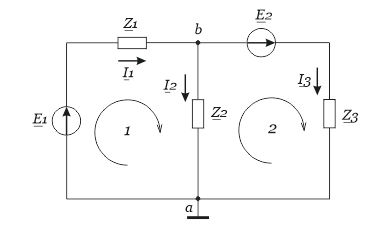


Рисунок 2. Схема замещения

Дальше определяем комплексное сопротивление ветвей:



2.2 Метод непосредственного применения законов Кирхгофа

Запишем по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных нам токов в цепи

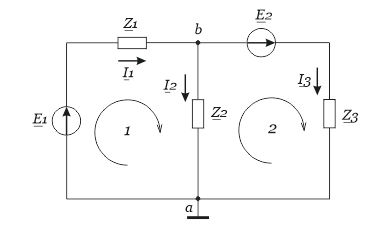


Рисунок 3

 Узел b

 Контур 1

Контур 2

Комплексные ЭДС переведем в алгебраическую форму:





Теперь подставим значения и получим следующую систему уравнений:



Решая данную систему находим токи:



Итоговое значения получили используя формулы: 

Также найдем действующие значения токов:



2.3МКТ (Метод контурных токов)

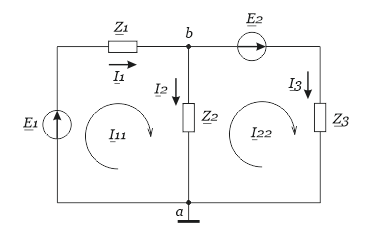


Рисунок 4

Запишем уравнения по методу контурных токов, используя рисунок 4:



Подставим числа:



Решая данную систему уравнений, находим комплексные контурные токи:



Теперь находим токи в ветвях через контурные токи:



2.4МДУ (Метод двух узлов)

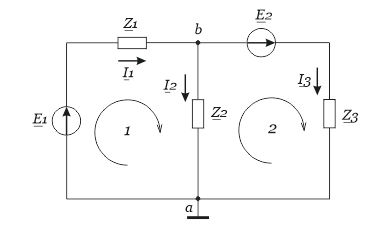


Рисунок 5

Зануляем потенциал 

Комплексные проводимости ветвей:



Тогда междуузловое напряжение будет равно:



Токи в ветвях найдем по закону Ома:



2.5.Построить векторную диаграмму тока и векторно-топографическую диаграмму напряжения

Найдем напряжения на элементах цепи

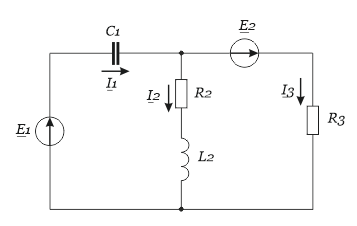


Рисунок 6



Теперь строим векторную диаграмму токов и векторно-топографическую диаграмму напряжений

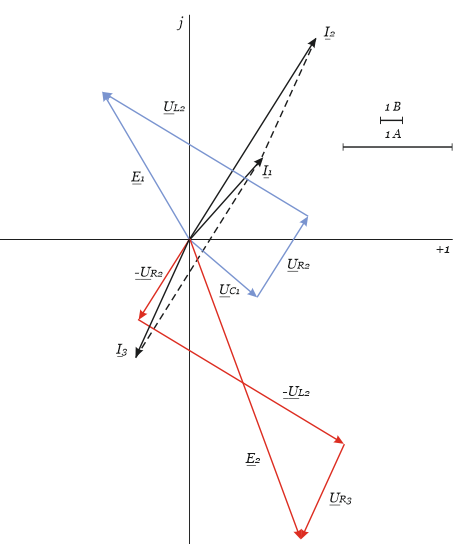


Рисунок 7



Вектор напряжения  должен опережать по направлению (по фазе) вектор тока на 90°, вектор напряжения  должен отставать по направлению от вектора тока  на 90°, вектор напряжения должен совпадать по направлению с вектором тока  и вектор напряжения должен совпадать по направлению с вектором тока .

