|  |  |
| --- | --- |
| **1.** 1) Основан на замене рассмотрения синусоидальных функций рассмотрением вращающихся векторов.  Каждая точка в комплексной плоскости определяется радиус-вектором этой точки.  =A, здесь A-модуль, -агрумент.  Тригонометрическая запись: =A\*(cos+j\*sin, где .  IMG_0989.JPGВектор, вращающийся против хода часовой стрелки с угловой скоростью может быть выражен следующим образом:  \*.  Т.е., комплексная амплитуда, это комплексная величина, не зависящая от времени, модуль и аргумент которой равны соответственно амплитуде и начальной фазе заданной синусоидальной функции.  Записывая комплексную функцию в тригонометрическом виде:  A\*cos+j\*A\*sin  IMG_0988.JPGЗаключаем, что синусоидальная функция A\*sin может рассматриваться как мнимая часть комплексной функции, взятой без множителя j, или, что то же, как проекция вращающегося вектора на мнимую ось: A\*sin=Im(\*).  Аналогично косинусоидальная функция может быть в случае необходимости представлена как действительная часть комплексной функции. A\*cos\*.  Диаграмма, изображающая совокупность векторов, построенных с соблюдением их взаимной ориентацией по фазе, называется *векторной диаграммой* | 2) Из ТФКП известно, что если функция аналитична в полуплоскости , стремится к нулю при в любой полуплоскости равномерно относительно аргумента и интеграл абсолютно сходится, то является изображением функции  - формула обратного преобразования Лапласа. Условная форма записи:  За путь интегрирования может быть принята любая бесконечная прямая, параллельная мнимой оси, расположенная на расстоянии от последней, так, что все особые точки функции оставались левее пути интегрирования.  На практике, в качестве пути интегрирования выбирается замкнутый контур, а это дает возможность применить теорему о вычетах: , где сумма вычетов берется по всем особым точкам функции |
| **2.** 1) Этот метод заключается в том, что вместо токов в ветвях определяются на основании второго закона Кирхгофа так называемые контурные токи, замыкающиеся в контурах.  IMG_0991.JPGЧисло уравнений, записываемых для контурных токов по второму закону Кирхгофа, равно числу независимых контуров, т.е. для электрической схемы с числом узлов и числом ветвей задача нахождения контурных токов сводится к решению системы уравнений.  Если заданная эл. схема содержит n независимых контуров, то на основании второго закона Кирхгофа получается система из n уравнений: Здесь – контурная э.д.с. в контуре ; -собственное сопротивление контура; - общее сопротивление контуров и ;  Решение уравнений запишется в виде , где , алгебраическое дополнение элемента (вычеркиваем из *-ую* строку и *-ый* столбец ) | 2) Запас энергии магнитного или электрического поля может изменяться только плавно, без скачков, поэтому существует *принцип непрерывности во времени потокосцепления индуктивности и электрического заряда емкости, называемый законами коммутации*.  Принцип непрерывности потокосцепления означает, что при неизменном ток не может изменяться скачком. Итак, ***в начальный момент после коммутации ток в индуктивности остается таким же, каким он был непосредственно перед коммутацией, а затем плавно изменяется.***  Принцип непрерывности электрического заряда означает, что при неизменном напряжение не может изменяться скачком. Итак, ***в начальный момент времени после коммутации напряжение на емкости остается таким же, каким оно было непосредственно перед коммутацией, а затем плавно изменяется.***  При нулевых начальных условиях, т.е. когда и, индуктивность в начальный момент после коммутации равносильна разрыву цепи, а емкость равносильна короткому замыканию.  При ненулевых начальных условиях, т. е. когда и, индуктивность впервый момент равносильна источнику тока , а емкость равносильна источнику э.д.с. |
| **3.** 1) Заключается в том, что на основании первого закона Кирхгофа определяются потенциалы в узлах электрической цепи относительно некоторого базисного узла. Потенциал базисного узла принимается равным нулю.  Если электрическая система содержит узлов, то на основании первого закона Кирхгофа получается система из уравнений (узел принят за базисный ): , -проводимость,  Здесь ток источника тока, подходящий к узлу, берется со знаком пляс, а отходящий от узла со знаком минус; - собственная проводимость всех ветвей, сходящихся в данном узле , -общая проводимость между узлами и .  Формула для *-ого* узлового напряжения относительно базиса:  , где , - алгебраическое дополнение эл-та данного определителя (вычеркиваем из -*ую* строку и -*ый* столбец )  Уравнение (1), выражающие первый закон Кирхгофа, записаны в предположении, что в качестве источников электрической энергии служат источники тока. При наличии в эл. схеме источников э.д.с. последние должны быть заменены эквивалентными источниками тока. | 2) В общем случае анализ переходного процесса в линейной цепи с сосредоточенными параметрами сводится к решению обыкновенного дифф. ур-ий, выражающих законы Кирхгофа. Эти уравнения представляют собой линейную комбинацию напряжений, токов, их первых производных и интегралов по времени.  Например, если какая-нибудь э.д.с. включается в цепь с последовательно соединенными то интегральное ур-ие имеет вид:. Дифференцируем, и получаем: Общий интеграл такого ур-ия равен сумме частного решения неоднородного уравнения и общего решения однородного уравнения. Частное решение установившийся режим, задаваемый источником.  Функции, определяемые общим решением, называются свободными составляющими.  Однородное ур-ие: ; характеристическое ур-ие  Корни хар-ого уравнения обозначим как и . Общее решения запишется в виде: , где и постоянные интегрирования, которые определяются из начальных условий.  Полный переходный ток в цепи равен  На основании законов коммутации: |
| **4.** 1) В линейной электрической цепи, содержащей источники э.д.с., контурные токи представляют собой линейные функции контурных э.д.с. Математически они выражаются формулой . Физический смысл этой формулы заключается в том, что *ток* *в любом контуре линейной электрической цепи может быть получен как алгебраическая сумма токов, вызываемых в этом контуре каждой из э.д.с. в отдельности.*  Метод расчета токов, основанный на определении токов в одном и том же контуре, при поочередном воздействии э.д.с и последующем алгебраическом сложении этих токов, называется методом наложения.  **IMG_0993.JPG**В свою очередь в линейной эл. цепи, содержащей источники тока, узловые напряжения представляют собой линейные функции задающих токов источников. Математически они выражаются формулой . Физический смысл этой формулы заключается в том, что *узловое напряжение для любого узла линейной эл. цепи может быть получено как алгебраическая сумма напряжений, вызываемых в этом узле каждым из задающих токов в отдельности.*  ***Теорема об эквивалентном источнике*** С помощью этой теоремы сложная эл. схема с произвольным числом источников эл. энергии приводится к схеме с одним источником, благодаря чему расчет эл. цепи упрощается*. Ток в любой ветви mn линейной электрической цепи не изменится, если эл. цепь, к которой подключена данная ветвь, заменить эквивалентным источником э.д.с.(тока) которая должна быть равна напряжению (току) на входах разомкнутой (закороченной)цепи mn, а внутренне сопротивление(проводимость) источника должно равняться входному сопротивлению (проводимости) пассивной эл. цепи со стороны выводов m и n при разомкнутой ветви mn.* | IMG_0994.JPG2) Представление электрических устройств в виде цепей с сосредоточенными параметрами не всегда возможно. Например, рассматривая электромагнитные процессы, происходящие в эл. линиях, при помощи которых сигнал передается на расстояние, необходимо иметь в виду, что магнитное и эл. поле распределены так же по всей длине линии и превращение электромагнитной энергии в тепло так же происходит по всей длине линии. Линя является цепью с распределенными параметрами. Если мысленно выделить какой-либо конечный участок этой линии, то токи на концах этого участка окажутся не одинаковыми.  В качестве цепи с распределенными параметрами рассматривается однородная двухпроводная линия. Первичные параметры этой цепи   1. Магнитный поток, который сцепляется с контуром тока, образуемым токоведущими проводниками, определяет индуктивность цепи. 2. Емкость между проводами, а так же емкость самих проводов по отношению к земле и другим соседним проводам определяют емкость цепи. 3. Тепловые потери в проводах с учетом поверхностного эффекта и эффекта близости обуславливают продольное активное сопротивление цепи. 4. Несовершенство изоляции определяют поперечную активную проводимость цепи.     Воздушная линия: , Ом/м (линии); LГ/м; , Г/м  Коаксиальный кабель: , Ом/м; , См/м (); LГ/м; , Ф/м |
