Контрольная работа по дисциплине «Теория линейных электрических цепей» предусматривает выполнение студентами трех задач, которые имеют 100 вариантов и отличаются друг от друга схемами и числовыми значениями заданных величин. Вариант, подлежащий решению, определяется по двум последним цифрам шифра студента: по последней цифре выбирается номер схемы, а по предпоследней – номер числовых значений величин. Например, шифру 1110-СДс-2057 соответствует схема 7 и пятый вариант числовых значений.

**Требования к оформлению контрольной работы**

1. Работа выполняется в отдельной тетради или на листах формата А 4, на обложке которой указывают название дисциплины, курс, фамилию, имя, отчество, учебный шифр студента.
2. Писать следует на одной стороне листа или на двух при наличии широких полей для замечаний.
3. Условие задачи должно быть переписано в контрольную работу со схемой и числовыми значениями для своего варианта.
4. Расчетную часть каждой задачи следует сопровождать краткими и четкими пояснениями.
5. Основные положения решения объясняют и иллюстрируют электрическими схемами, чертежами, векторными диаграммами и т.д., которые выполняют аккуратно с помощью чертежного инструмента. На электрических схемах показывают положительные направления токов.
6. Выдерживают следующий порядок записи при вычислениях: сначала приводят формулу, затем подставляют числовые значения величин, входящих в формулу, без каких-либо преобразований; далее выполняют преобразования с числами, после этого записывают результат вычислений с указанием единиц измерения.
7. К работе прилагают перечень использованной литературы, в конце работы ставят дату и подпись.
8. Работы, выполненные не по своему варианту, а также написанные неразборчиво, не рецензируются.
9. Правильно выполненная контрольная работа возвращается к студенту с указанием «Допущен к зачету» и, при необходимости, с перечнем замечаний, которые студент должен исправить к зачету.
10. После получения отрецензированной работы студент должен исправить все ошибки и сделать требуемые дополнения. При большом количестве исправлений они делаются в конце работы в виде «работы над ошибками».

# Задача №1

**Расчет разветвленной линейной электрической цепи постоянного тока с одним источником электрической энергии**

Для электрической цепи, вариант которой соответствует последней цифре учебного шифра студента и изображенной на рис. 1, определить:

1. Токи в ветвях.
2. Мощность, развиваемую источником энергии и мощность потребителей. Проверить выполнение баланса мощностей.

Значения сопротивлений резисторов и ЭДС источника приведены в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры цепи  (рис. 1) | Предпоследняя цифра учебного шрифта студента | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| , В | 150 | 60 | 140 | 70 | 130 | 80 | 120 | 90 | 110 | 100 |
| , Ом | 10 | 6 | 11 | 7 | 9 | 5 | 9 | 9 | 7 | 18 |
| , Ом | 13 | 12 | 15 | 8 | 15 | 10 | 11 | 7 | 12 | 7 |
| , Ом | 12 | 5 | 14 | 10 | 14 | 12 | 14 | 13 | 11 | 11 |
| , Ом | 15 | 10 | 8 | 5 | 8 | 14 | 8 | 12 | 15 | 10 |
| , Ом | 14 | 8 | 10 | 12 | 10 | 13 | 10 | 8 | 5 | 8 |
| , Ом | 9 | 7 | 13 | 6 | 12 | 8 | 16 | 6 | 18 | 15 |

Теоретический материал и примеры расчета приведены в [1; 2; 5].



Рис. 1 (выбор схемы по последней цифре учебного шифра студента)



Рис. 1 (выбор схемы по последней цифре учебного шифра студента)

**Методические указания к задаче №1**

До проведения расчетов следует указать положительные направления токов в ветвях схемы. Стрелка внутри кружка с ЭДС показывает направление возрастания потенциала внутри источника. Ток во внешней цепи всегда течет от точки с большим потенциалом к точке с меньшим потенциалом.

Заданная электрическая цепь с параллельно-последовательными соединениями резистивных элементов и одним источником ЭДС рассчитывается методом эквивалентных преобразований.

Этот метод заключается в постепенной замене участков цепи более простыми, им эквивалентными, т.е. не вызывающими изменений напряжений и токов в остальной части цепи. Преобразования начинают в ветвях, наиболее удаленных от источника.