2.6 Схема в Multisim

Значения катушки и конденсатора



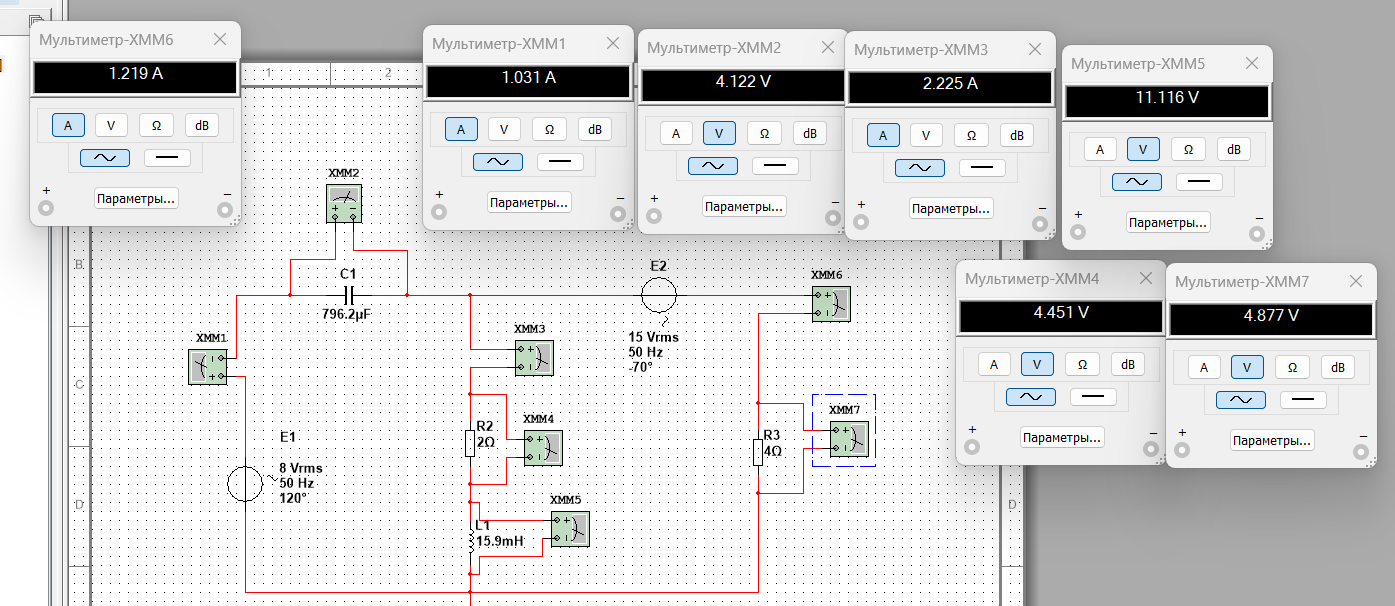


Рисунок 8

2.7 Баланс мощности

Комплексная мощность источников:



Где Е умножается на комплексно сопряженный ток

Активная и реактивная мощность источников:



Активная и реактивная мощность нагрузки:





Видим, что ,найдем погрешность:



Отсюда можем сделать вывод, что Баланс мощностей выполняется с хорошей точностью

2.8 Вывод

Было достигнуто по итогам выполнения расчетно-графической работы решения задач по исследованию линейной электрической цепи переменного синусоидального тока. Рассчитали комплексное сопротивление ветвей. При этом расчёт токов в ветвях цепи выполнен тремя различными методами: законами Кирхгофа, контурных токов и методом двух узлов,в результате чего,мы получили одинаковые токи всеми 3-мя способами.

Полученным при расчетах результатах соответствует и компьютерное моделирование в программе Multisim — для данного набора параметров цепи моделирование позволило получить значения токов и напряжений, полностью совпавших с расчетными значениями.

При исследовании баланса мощностей подтверждена энергетическая равновесность в цепи —активная и реактивная мощности всех приемников активной нагрузки равны отдаваемым источниками мощностям c учетом погрешности, которая меньше 1%.