| **5.** 1) Наведение Э.Д.С. в одной электрической цепи в следствие закона электромагнитной индукции из-за изменения тока в другой электрической цепи называется явлением взаимоиндукции, а такие цепи называются индуктивно-связанными. Различают согласное и встречное включения катушек. При согласном включении потоки, создаваемые каждой из катушек, направлены в одну сторону, а токи в катушках одинаково ориентированы по отношению к их одноименным зажимам. При этом ЭДС само- и взаимоиндукции складываются. При встречном включении катушек потоки направлены в противоположные стороны, а токи ориентированы относительно одноименных зажимов различно. В этом случае ЭДС само- и взаимоиндукции вычитаются. Таким образом, тип включения катушек (согласное или встречное) определяются совместно способом намотки катушек и направлении токов в них.  Рассмотрим пример согласного соединения катушек.  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\_DSC1882 2.jpg  *, откуда*  Рассмотрим пример встречного соединения катушек.  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\_DSC1882.jpg  *, откуда*  *Если , то ток меньше в случае встречного направления.* | **5.** 2) Представление электрических устройств в виде цепей с сосредоточенными параметрами не всегда возможно. Например, рассматривая электромагнитные процессы, происходящие в эл. линиях, при помощи которых сигнал передается на расстояние, необходимо иметь в виду, что магнитное и эл. поле распределены так же по всей длине линии и превращение электромагнитной энергии в тепло так же происходит по всей длине линии. Линя является цепью с распределенными параметрами. Если мысленно выделить какой-либо конечный участок этой линии, то токи на концах этого участка окажутся не одинаковыми. Таким образом, напряжение и ток в линии являются функциями двух независимых переменных: – координаты и – времени.  Выделим элементарный участок линии длиной , находящийся на расстоянии х от начала линии (рис. 13.2). Его эквивалентную схему можно приближенно представить в виде последовательно включенных сопротивления и индуктивности и парал­лельно включенных активной проводимости и емкости .  Уравнения для приращения напряжения и тока на элементе длины запишутся следующим образом:  Разделив оба уравнения на и перейдя к пределу при  Получим:  http://ndo.sibsutis.ru/bakalavr/sem4/course111/Images/lec13/image014.gifЭти уравнения называются телеграфными, т. к. впервые были получены для линии телеграфной связи. Они могут быть решены при использовании начальных (значения напряжения и тока в начале или в конце линии в момент времени равный нулю) и граничных (связь напряжении и тока в начале или в конце линии, зависящая от заданного режима работы) условий. |
| **6.** 1) **Теорема обратимости.** Пассивные линейные электрические цепи обладают свойством обратимости. Рас-им случай с источником э.д.с. в цепи с контурами и . в контуре вызывает ток в контуре , который равен . Соответственно э.д.с. в контуре вызывает ток в контуре . Отсюда следует, что Т.к. алгебраические дополнения **=>** = Электрические цепи, для которых выполняется это условие, называются обратимыми. Для таких цепей имеем Таким образом, если некоторая э.д.с., находящаяся в каком-либо контуре электрической цепи вызывает ток в другом контуре данной цепи, то та же э.д.с., перенесенная во второй контур, вызовет в первом контурный ток то же величины и фазы.  **Теорема компенсации.** Ток в электрической цепи не изменяется, если любой участок цепи заменить эдс, равной по величине напряжению на данном участке и направлению навстречу току, проходящему по данному участку. Справедливость теоремы вытекает из того, что любое из слагающих падения напряжений, входящих в уравнение по второму закону Кирхгофа, может быть перенесено в другую сторону уравнения с противоположным знаком, те рассматриваться как доп. эдс, направленная навстречу току. | 2) При периодическом режиме под действием гармонического напряжения в любой точке линии напряжение и ток изменяются гармонически с частотой источника. Обозначим комплексные действующие значения напряжения и тока на расстоянии  от начала линии через  и  Продифференцировав систему по расстоянию , получим уравнения относительно тока и напряжения:  Заменим - коэффициент распространения волны. Тогда и Решение для напряжения имеет вид:  , где - волновое сопротивление линии. Мгновенное значение напряж: |
| **6.** 2) . Мгновенное значение напряжения в точке *x* равно мнимой части выражения  где y1 и y2 – аргументы комплексных чисел *A*1 и *A*2. Таким образом, мгновенное значение напряжения в любой точке имеет две составляющие. Первое составляющее: Если рассмотрим фиксированный момент времени, то получим затухающую гармоническую волну напряжения, амплитуда которой   убывает с ростом *х*, т.е. по мере удаления от начала линии.  G:\эл-тех билеты\Безымянный.png Величина α, характеризующая изменение амплитуды волны на единицу длины линии, называется коэффициентом затухания, а величина β, характеризующая изменение фазы на единицу длины линии, называется коэффициентом фазы. С течением времени волна перемещается от начала линии к ее концу. Она называется прямой или падающей волной.Скорость перемещения падающей волны вдоль линии называется фазовой скоростью. Она определяется как скорость перемещения точки, фаза колебаний которой остается постоянной. Для прямой волны это условие записывается в виде следовательно: | G:\эл-тех билеты\toe3-lec-23.pngВторое составляющее: для произвольного момента времени она представляет синусоидальную волну, амплитуда которой возрастает с увеличением *х*, т.е. по мере удаления от начала линии к ее концу. С течением времени волна перемещается от конца линии к ее началу. Эта волна называется обратной или отраженной волной. Фазовая скорость обратной волны .  Мгновенное напряжение можно рассматривать как сумму двух волн, движущихся в противоположных направлениях, причем каждая из этих волн затухает в направлении движения  За время, равное одному периоду, обе волны перемещаются на расстояние, равное длине волны.  http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-28.pngЗапишем прямую и обратную волны в комплексной форме http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-30.png, где http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-31.png  Напряжение и ток прямой и обратной волн связаны законом Омаhttp://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-32.png Постоянные интегрирования *A*1 и *A*2 находятся в зависимости от напряжения и тока в начале линии (граничные условия), если они заданы. при *х* = 0 http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-33.png,откудаhttp://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-34.png |
| **7.** 1) Трехфазная электр. цепь может быть представлена как совокупность трех однофазных цепей, в которых действуют эдс одной и той же частоты, сдвинутые относительно друг друга на угол 2π/3. Эти три составные части трехфазной цепи называются фазами. Каждая фаза трехфазной цепи имеет стандартное наименование: первая фаза – фаза "А"; вторая фаза – "В"; третья фаза – "С". Начала первой, второй и третьей фаз обозначаются соответственно А, В, С, а концы фаз – X, Y, Z. Трехфазный генератор создает одновременно три ЭДС, одинаковые по величине и отличающиеся по фазе на 120. Примем начальную фазу ЭДС фазы А, равной нулю, тогда =,=, =. Действующее значение ЭДС всех фаз одинаковы: === Графики мгновенных значений трехфазной симметричной системы ЭДС на временной диаграмме представляют из себя три синусоиды, сдвинутые друг относительно друга на 1/3 часть периода.  При симметричном приемнике сопротивления (также как и проводимости) фаз одинаковы:  Пусть , тогда Следовательно, и  Из векторной диаграммы видно, что при симметричной системе фазных  напряжений система линейных напряжений тоже симметрична, т.е. линейные напряжения равны по величинеи сдвинуты по фазе относительно друг друга на 120° Соотношение по величине между линейным и фазным напряжениями легко определить по диаграмме из треугольника ANB. = 2= или =  *активная мощность симметричной трехфазной нагрузки, – угол сдвига фазного тока относительно одноименного фазного напряжения.*  *- реактивная мощность*  *– полная мощность* | 2) Пусть – функция действительного переменного , заданная в области и равная нулю  при , возрастает не быстрее показательной функции, т.е.  *при , тогда*  *– прямое преобразование Лапласа, где – оригинал, а - изображение. Этот интеграл абсолютно сходится и является аналитической функцией комплексного переменного в полуплоскости Re p = c >*  *Единичная функция Ее изображение*  *Показательна функция*  *Ее изображение:*        *Свойства преобразований Лапласа. Если , то выполняются следующие свойства:*  *Свойство линейности:*  *Дифференцирование оригинала и изображения:*  *Интегрирование оригинала и изображения:*  *Теорема подобия:*  *Теорема запаздывания:*  *Теорема смещения:* |