Расчет эквивалентных сопротивлений отдельных участков цепи производится по следующим формулам, например:

а) при последовательном соединении резисторов  и 

;

б) при параллельном соединении резисторов  и 

 или .

В результате нескольких таких преобразований вся сложная пассивная электрическая цепь заменяется одним эквивалентным резистором . По рассчитанному значению  и заданной величине ЭДС источника  определяют ток источника .

Затем схему постепенно возвращают к первоначальному виду, определяя по закону Ома и законам Кирхгофа напряжения и токи в отдельных приемниках.

Так при последовательном соединении резисторов ток, рассчитанный в их эквивалентном резисторе, будет током каждого из последовательно соединенных элементов.

Если же резисторы соединены параллельно, то вначале определяется напряжение на эквивалентном элементе параллельного соединения. Это напряжение является как общим напряжением всего участка, так и напряжением каждого резистора в отдельности. Далее для расчета тока через определенный резистор следует воспользоваться законом Ома.

Правильность решения задачи проверяется составлением баланса мощностей источника и приемника энергии: ***сумма мощностей, вырабатываемых всеми источниками энергии, должна быть равна сумме мощностей, потребляемых всеми приемниками***

.

Относительная погрешность расчета не должна превышать одного процента. Если баланс сходится с допустимой погрешностью, то расчет токов выполнен верно.

**ЗАДАЧА №2**

**Расчет распределения действующего значения напряжения вдоль длинной линии и энергетических показателей при заданной нагрузке**

Комплексное продольные сопротивление и комплексная поперечная проводимость на единицу длины однородной длинной линии даны в табл.2

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  линии | Предпоследняя цифра шифра студента | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| *Z*0, Ом/км | 3,5+j1 | 3+  j0,8 | 2,5+j0,7 | 5+  j1,4 | 6,5+  j1,7 | 5,5+  j1,5 | 4,5+  j1,1 | 4+  j1,2 | 6+  j1,8 | 7+  J2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Y*0, мкСм/км | 0,25+j40 | 0,2  +j35 | 0,35+j40 | 0,45+j50 | 0,5  +j55 | 0,75  +j65 | 0,7  +j50 | 0,8  +j70 | 0,9  +j80 | 0,95+j85 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечание: мкСм – микросименс (10-6 См).

Значения питающего напряжения *U*1, длины линии *l,* частоты *f* и комплексного сопротивления нагрузки *Z*2 в конце линии даны в табл.3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  линии | Последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| *U*1, В | 70 | 80 | 90 | 110 | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *l*, км | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| *Z*2,Ом | 120+ | 130+ | 140+ | 160+ | 180+ | 200+ | 180- | 160- | 140- | 120- |
|  | j100 | j110 | j120 | j140 | j160 | j200 | j100 | j140 | j120 | j100 |

**Требуется:**

1. Определить вторичные параметры длинной линии – волновое сопротивление *Z*B и коэффициент распространения  (коэффициент затухания  и коэффициент фазы ).

2. Входное сопротивление *Z*1BX линии со стороны первичных выводов и ток в начале линии *I*1.

3. Напряжение *U*2 и ток *I*2 в конце линии.

4. Полные мощности в начале и в конце линии и коэффициент полезного действия линии.

**Методические указания к решению задачи № 2**

Определим вторичные параметры длинной линии.

Волновое сопротивление

 Ом.

Коэффициент распространения



где  — коэффициент затухания, 

 — коэффициент фазы, 

Определим затухание линии  (в алгебраической форме)

Определим входное сопротивление со стороны первичных выводов



где  — гиперболический тангенс 



где  — гиперболический синус,

 — гиперболический косинус.

Таким образом,

.

Пример расчета



Заменим угол в радианах, равный 1,2 на угол в градусах



Тогда 



Также



Ток в начале линии



Напряжение в конце линии



Ток в конце линии



Определим полную мощность в начале линии



где  — сопряженный ток;

 — активная мощность;

 — реактивная мощность, Вар.

Определим полную мощность в конце линии



Определим коэффициент полезного действия



Задачу № 2 рекомендуется решать в интегрированном пакете ***MathCad***.