# Часть 3

Задача 3.1

Найти Построить график

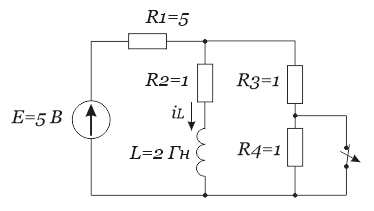


Рисунок 1.1

1)Момент времени *t=0-.* Ключ замкнут.

Преобразуем катушка L в провод т.к 

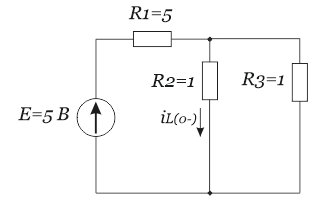


Рисунок 1.2

По закону Ома,а также делителю тока:



2)Принужденный режим.Ключ разомкнут.

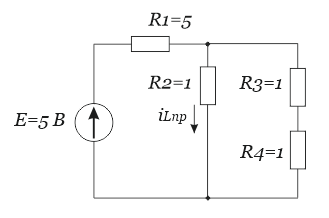


Рисунок 1.3

По закону Ома и делителю тока:



3)Постоянная времени и корень характеристического уравнения.





4) Свободная составляющая.



5) Находим постоянную интегрирования.

По закону коммутации.









При t=0



6) Получаем.



7. Строим графики на интервале t= (0; ).

-время переходного процесса

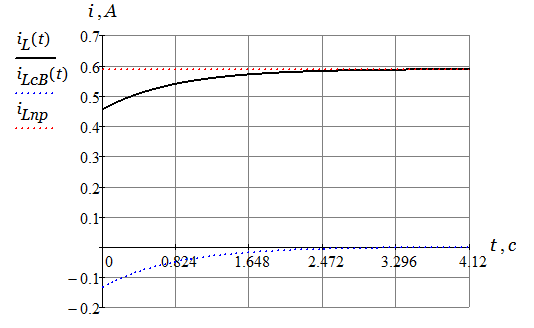


Рисунок 1.4



Задача 3.2

Найти *I(t)*-? Построить график.

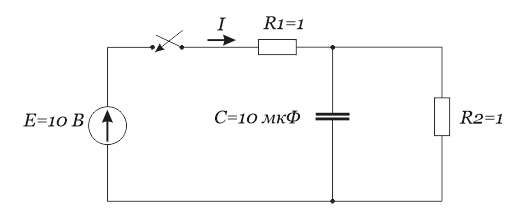


Рисунок 2.1

1)Момент времени *t=0-.* Ключ разомкнут.

Преобразуем конденсатор C в разрыв т.к 

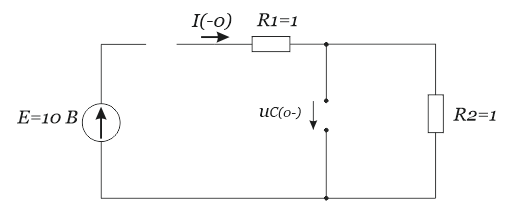


Рисунок 2.2



2)Принужденный режим.Ключ замкнут.

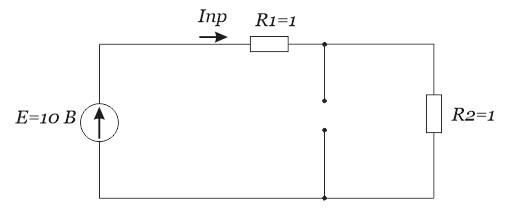


Рисунок 2.3

По закону Ома



3) Постоянная времени и корень характеристического уравнения.





4) Свободная составляющая.



5) Находим постоянную интегрирования.



Дальше найдем ток 



При t=0: 

6) Получаем.



7)Построим график на интервале t=(0,)



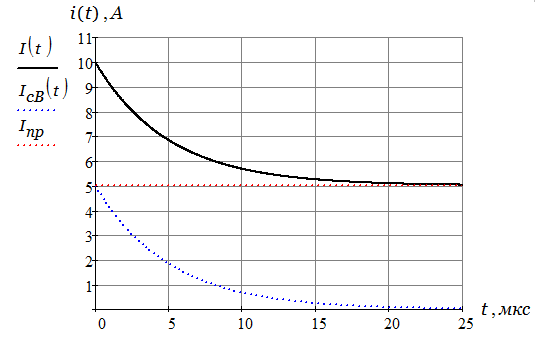


Рисунок 2.4





Задача 3.3

Найти *I1(t)*-? Построить график.