| **8.** 1) Резонанс токов возникает при вынужденных колебаниях в разветвленной цепи, в которой одна из ветвей содержит конденсатор емкостью С, а другая - катушку индуктивности L.  Резонанс токов наступит при условии . Следовательно,  – добротность индуктивной катушки.  – добротность конденсатора.  – относительная расстройка частоты – Добротность резонансной цепи, где характеристическое сопротивление резонансного контура.  – ток, идущий от источника в цепь. – ток при резонансе.  2)Изображение  функции   определяется в соответствии с прямым преобразованием Лапласа. Таким образом, для напряжения на индуктивном элементе можно записать или при нулевых начальных условиях Операторное сопротивление катушки индуктивности Для напряжения на конденсаторе можно записать:  при нулевых начальных условиях операторное сопротивление конденсатора. | |  |  | | --- | --- | | **Исходная электрическая цепь** | **Операторная расчетная цепь** | |  |  | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image038.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image040.jpg** | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image042.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image044.jpg** | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image046.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image048.jpg** |   Закон Ома в операторной форме. Замыкание ключа приводит к переходному процессу, при этом начальные условия для тока в ветви и напряжения на конденсаторе в общем случае ненулевые. Для мгновенных значений переменных можно записать:  Тогда получим:   Отсюда , где    - операторное сопротивление участка цепи.  Законы Кирхгофа в операторной форме  Первый закон Кирхгофа: алгебраическая  сумма  изображений  токов, сходящихся в узле, равна нулю  Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма изображений  ЭДС, действующих в контуре, равна алгебраической сумме изображений напряжений на пассивных элементах этого контура  С учетом ненулевых начальных условий:  http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture27/image095-9.gifhttp://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture27/image077-10.gif |
| **9.** 1) Интенсивность передачи или преобразования энергии ω называется мощностью . Выражение для мгновенной мощности имеет вид: Т.к. и получим:  мгновенная мощность имеет постоянную и гармоническую составляющую, угловая частота которой в 2 раза больше угловой частоты напряжения и тока. Среднее за период значение мгновенной мощности называется активной мощностью.  Т.к. , получим: где -коэффициент мощности. Чем меньше угол , тем ближе к 1, тем большая при заданных значениях и активная мощность передается источником приемнику. – полная мощность.http://www.toehelp.ru/theory/toe/lecture07/image080-4.gif Интенсивность обмена энергии характеризуется наибольшим значением скорости поступления энергии в магнитное поле катушки или электрическое поле конденсатора, которое называется реактивной мощностью. Выражение для реактивной мощности имеет вид: . Активная, реактивная и полная мощности связаны следующим соотношением: .  Комплексная мощность. Пусть , а , тогда , где   - комплекс. сопряженный с  . Комплексной мощности можно поставить в соответствие треугольник мощностей (см. рис. 4) | 2) Переходный процесс - это переход от одного режима электрической цепи к другому, отличающемуся какими-либо параметрами.  1-й закон коммутации: сохранение потокосцепления ;  2-й закон коммутации: сохранение заряда ;  1-е правило коммутации; 2-е правило коммутации. .  Начальные условия (НУ)– значения токов и напряжений в схеме при t=0. Значения и , известные до коммутации, называются независимыми НУ. Значения остальных токов и напряжений, включая их производные, после коммутации называются зависимыми НУ .  Некорректные НУ cвязаны с некорректными коммутациями. Некорректные коммутации – такие, в которых корректный учет малых изменений параметров цепи может привести к невыполнению законов Кирхгофа.  image069 При переводе в схеме на рис. 2,а ключа из положения 1 в положение 2 трактование второго закона коммутации (невозможность скачкообразного изменения напряжения на конденсаторе) приводит к невыполнению второго закона Кирхгофа image071. А при размыкании ключа в схеме на рис. 2,б трактование первого закона коммутации (невозможность скачкообразного изменения тока через катушку индуктивности) приводит к невыполнению первого закона Кирхгофа image073. Исходя из сохранения заряда и соответственно потокосцепления, можно записать: image075 |
| **10.** 1) Трансформатор - аппарат, передающий энергию из одной цепи в другую посредством электромагнитной индукции. Он применяется для различных целей, но чаще всего предназначается для преобразования величин переменных напряжений и токов. Трансформатор состоит из двух или нескольких индуктивно связанных обмоток, насаженных на общий сердечник. У воздушного трансформатора сердечник неферромагнитный.  Обмотка трансформатора, присоединяемая к источнику питания, называется первичной, а обмотка, к которой подключается нагрузка – вторичной.  Уравнения трансформатора в дифференциальной форме:  http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE2/toe2-lec-385.png В комплексной форме записи:   Последние уравнения являются контурными для схемы 1  Эта схема может рассматриваться в качестве схемы замещения трансформатора без ферромагнитного сердечника. В схеме замещения, в отличие от предыдущей, первичная и вторичная цепи трансформатора связаны не индуктивно, а электрически. Входящие в эту схему разности и имеют физический смысл только при одинаковом числе витков и . Для изображения таким образом трансформатора с разным чисел витков (т.е. при ) обмоток осуществляют приведение трансформатора. Приведение заключается в том, что напряжение U2 и ток I2 заменяются величинами, приведенными к первичной обмотке: напряжение U2 умножается на n, а ток I2 делится на n, где n = W1/W2 – отношение чисел витков, называемое коэффициентом трансформации. Тогда  Последние уравнения являются контурными для следующей схемы 2 (Схема замещения приведенного трансформатора)  Поперечная ветвь данной схемы называется ветвью намагничивания, а ток, проходящий через эту ветвь называется намагничивающим током.  Идеальный трансформатор – при любых условиях выполняется ; он не имеет потерь энергии и при разомкнутой вторичной обмотке через его первичную обмотку ток не течет. | http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE2/toe2-lec-389.pnghttp://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE2/toe2-lec-391.png  Схема 2  Схема 1 |
| **10.** 2)Неискаженной передачей сигнала называется такая передача, при которой форма сигнала в начале и конце линии одинакова. Такое явление имеет место в том случае, когда коэффициент ослабления линии, а также фазовая скорость на всех частотах одинаковы.  Для неискаженной передачи требуется, чтобы коэффициент ослабления α не зависел от частоты, а коэффициент фазы β был прямо пропорционален частоте (фазовая скорость получается независящей от частоты). Такое положение имеет место при условии:=(1). Линия, параметры которой удовлетворяют этому условию, называются линией без искажений.  В этом случае коэффициент распространения равен: С учетом (1)    Волновое сопротивление линии без искажений - действительное число, что равносильно активному сопротивлению, не зависящему от частоты:  Фазовая скорость постоянная:  Ввиду того что волновое сопротивление линии без искажений является активным, при согласованной нагрузке напряжение и ток в любой точке линии совпадают по фазе. Отношение мгновенных значений напряжения и тока в любой точке такой линии равно:  На практике условие (1),как правило, не выполняется; отношение обычно значительно меньше |  |
| **11. 1)** Несимметрия в трехфазной цепи может быть вызвана различными причинами: неодинаковым сопротивлением фаз; несимметричным коротким замыканием; размыканием фазы; неравенством э.д.с.  Несколько вариантов расчета токов и напряжений.  1)Несимметричная трехфазная цепь, соединенная звездой ,с нейтральным проводом.(рис.12-13)  Определим узловое напряжение между нейтральными точками N′ и N по формулеN′N=N=, где – проводимости соответствующих ветвей. После этого найдем токи:  *=(*В симметричной трехфазной цепи и поэтому при узловое напряжение равно нулю.DSC_0074.jpg Случаю размыкания какой-либо фазы или нейтрального провода соответствуетравенство нулю проводимости данной фазы или нейтрального провода. При отсутствии нейтрального провода, полагая , имеем: N=  Несимметричная трехфазная нагрузка, соединенная звездой(без нейтрального провода), заданными линейными напряжениями на выводах.(рис.12-14)  Обозначив фазные напряжения на выводах нагрузки через , получим , где проводимости фаз нагрузки.  Равенство нулю суммы токов трех фаз: ++=0. (2) Фазные напряжения и могут быть выражены через и заданные линейные напряжения: =-; =+. (3)  Подстановка (3) в (2) дает: = Круговой заменой находятся:  **DSC_0075.jpg**DSC_0080.jpgНесимметричная трехфазная нагрузка, соединенная треугольником, с заданными напряжениями на выводах.(рис.12-16)  Если на выводах несимметричной трехфазной нагрузки, соединенной треугольником, заданы линейные напряжения , и , то токи в сопротивлениях нагрузки равны: , и . Токи в линии определяются как разности соответствующих токов нагрузки, например: =- и т.д. Если на выводах несимметричной трехфазной нагрузки, соединенной треугольником, заданы фазные напряжения источника, соединенного в звезду, то линейные напряжения на выводах нагрузки находятся как разности соответствующих фазных напряжений. | 2) Линией без потерь называется линия, у которой можно пренебречь активным сопротивлением и проводимостью по сравнению с реактивными составляющими. (r=0 и g=0). В этом случае вторичные параметры линии принимают вид:   ( -коэффициент ослабления, β-коэффициент фазы, -коэффициент распространения). Ввиду постоянства фазовой скорости отсутствуют фазовые искажения. В том случае, когда к концу линии без потерь присоединено сопротивление, равное волновому, на любом отрезке линии соблюдается условие: =. При этом вся энергия, доставляемая падающей волной, поглощается в сопротивлении нагрузки. При этом уравнения для тока и напряжения принимают вид: |
| **12.** 1)Резонанс напряжения наблюдается в электрической цепи с последовательным соединением участков, содержащих индуктивности и емкости. . Резонанс напряжений настанет при условии , т.е.  – добротность индуктивной катушки.  – добротность конденсатора.  При резонансе ток и напряжение совпадают по фазе и полное сопротивление цепи равно ее активному сопротивлению.  , где – характеристическое сопротивление резонансного контура.  На рис. 2.14, а изображена векторная диаграмма цепи рис. 5-1 при резонансе напряжений. Диаграмма подтверждает тот факт, что ток совпадает по фазе с напряжением сети и что напряжение на активном сопротивлении равно напряжению сети.  – относительная расстройка частоты  – сопротивление контура  **image042.gif**2) Линией без потерь называется линия, у которой можно пренебречь активным сопротивлением и проводимостью по сравнению с реактивными составляющими. (r=0 и g=0). В этом случае вторичные параметры линии принимают вид:   ( -коэффициент ослабления, β-коэффициент фазы, -коэффициент распространения). Ввиду постоянства фазовой скорости отсутствуют фазовые искажения. В том случае, когда к концу линии без потерь присоединено сопротивление, равное волновому, на любом отрезке линии соблюдается условие: =. При этом вся энергия, доставляемая падающей волной, поглощается в сопротивлении нагрузки. При этом уравнения для тока и напряжения принимают вид:  Режим бегущей волны получается в линии только в случае, если она нагружена на активное сопротивление, равное волновому.  Рассмотрим случай, когда линия разомкнута на конце. Так как в конце разомкнутой линии нет нагрузочного сопротивления, энергия бегущей волны не может быть поглощена в конце линии, но волна не может и продолжать удаляться от генератора, потому что линия обрывается. | 2) Бегущая волна, дойдя до конца разомкнутой линии, отражается и двигается обратно, к генератору. Таким образом, в линии распространяются две бегущие волны: одна — падающая — движется от генератора к концу линии а другая —отраженная—движется в обратном направлении. Пренебрегая потерями в линии, можно считать, что энергия отраженной волны равна энергии падающей волны. В результате сложения двух волн, имеющих одинаковые амплитуды и движущихся навстречу друг другу, возникают так называемые стоячие волны.На рис.1 показано сложение падающей и отраженной волн напряжения для некоторого момента времени. Для примера взят момент, когда амплитуда падающей волны находится на расстоянии 1/8λ от конца линии.  Суммарное напряжение падающей и отраженной волн показано жирной линией. Оно имеет наибольшее значение в точках П1 и П2.  В точках У1 и У2 это напряжение равно нулю.  СТОЯЧИЕ ВОЛНЫ В ЛИНИЯХТочки У1 и У2, в которых напряжение всегда равно нулю, называются узлами напряжения, а точки наибольшего напряжения П1 и П2 называются пучностями. Узлы и пучности остаются в одних и тех же точках линии, и вся суммарная волна «стоит на месте».  [Режимы бегущих](http://fep.tti.sfedu.ru/russian/rte/Storages/shibaev/TOE_html/glossary.html#r2) и [стоячих волн](http://fep.tti.sfedu.ru/russian/rte/Storages/shibaev/TOE_html/glossary.html#r5) представляют собой два предельных случая. В остальных случаях в линии  имеет место [*режим смешанных волн*](http://fep.tti.sfedu.ru/russian/rte/Storages/shibaev/TOE_html/glossary.html#r4), который можно рассматривать как наложение режимов бегущих и стоячих волн. В режиме смешанных волн энергия, передаваемая падающей волной к концу линии, частично поглощается нагрузкой, а частично отражается от нее, поэтому амплит. отраженной волны больше нуля, но меньше амплитуды падающей волны.Как и в режиме стоячих волн, распределение амплитуд напряжений и тока в режиме смешанных волн (рис. 23) имеет четко выраженные максимумы и минимумы, повторяющиеся через λ/2.  Наличие хотя бы самых малых потерь в реальных линиях приводит к тому, что действующие значения U и I не снижаются до нуля, а достигают некоторых минимальных значений в точках, соответствующих узлам.  **Рис 23** Для количественной оценки степени согласования линии с нагрузкой используется коэффициент бегущей волны, под которым понимается отношение минимума кривой распределения U или I к максимуму той же величины: Kб==.КБВ может изменяться в пределах, от 0 до 1, причем чем больше Kб, тем ближе режим работы линии к режиму бегущих волн. **Рис. 23** |
| **13.** 1)*Электрической цепью* называется совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об э.д.с., напряжении и токе. В общем случае электрическая цепь состоит из источников и приемников электрической энергии и промежуточных звеньев (проводов, аппаратов), связывающих источники с приемниками.  Под *элементами* подразумеваются обычно не физически существующие составные части электротехнических устройств, а их идеализированные модели, которым теоретически приписываются определенные электрические и магнитные свойства, так что они в совокупности приближенно отображают явления, происходящие в реальных устройствах.  *Эквивалентная схема-* электрическая схема, в которой все реальные элементы заменены максимально близкими по функциональности цепями из идеальных элементов.  Идеальные элементы:  [Резистор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80). Идеальный резистор характеризуется только [сопротивлением](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). [Индуктивность](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [емкость](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%91%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), а также сопротивление выводов равны нулю.  [Конденсатор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80). Идеальный конденсатор характеризуется только [ёмкостью](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%91%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). Индуктивность, утечка, [тангенс угла потерь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80#.D0.A2.D0.B0.D0.BD.D0.B3.D0.B5.D0.BD.D1.81_.D1.83.D0.B3.D0.BB.D0.B0_.D0.BF.D0.BE.D1.82.D0.B5.D1.80.D1.8C), [диэлектрическое поглощение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80#.D0.94.D0.B8.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BA.D1.82.D1.80.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B5_.D0.BF.D0.BE.D0.B3.D0.BB.D0.BE.D1.89.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5), а также сопротивление выводов равны нулю.  [Катушка индуктивности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8). Идеальная катушка индуктивности характеризуется только [индуктивностью](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%81#.D0.9A.D0.B0.D1.82.D1.83.D1.88.D0.BA.D0.B0_.D0.B8.D0.BD.D0.B4.D1.83.D0.BA.D1.82.D0.B8.D0.B2.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8). Емкость, [сопротивление потерь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8#.D0.A1.D0.BE.D0.BF.D1.80.D0.BE.D1.82.D0.B8.D0.B2.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D0.BF.D0.BE.D1.82.D0.B5.D1.80.D1.8C), а также сопротивление выводов равны нулю.  [Источник ЭДС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%AD%D0%94%D0%A1). Идеальный источник ЭДС характеризуется только своим [напряжением](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). [Внутреннее сопротивление](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и сопротивление выводов равны нулю.  [Источник тока](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0). Идеальный источник тока характеризуется только своим [током](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA). Утечка равна нулю.  [Проводники](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Элементы эквивалентной схемы соединены идеальными проводниками, то есть индуктивность, емкость и сопротивление проводников равны нулю.  Первый з-н Кирхгофа  Алгебраическая сумма токов в узле равна нулю: ∑i=0.  Суммирование распространяется на токи I в ветвях, сходящихся в рассматриваемом узле. Первый з-н Кирхгофа выражает тот факт, что в узле электрический заряд не накапливается и не расходуется. Сумма электрических зарядов, приходящих к узлу, равна сумме зарядов, уходящих от узла за один и тот же промежуток времени.  Второй з-н Кирхгофа  Алгебраическая сумма э.д.с. в любом контуре цепи равна алгебраической сумме падений напряжения на элементах этого контура: ∑e=∑u. | 2) Входным сопротивлением длинной линии (цепи с распределенными параметрами) называется такое сосредоточенное сопротивление, подключение которого вместо линии к зажимам источника не изменит режим работы последнего. Входное сопротивление линии, измеренное в произвольной точке на расстоянии x' от конца, определяется отношением Z. Будем считать, что линия нагружена на конце некоторым сопротивлением Z2.  Комплексная форма выражения для входного сопротивления линии: Z=ZВ Данное выражение показывает, что с изменением координаты x' модуль входного сопротивления линии колеблется между некоторыми максимумами и минимумами. Максимумы чередуются через каждые полволны. Посредине между максимумами будут минимумы, которые также чередуются через каждые полволны. Если вместо координаты x' варьировать коэффициент фазы β=2π/λ, меняя частоту источника, то получится волнообразная кривая. Волнообразный характер кривой z подчиняется закону изменения модуля гиперболического тангенса с комплексным аргументом. Z=.(2). Обозначив Z2/ZВ=thM, имеем Z=ZB =ZBth(γx'+M).(3)  *DSC_0076.jpg*При холостом ходе (Z2=∞) входное сопротивление равно: Zx=ZBcthγx'(4), а при коротком замыкании (Z2=0) Zk=ZBthγx'(5). Следовательно, Z=Zx  На основании (4), (5) ZB=; thγx'=  Входные сопротивления линии без потерь при холостом ходе и коротком замыкании могут быть получены из(4), (5) заменой γ=jβ=j2π/λ: Zx=-jzвctgx'; Zk=jzвtgx'  DSC_0077.jpgВходное сопротивление при x'<= индуктивно в случае короткого замыкания и емкостно в случае холостого хода. |