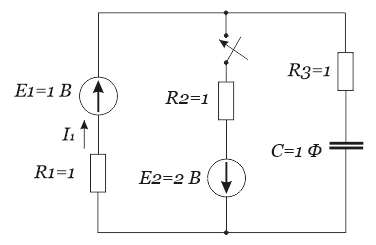


Рисунок 3.1

1)Момент времени *t=0-.* Ключ разомкнут.

Преобразуем конденсатор С в разрыв и катушку L в провод



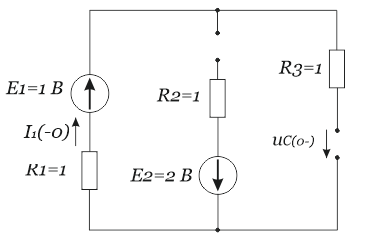


Рисунок 3.2



2)Принужденный режим.Ключ замкнут.

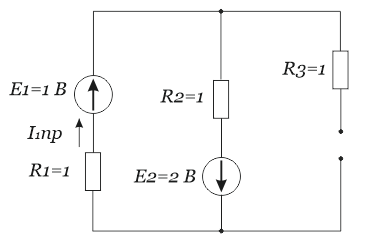


Рисунок 3.3

По закону Ома:



3)Постоянная времени и корень характеристического уравнения.





4) Свободная составляющая.



5)Находим постоянную интегрирования.

По закону коммутации 

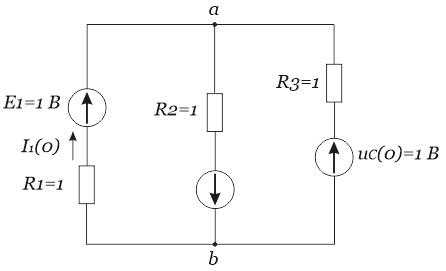


Рисунок 3.4

По методу двух узлов найдем напряжение на узлах а и b



Теперь находим ток 





При t=0



6) Получаем.



7)Строим графики на интервале t= (0; ).

Время переходного процесса 

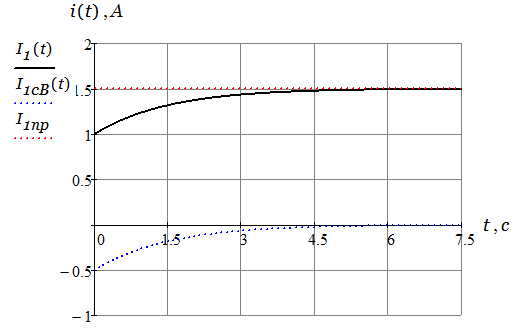


Рисунок 3.5



Задача 3.4

Найти *IL(t)*-? Построить график.

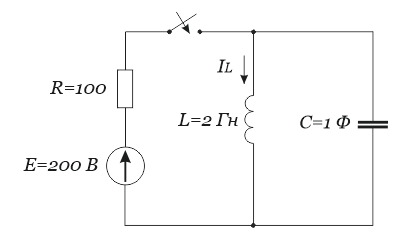


Рисунок 4.1

1)Момент времени *t=0-.* Ключ разомкнут.

Преобразуем конденсатор С в разрыв и катушку L в провод  

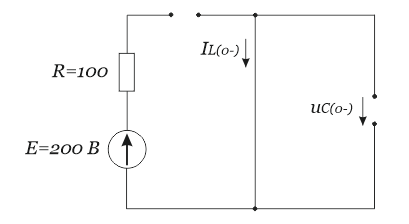



Рисунок 4.2



2)Принужденный режим.Ключ замкнут.