| **14.** 1) Управляемый источник напряжения (тока) представляет собой необратимый четырехполюсник, выходное напряжение (ток) которого пропорционально входному напряжению (току) этого четырехполюсника.  Существует 4 типа идеализированных источников:  ИТУН – источник тока, управляемый напряжением  ИТУТ – источник тока, управляемый током  ИНУН – источник напряжения, управляемый напряжением  ИНУТ – источник напряжения, управляемый током  Для расчета цепей ИТУН и ИТУТ используется МУП  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 2.JPGi: + +…+  j: + +…+  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 1.JPGРассмотрим пример: | 2) Любой сигнал можно разложить на сумму элементарных сигналов.  *C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 3.JPG- интеграл Дюамеля.* |
| **15.** 1)*Расчет цепей с зависимыми источниками. Составление матрицы контурных сопротивлений.*  Управляемый источник напряжения (тока) представляет собой необратимый четырехполюсник, выходное напряжение (ток) которого пропорционально входному напряжению (току) этого четырехполюсника.  Существует 4 типа идеализированных источников:  ИТУН – источник тока, управляемый напряжением  ИТУТ – источник тока, управляемый током  ИНУН – источник напряжения, управляемый напряжением  ИНУТ – источник напряжения, управляемый током  Для расчета цепей ИНУТ и ИНУН используется МКТ  i: + +…+  j: + +…+  *C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 4.JPG* | C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 5.jpg2) Цепи с распределенными параметрами – это такие цепи, в которых напряжения и токи на разных участках цепи отличаются друг от друга, т.е. являются функцией двух независимых переменных: времени t и координаты x.  Режим работы длинной линии, нагруженной на сопротивление, равное волновому, называется согласованным режимом. ( т.е. ) При таком режиме коэффициент отражения N=0, т.е. не возникает отраженная волна, а также в любой точке линии входное сопротивление равно волновому.  Если же , то последовательно с нагрузкой включают четвертьволновой трансформатор (линия без потерь длиной ), при этом нужно, чтобы  Найдем : => =>  Если нагрузка представляет собой активно-реактивное сопротивление, то для согласования применяют параллельное соединение четвертьволнового трансформатора и шлейфа.  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\рис 6.jpg  Путем подбора волнового сопротивления четвертьволнового трансформатора добиваются согласование активной проводимости цепи, а затем с помощью шлейфа компенсируют реативную составляющую проводимости ветви с трансформатором.  = . Тогда ; =>  В зависимости от нагрузки применяют шлейф, работающий в режиме к.з. () и х.х. () |
| **16.** 1)Определим резонансные частоты и частотные характеристики в цепи, изображенной на рис. 1.  В радиотехнике и в технике связи часто используют явление резонанса в индуктивно связанных колебательных контурах с большой добротностью. В связи с этим для упрощения расчета пренебрежем активным сопротивлением вторичного контура.  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2766.gifРис. 1. Индуктивно–связанные контуры  Собственные частоты контуров, при которых в них наступает резонанс, в случае отсутствия взаимной индукции равны:  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2768.gif  и  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2770.gif Имеем уравнения рассматриваемой цепи  Выражая http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2031.gif из второго уравнения через http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2107.gif и подставляя в первое уравнение, получаем  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2776.gifhttp://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2778.gif. Условием резонанса напряжений будет равенство нулю эквивалентного реактивного сопротивления, т.е. x1Э= 0, откуда  Условием резонанса напряжений будет равенство нулю эквивалентного реактивного сопротивления, т.е. x1Э= 0, откуда  Разделив на (ωL1ωL2) обе части этого выражения, получим  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2782.gifгде http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2784.gif есть квадрат коэффициента связи, причем k2< 1.  Решая это уравнение относительно ω, найдем частоты http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2786.gif и http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2788.gif, отвечающие резонансу напряжений, из выражения  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2780.gifhttp://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2790.gifhttp://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2780.gifhttp://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2772.gif где ωрез равна либо http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2786.gif, либо http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2788.gif. Если оба контура предварительно были настроены на одну частоту ω1= ω2= ω0, то частоты http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2786.gif и http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2788.gif находятся из выражения  http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2796.gif, т.е. они оказываются равными http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2798.gif    (3.23) http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2800.gif  (3.24) причем http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2802.gif При частотах http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2786.gif и http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2788.gif сопротивление цепи оказывается минимальным и равным r1, а ток I1достигает максимальных значений: I1= U1/r1. | При ω = ω0 имеем х1Э= http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2689.gif и ток I1=0. Это можно пояснить следующим образом: при частоте ω0 имеет место резонанс во вторичном контуре х2= ωL2 – 1/( ωC2)=0, и при условии r2= 0 получается z2= 0. Как видно из уравнения для второго контура, при конечном значении тока http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image1366.gif ЭДС взаимной индукции http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2808.gif должна быть равна нулю, т.е. I1=0. Ток http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2031.gif устанавливается таким, чтобы ЭДС взаимной индукции http://3ys.ru/images/lib/rezim-garmonichnih-kolebanii/clip_image2811.gif со стороны второго контура урав­новесила приложенное к первому контуру напряжение, что видно из первого уравнения при I1= 0. Этот случай по своему характеру аналогичен резонансу токов в контуре без потерь.  2) Метод интеграла Дюамеля целесообразно применять в тех случаях, когда известна или легко находится реакция на единичную функцию, а воздействующая функция имеет кусочно-аналитическую форму. Идея применения метода состоит в следующем. Входной сигнал представляется в виде суммы (в общем случае бесконечной) стандартных сигналов, для которых отклик системы *h*(*t*), называемый переходной функцией, известен. В качестве стандартного сигнала используется ступенчатая функция Хэвисайда *H(t)*. Отклик системы выражается в виде интеграла от произведения задержанного *h*(*t*) на входное воздействие (свёртка функций), который носит назв. интеграла Дюамеля.  Если входной сигнал системы описывается функцией *U*(*t*), реакция системы на этот сигнал выражается формулой  Y(t)= U(0) \cdot h(t) + \int_0^t U'(\tau)h(t-\tau)d\tau,  Где U'(\tau) = \frac {dU(\tau)}{d\tau}. В случае, если входной сигнал составной и функция *U*(*t*) испытывает разрывы (моменты времени *t*1, *t*2 на рис.2), то вышеуказанная формула справедлива только на интервале [0,*t*1]: Y_1(t)= U_1(0) \cdot h(t) + \int_0^{t_1} U_1'(\tau)h(t-\tau)d\tau.  Отклик на остальных интервалах вычисл. по формулам:  Y_2(t)= Y_1(t) + \left[ U_2(t_1)-U_1(t_1) \right] \cdot h(t-t_1) + \int_{t_1}^{t_2} U_2'(\tau)h(t-\tau)d\tau; Y_3(t)= Y_2(t) +\left[ U_3(t_2)-U_2(t_2) \right] \cdot h(t-t_2) + \int_{t_2}^{\mathcal{1}} U_3'(\tau)h(t-\tau)d\tau;  Последние формулы означают, что  - Отклик системы, возникший на ранних этапах развития процесса, продолжает действовать во всех последующих интервалах времени;  - Разрыв функции в момент времени *t*р на величину *E* эквивалентен прибавлению или вычитанию из входного сигнала единичной функции с соответствующим коэффициентом и сдвинутой на соответствующий интервал времени (*E*·1(*t* – *t*р)), что прибавляет в отклику системы дополнительный сигнал *E*·*h*(*t* – *t*р);  - К указанным выше сигналам отклика в последующие интервалы времени прибавляются отклики, вычисленные по тем же формулам с учётом сдвига входного сигнала на соответствующее время. |