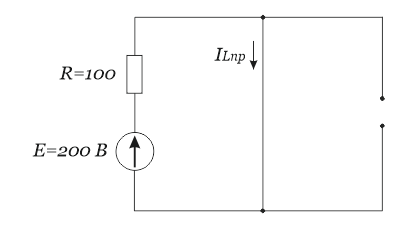


Рисунок 4.3

По закону Ома



3)Корни характеристического уравнения.

Составим схему операторного замещения для исходной схемы

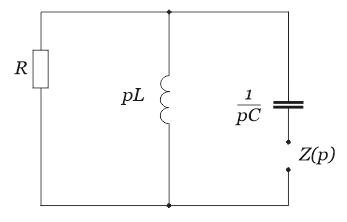


Рисунок 4.4

Z(p)-операторное сопротивление равное сумме всех сопротивлений





Тогда





Подставляя значения



Решая данное квадратное уравнение получим следующие корни:



4) Свободная составляющая.



5) Находим постоянные интегрирования *A1* и *A2* из начальных условий для момента *t*=0.







При t=0



Зависимое начальное условие

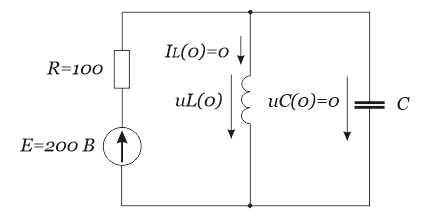


Рисунок 4.5

По закону коммутации



Т.к в цепи катушка L и конденсатор параллельны,то 

Формула для напряжения на катушке L



Используя прошлые уравнения получим значения производной тока на катушке в момент времени t=0



Тогда получаем систему из двух уравнений



Решая данную систему получим следующие значения



6) Получаем.



C помощью тригонометрических преобразований приведем данное выражение к виду:



Получим следующее:



Итоговое значение:



Где



7) Строим графики на интервале t= (0; ).

Время переходного процесса:



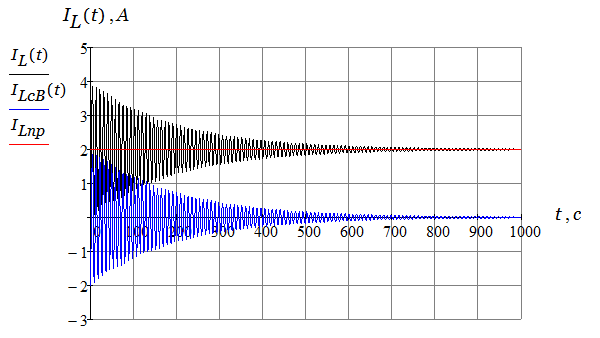


Рисунок 4.6



3.5 Вывод

В 3 части курсовой работы узнали о переходных процессах, решили 4 задачки в которых надо было найти значения токов или напряжений на различных элементах электрической цепи.Также в конце каждой задачи построили график зависимости искомой нами величины от времени.Графики строили до конца переходного процесса

# Заключение

В ходе данной курсовой работы по Электротехнике на тему “Расчет электрических цепей” в первой части работали с цепями постоянного тока,где находили значения токов в ветвях,к ним составляли баланс мощностей,строили потенциальную диаграмму,а также приводили результаты моделирование аналогичной схемы в программе Multisim.Во второй части работали с цепями переменного тока,где с помощью уже известных нам методов по первой части находили токи в ветвях,строили векторную диаграмму токов,а также векторно-топографическую диаграмму напряжений для каждого контура.В подтверждение правильности расчетов снимали показания с моделирования аналогичной схемы в программе Multisim. В 3 части курсовой работали уже с переходными процессами, решили 4 задачи в которых надо было найти значения токов или напряжений на различных элементах электрической цепи.Также в конце каждой задачи построили график зависимости искомой нами величины от времени.

# Литература

1.Атабеков Г.И.Теоретические основы электротехники: Линейные электрические цепи [Текст] : Учеб. пособие / Атабеков Г.И.. - 8-е изд., стер.. - СПб. : Лань, 2010. - 592 с.. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2.Бычков Ю.А.Справочник по основам теоретической электротехники [Текст] : Учеб. пособие / Под ред. Ю.А. Бычкова и др.. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с.. - (Учебники для вузов. Специальная литература).