| http://www.px-pict.com/5/3/3/1/im10/b.jpg**17.** 1) Положим, что имеется четырехполюсник, не содержащий независимых источников электрической энергии. Электрические цепи, присоединенные к выводам n – ­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­m и q – p, могут быть на основании теоремы компенсации в любом режиме замещены источниками э. д. с. и , которые могут рассматриваться как контурные э. д. с., включенные в два независимых контура четырехполюсника, а токи и как контурные токи. Соотношения между напряжениями и токами на входе и выходе четырехполюсника могут быть записаны в виде следующих ниже шести форм уравнений:  1) Форма : и выражаются в зависимости от и :  (1)  2) Форма и выражаются в зависимости от и :  (2)  3) Форма и выражаются в зависимости от и :  (3)  4) Форма и выражаются в зависимости от и :  (4)  5) Форма и выражаются в зависимости от и :  (5)  6) Форма и выражаются в зависимости от и :  (6)  Коэффициенты и определители каждой системы уравнений четырехполюсника могут быть выражены через коэффициенты и определители другой системы. | 2) см. билет 16 (2)  В случае, если входной сигнал составной и функция *U*(*t*) испытывает разрывы (моменты времени *t*1, *t*2 на рис.2), то вышеуказанная формула справедлива только на интервале [0,*t*1]:  Y_1(t)= U_1(0) \cdot h(t) + \int_0^{t_1} U_1'(\tau)h(t-\tau)d\tau. чё  Отклик на остальных интервалах вычисляется по формулам:  Y_2(t)= Y_1(t) + \left[ U_2(t_1)-U_1(t_1) \right] \cdot h(t-t_1) + \int_{t_1}^{t_2} U_2'(\tau)h(t-\tau)d\tau;  Y_3(t)= Y_2(t) +\left[ U_3(t_2)-U_2(t_2) \right] \cdot h(t-t_2) + \int_{t_2}^{\mathcal{1}} U_3'(\tau)h(t-\tau)d\tau;  Последние формулы означают, что  - Отклик системы, возникший на ранних этапах развития процесса, продолжает действовать во всех последующих интервалах времени;  - Разрыв функции в момент времени *t*р на величину *E* эквивалентен прибавлению или вычитанию из входного сигнала единичной функции с соответствующим коэффициентом и сдвинутой на соответствующий интервал времени (*E*·1(*t* – *t*р)), что прибавляет в отклику системы дополнительный сигнал *E*·*h*(*t* – *t*р);  К указанным выше сигналам отклика в последующие интервалы времени прибавляются отклики, вычисленные по тем же формулам с учётом сдвига входного сигнала на соответствующее время.  C:\Users\Asus\Desktop\Интеграл_Дюамеля-02.png рис.2  **Функция Дирака**  \delta(x)=\left\{\begin{matrix}    +\infty, & x=0, \\    0, & x\ne 0; \\ \end{matrix}\right. |
| **18.** 1)Предположим, что сопротивления Z1 и Z2 подобраны таким образом, что Z1вх = Z1 и Z2вх = Z2. Будем считать, что существуют два сопротивления Z1 = Z1С и Z2 = Z2С, которые удовлетворяют условию: входное сопротивление четырехполюсника Z1вх, нагруженного на сопротивление Z2С, равно Z1С, входное сопротивление четырехполюсника Z2вх, нагруженного сопротивлением Z1С, равно Z2С (рис. 11.5).  http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE/toe1-lec-410.pngРис. 11.5. Схема согласованного четырехполюсника. Сопротивления Z1С и Z2С называются характеристическими сопротивлениями несимметричного четырехполюсника. Условие, когда четырехполюсник нагружен соответствующим характеристическим сопротивлением, называется условием согласованной нагрузки или согласованным включением: Z1С= Z2С=. Совместное решение этих уравнений относительно Z1C и Z2C даст выражения:  Z1С= Z2С=  Введем параметр g, удовлетворяющий условиям: ch g= и sh g=. Эти условия всегда осуществляются, так как параметр g может быть комплексным. Кроме того, выполняется формула:  ch2g – sh2g =1. Параметр g= α + jβ называют мерой передачи, или коэффициентом передачи четырехполюсника. Параметры α и β – соответственно собственным затуханием четырехполюсника и коэффициентом фазы. Величины Z1C, Z2C, g– являются тремя характеристическими параметрами обратимого несимметричного четырехполюсника.  Его уравнения в гиперболической форме: ;    При согласованно подобранной нагрузке имеет место равенство: =. Известно, что ch g+ sh g= . Тогда ток и напряжение в начале линии можно записать как:;.  В случае симметричного четырехполюсника (и Z1C = Z2C = ZC = .  При этом: ; . | 2) **Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.** Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами возникают при различных изменениях режимов их работы: включении-отключении нагрузки, источников энергии, подключении новых участков линии и т.д. Причиной переходных процессов в длинных линиях могут служить грозовые разряды. При рассмотрении схемы замещения цепи с распределенными параметрами были получены дифференциальные уравнения в частных производных:    Будем считать цепь линией без потерь, т.е. положим r=0 и g=0. С учетом указанного от соотношений (1) и (2) переходим к уравнениям:  Продифференцируем (3) по х, используем (4), получим: ;  Учитывая, что для линии без потерь , получим: = 0. (5)  Аналогично получается уравнение для тока: = 0. (6)  Волновым уравнениям (5) и (6) удовлетворяют решения:  u(x,t) = u1(x-vt)+u2(x+vt) = uпр+uобр;  i(x,t) = (u1(x-vt) - u2(x+vt))/zc = iпр – iобр;  Прямые и обратные волны напряжения и тока связаны между собой законом Ома для волн:  uпр = zciпр и uобр = zciобр, где zc = .  **Метод последовательных интервалов.**  U(p,x)=;  I(p,x)=;  γ = =p=p/V |
| http://library.tuit.uz/skanir_knigi/book/osnovi_teorii_cepey/osnov_4.files/image001.jpg19. 1) **Согласование с помощью четырехполюсника.** При передаче сигналов на расстояние может участвовать большое число каскадно соединенных четырехполюсников. На практике используется такое включение четырехполюсников, которое получило название *согласованного.* Если рассматривать четырехполюсник, включен­ный по схеме рис. 12.1, то это означает, что должны выполняться два условия: т. е. входное сопротивление че­тырехполюсника должно быть согласовано с сопротивлением гене­ратора, а выходное — с сопротивлением нагрузки. В случае каскадного включения нескольких четырехполюсников обеспечивают согласованное включение каждого из них. Режим согласованного включения является наиболее благо­приятным при передаче сигналов, поскольку при этом отсутствуют отражения электрической энергии (а значит, ее рассеяние) на сты­ках «генератор — четырехполюсник» и «четырехполюсник —на­грузка» и искажение сигнала.  2) **Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.** Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами возникают при различных изменениях режимов их работы: включении-отключении нагрузки, источников энергии, подключении новых участков линии и т.д. Причиной переходных процессов в длинных линиях могут служить грозовые разряды. При рассмотрении схемы замещения цепи с распределенными параметрами были получены дифференциальные уравнения в частных производных:  Будем считать цепь линией без потерь, т.е. положим r=0 и g=0. С учетом указанного от соотношений (1) и (2) переходим к уравнениям:    Будем считать цепь линией без потерь, т.е. положим r=0 и g=0. С учетом указанного от соотношений (1) и (2) переходим к уравнениям: | Продифференцируем (3) по х, используем (4), получим: ;  Учитывая, что для линии без потерь , получим: = 0. (5)  Аналогично получается уравнение для тока: = 0. (6)  Волновым уравнениям (5) и (6) удовлетворяют решения:  u(x,t) = u1(x-vt)+u2(x+vt) = uпр+uобр;  i(x,t) = (u1(x-vt) - u2(x+vt))/zc = iпр – iобр;  Прямые и обратные волны напряжения и тока связаны между собой законом Ома для волн:  uпр = zciпр и uобр = zciобр, где zc = .  **Метод последовательных отражений.** Этот метод называется универсальным методом. Он основан на операторном методе.  U(p,x)=A1+A2;  I(p,x)=;  γ = =p=p/V |
| **20.** 1)Электрические фильтры. Электрическим фильтром называется пассивный четырехполюсник, устанавливаемый между источником питания и нагрузкой и служащий для беспрепятственного пропускания токов одних частот и задержки токов других частот. Диапазон частот, пропускаемых фильтром без затухания (с малым затуханием), называется полосой пропускания или полосой прозрачности; диапазон частот, пропускаемых с большим затуханием, называется полосой затухания или полосой задерживания. Четырехполюсник, состоящий из одних лишь индуктивностей или одних лишь емкостей не имеет полосы пропускания (т.е. не является фильтром). Фильтрующие свойства четырехполюсников обусловлены возникающими в них резонансными режимами – резонансами токов и напряжений. Наиболее простые фильтры состоят из *Т* – или *П –* образных звеньев: http://www.theory-a.ru/el_i_el/lek7_5_clip_image006.gif  Классификация фильтров.   |  |  | | --- | --- | | Название фильтра | Диапазон пропускаемых частот | | Низкочастотный фильтр (фильтр нижних частот) | 0≤ω≤ | | Высокочастотный фильтр (фильтр верхних частот) |  | | Полосовой фильтр (полосно-пропускающий фильтр) |  | | Режекторный фильтр (полосно-задерживающий фильтр) | |  | | --- | | 0≤ω≤ , где < | |   Если фильтр имеет нагрузку, сопротивление которой при всех частотах равно характеристическому, то напряжения и соответственно токи на его входе и выходе связаны соотношением:  (1) - коэффициент фазы.  В идеальном случае в полосе пропускания (прозрачности) α=0, т.е. в соответствии с (1) U1=U2, I1=I2 и φ1=φ2. Следовательно, справедливо и равенство P1=P2, которое указывает на отсутствие потерь в идеальном фильтре, а значит, идеальный фильтр должен быть реализован на основе идеальных катушек индуктивности и конденсаторов. Вне области пропускания (в полосе затухания) в идеальном случае α=∞, т.е. U2=0, I2=0. Пусть составные элементы Г-образного звена являются взаимно обратными двухполюсниками. Это означает, что произведение их комплексных сопротивлений во всем диапазоне частот постоянно, т.е. не зависит от частоты: Такой тип фильтров называется фильтром типа k | 2) **Переход волны из одной линии в другую**. На практике приходится соединять между собой разные линии. В месте соединения (стыка) линий часто включают сосредоточенные элементы (*R, L, C*), назначение которых: ограничение перенапряжений, ограничение токов КЗ, увеличение пропускной способности линии, уменьшение искажений и т.д. Пусть известная прямоугольная падающая волна (*uпад*=*U*0; *iпад*=*U*0/*Z*C) переходит из одной линии с *Z*C1 и *v*1 в другую с *Z*C2 и *v*2 через индуктивность *L* (рис.9.13). Когда она достигнет места стыка двух линий, часть её отразится и в первой линии возникнет отраженная волна, которая со скоростью *v*1 будет перемещаться к её началу. Но часть волны проникнет во вторую линию. Эту волну называют преломленной, она со скоростью *v*2  будет перемещаться от начала к концу второй линии. Для расчета отраженных и преломленных волн обратимся к схеме замещения с сосредоточенными параметрами, представив последовательно соединенные *L* и *Z*C2 нагрузкой первой линии (рис.9.14). В этой схеме необходимо любым методом рассчитать ПП (чаще всего применяется классический или операторный метод).  Если переходный процесс в схеме замещения рассчитывать операторным методом, то для определения отраженных волн целесообразно использовать коэффициент отражения, а именно – определять изображения: ; ; где N(p)=. Для нашего конкретного примера: N(p)=.  Определение преломленных волн также производится по схеме замещения. Для этого нужно рассчитать напряжение *u*22’ в концеили ток в начале второй линии. В нашем случае: =i=,==, где . Эти формулы определяют преломленные волны как функции времени в начале второй линии. Чтобы получить полное выражение преломленных волн, необходимо в полученных выражениях *t*  заменить на *t-х/v*2, где *х* – расстояние от начала второй линии до любой её точки. |
| **21.** 1) Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов могут быть обусловлены или несинусоидальностью источника питания или (и) наличием в цепи хотя бы одного нелинейного элемента. Нелинейными называются элементы, параметры которых зависят от величины и (или) направления связанных с этими элементами переменных (напряжения, тока, магнитного потока, заряда, температуры, светового потока и др.). Несинусоидальные токи и напряжения можно представить в виде суммы синусоидальных напряжений и токов при помощи разложения в ряд Фурье с ограничением числа членов. В общем случае: ; Если на цепь линейна и на нее действует периодическая несинусоидальная эдс: где: - постоянная составляющая; - амплитуды гармонических составляющих; ω- частота основной гармоники; - начальные фазы гармоник. Тогда ток в цепи находится методом наложения, путем суммирования токов, создаваемых каждой из слагающих эдс в отдельности:  -сопротивление цепи при частоте равной нулю-сопротивление цепи при частоте . -арктангенс отношения реактивного сопротивления цепи к ее активному сопротивлению при частоте  *Если цепь состоит из последовательно соединенных элементов r, L и C, то - действующее значение периодической несинусоидальной функции*  *среднее значение периодической несинусоидальной функции*  **Примечание.** В цепях периодического несинусоидального тока мощность:, где T – мощность потерь,  т.е. , активная мощность:  – коэффициент мощности. Пусть тогда ,  где – коэффициент искажения. – коэффициент формы – коэффициент амплитуды | 2) **Согласование нагрузки с подводящими линиями с помощью шлейфа**. В нагруженной линии, в которой установилась комбинированная волна, состоящая из бегущей и стоячей волн, входное сопротивление изменяется от точки к точке.  Если нагрузка представляет собой активно-реактивное сопротивление, то для согласования применяют параллельное соединение четвертьволнового трансформатора и шлейфа (рис. 13.17).  http://toe-kgeu.ru/images/stories/TOE3/toe3-lec-157.png  Рис.13.17. Согласование линии с помощью четвертьволнового трансформатора и параллельного шлейфа  Путем подбора волнового сопротивления четвертьволнового трансформатора добиваются согласования активной проводимости цепи трансформатор-нагрузка, а затем с помощью шлейфа компенсируют реактивную составляющую проводимости ветви с трансформатором. Подключают короткозамкнутый или разомкнутый шлейф, реактивное сопротивление которого равно по величине и противоположно по знаку реактивной составляющей входного сопротивления линии. При этом в линии устанавливается чисто бегущая волна, и вся энергия от генератора передается без отражения к нагрузке.  *Z*H = *R*H + *j X*H;  = ==;  =; ;  В зависимости от характера нагрузки применяют шлейф, работающий в режиме короткого замыкания (*X*H > 0) или холостого хода (*X*H < 0). |
| **22.** 1) Совершенным трансформатором называется идеализированный четырёхполюсный элемент, представляющий собой две связанные индуктивности с коэффициентом связи, равным единице. В совершенном трансформаторе R1 = R2 = 0, M = http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image078.gif, и уравнения, связывающие токи и напряжения обмоток, имеют вид:   (11.8) Величина http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image101.gif называется коэффициентом трансформации.  Из (10.7), (10.8) и (10.13) следует, что коэффициент трансформации равен отношению числа витков вторичной обмотки N2 к числу первичной N1:  n = N2/N1. (11.9)  C учётом (11.9) и (11.6) выражения (11.8) будут иметь вид:  http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image102.gif (11.10) Согласно выражениям (11.10) отношение напряжения на вторичной обмотке совершенного трансформатора к напряжению первичной равно коэффициенту трансформации и не зависит от сопротивления нагрузки.  **Идеальный трансформатор**  Совершенный трансформатор, ток намагничивания которого равен нулю, называется идеальным трансформатором. Компонентные уравнения идеального трансформатора, согласно (11.10), имеют вид:   (11.11) Из компонентных уравнений следует, что при любом значении сопротивления нагрузки отношение напряжения вторичной обмотки к напряжению первичной идеального трансформатора равно отношению токов и обмоток:  http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image100.gifhttp://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image103.gifhttp://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image104.gif (11.12) В связи с тем, что коэффициент трансформации n является действительным числом, напряжение и ток первичной обмотки имеют такие же начальные фазы, как соответственно вторичной обмотки, отличаются от них только по амплитуде.  Из выражений (11.12) следует, что мгновенная и комплексная мощности, потребляемые первичной обмоткой, равны мгновенной комплексной мощностям, отдаваемым идеальным трансформатором в нагрузку:  http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image105.gif. КПД идеального трансформатора равен единице.  Если к зажимам 2 — 2’ идеального трансформатора подкл. сопротивление нагр. Zн, то его входное со стороны зажимов 1 – 1’ равно  http://hisd.ru/rashet_zepi/ris1/image106.gif (11.13) Таким образом, входное сопротивление идеального трансформатора отличается от сопротивления нагрузки в n2 раз. Это свойство широко используется в радиоэлектронных устройствах для согласования сопротивления источника энергии с нагрузкой.  В отличие от идеального, в реальном трансформаторе происходят потери энергии, он характеризуется ряде случаев значительными паразитными емкостями, индуктивность его обмоток имеет конечное значение, а потоки рассеяния не равны нулю. Как правило, при разработке конструкции трансформатора принимается ряд мер, направленных на приближение свойств к свойствам идеального трансформатора. | 2) Токи и напряжения волн, возникающих в линии с ненулевыми начальными условиями (в заряженной линии) при подключении и отключении ветвей, могут быть определены путем сведения схемы к нулевым начальным условиям. При этом определяют установившиеся токи и напряжения в линии до коммутации, а в случае включения ветви еще и напряжение на ключе (до замыкания); рас­сматривают переходный процесс в эквивалентной схеме с сосредоточенными пара­метрами при нулевых начальных условиях и отсутствии основных источников энергии. Волновое сопротивление линии заменяют сосредоточенным сопротивле­нием, равным Zc, а в ветвь с ключом вводят дополнительную э. д. с., равную по величине и совпадающую по направлению с напряжением на ключе.  Вместо отключаемой ветви включают источник тока с током, равным по вели­чине и противоположным по направлению тому току, который протекал в ветви до отключения. |
| **23.** 1)Резонанс в электрических цепях – это увеличение токов и напряжений на отдельных участках цепи при изменении частоты гармонического сигнала. Физической основой резонанса в электрических цепях является обмен реактивной энергией между  емкостными и индуктивными элементами (конденсаторами и катушками индуктивности), включенными в данную цепь.  При резонансе вся цепь имеет только активную проводимость:    – Условие резонанса токов (равенство реактивных проводимостей).  Отсюда При (условие безразличного резонанса), | 2) Уравнения электромагнитного состояния — это система уравнений, определяющих режим работы (состояние) электрической цепи.  C:\Users\Surpassing\Documents\Учеба\4 семестр\Экзамены\Электротехника\Печатные билеты\фотки от Зохи\_DSC1881.JPGМетод переменных состояния основывается на упорядоченном составлении и решении системы дифференциальных уравнений первого порядка, которые разрешены относительно производных. Количество переменных состояния (число уравнений) равно числу независимых накопителей энергии. Уравнения состояния должны удовлетворять требованиям независимости уравнений и возможностью восстановления на основе переменных состояния любых других переменных.  Для выполнения второго требования в качестве переменных состояния следует принять потокосцепления (токи в ветвях с индуктивными элементами) и заряды (напряжения) на конденсаторах (начальные значения этих переменных относятся к независимым). Зная закон изменения этих переменных во времени их можно заменить источниками ЭДС и тока с известными параметрами, а остальная цепь станет резистивной.  При расчете методом переменных состояния, кроме самих уравнений состояния, связывающих первые производные  и  с самими переменными  и источниками внешних воздействий (источниками ЭДС и тока), необходимо составить систему алгебр. урав., связывающих иском. величины с переменными состояния и источник. внешних воздействий.  В качестве примера рассмотрим цепь, в которой требуется определить токи      Вектор начальных значений |
| **24.** 1) Автотрансформатор — трансформатор, в котором первичная и вторичная обмотки соединены напрямую, и имеют за счёт этого не только магнитную связь, но и электрическую. Преимуществом автотрансформатора является более высокий КПД, поскольку лишь часть мощности подвергается преобразованию — это особенно существенно, когда входное и выходное напряжения отличаются незначительно. Недостатком является отсутствие электрической изоляции (гальванической развязки) между первичной и вторичной цепью. В промышленных сетях, где наличие заземления нулевого провода обязательно, этот фактор роли не играет, зато существенным является меньший расход стали для сердечника, меди для обмоток, меньший вес и габариты, и в итоге — меньшая стоимость.  Принцип работы автотрансформатора. Предположим, что источник электрической энергии (сеть переменного тока) подключен к виткам обмотки автотрансформатора, а нагрузка — к некоторой части этой обмотки . При прохождении переменного тока по обмотке автотрансформатора возникает переменный магнитный поток, индуктирующий в этой обмотке электродвижущую силу, величина которой прямо пропорциональна числу витков обмотки. Следовательно, если во всей обмотке автотрансформатора, имеющей число витков , индуктируется электродвижущая сила , то в части этой обмотки, имеющей число витков , индуктируется электродвижущая сила . Соотношение величин этих ЭДС выглядит так: . где   — коэффициент трансформации. Т.к. падение напряжения в активном сопротивлении обмотки автотрансформатора относительно мало, то им практически можно пренебречь и считать справедливыми равенства и где  — напряжение источника электрической энергии, поданное на всю обмотку автотрансформатора, имеющую число витков ;  — напряжение на нагрузке, снимаемое с той части обмотки автотрансформатора, которая обладает количеством витков . Следовательно, .  Если к автотрансформатору подключена нагрузка, то под влиянием напряжения в нём возникает электрический ток, действующее значение которого обозначим как . Соответственно в первичной цепи автотрансформатора будет ток, действующее значение которого обозначим как . Однако ток в верхней части обмотки автотрансформатора, имеющей число витков будет отличаться от тока в нижней её части, имеющей количество витков . Это объясняется тем, что в верхней части обмотки протекает только ток , а в нижней части — некоторый результирующий ток, представляющий собой разность токов и . Дело в том, что согласно правилу Ленца индуктированное электрическое поле в обмотке автотрансформатора направлено навстречу электрическому полю, созданному в ней источником электрической энергии. Поэтому токи и в нижней части обмотки автотрансформатора направлены навстречу друг другу, то есть находятся в противофазе. Сами токи и , как и в обычном трансформаторе, связаны соотношением  Так как в понижающем трансформаторе , то и результирующий ток в нижней обмотке автотрансформатора равен . Следовательно, в той части обмотки автотрансформатора, с которой подаётся напряжение на нагрузку, ток значительно меньше тока в нагрузке, то есть . | Это позволяет значительно снизить расход энергии в обмотке автотрансформатора на нагрев её проволоки (Закон Джоуля — Ленца) и применить провод меньшего сечения, то есть снизить расход цветного металла, уменьшить вес и габариты автотрансформатора.  Если автотрансформатор повышающий, то напряжение со стороны источника электрической энергии подводится к части витков обмотки трансформатора , а на нагрузку подводится напряжение со всех его витков .  2) Сущность операторного метода заключается в том, что функции вещественной переменной t, которую называют оригиналом, ставится в соответствие функция комплексной переменной p, которую называют изображением. В результате этого производные и интегралы от оригиналов заменяются алгебраическими функциями от соответствующих изображений (дифференцирование заменяется умножением на оператор р, а интегрирование – делением на него), что в свою очередь определяет переход от системы интегро-дифференциальных уравнений к системе алгебраических уравнений относительно изображений искомых переменных. При решении этих уравнений находятся изображения и далее путем обратного перехода – оригиналы.  Центральным принципом решения переходного процесса операторным методом является преобразования обычной электрической схемы к операторной схеме замещения переменной p. Полученную схему рассчитывают любым известным методом (методом узловых потенциалов, контурных токов или эквивалентных преобразований например).  На рисунках ниже приведена схема электрической цепи и её операторная схема замещения соответственно:  Построение операторной схемы замещения электрической цепиПостроение операторной схемы замещения электрической цепи   |  |  | | --- | --- | | **Исходная электрическая цепь** | **Операторная расчетная цепь** | |  |  | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image038.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image040.jpg** | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image042.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image044.jpg** | | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image046.jpg** | **http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/3_5_0.files/image048.jpg** | |
| **25.** 1) **Электрическая цепь с последовательным соединением элементов.**  Последовательным называют такое соединение элементов цепи, при котором во всех включенных в цепь элементах возникает один и тот же ток На основании второго закона Кирхгофа: При синусоидальном напряжении эта формула переходит в:  Где – реактивное сопротивление. Отсюда находим и где – полное сопротивление.  **Электрическая цепь с параллельным соединением элементов.**  Параллельным называют такое соединение, при котором все включенные в цепь потребители электрической энергии, находятся под одним и тем же напряжением . На основании первого закона Кирхгофа: При синусоидальном токе эта формула переходит в:  Где – реактивная проводимость. – активная проводимость. Отсюда находим и где – полное сопротивление.  **Электрическая цепь со смешанным соединением элементов.**  Смешанным называется такое соединение, при котором в цепи имеются группы параллельно и последовательно включенных сопротивлений. Расчет токов и напряжений для всех элементов схемы можно произвести по законам Ома и Кирхгофа.  **Векторные и топографические диаграммы**. Совокупность радиус-векторов, изображающих синусоидально изменяющиеся ЭДС, напряжения, токи и т. д., называется **векторной диаграммой.** Векторные диаграммы наглядно иллюстрируют ход решения задачи. При точном построении векторов можно непосредственно из диаграммы определить амплитуды и фазы искомых величин. При построении векторных диаграмм для цепей с последовательным соединением элементов за базовый (отправной) вектор следует принимать вектор тока, к нему под соответствующими углами подстраивать векторы напряжений на отдельных элементах. Для цепей с параллельным соединением элементов за базовый (отправной) вектор следует принять вектор напряжения, ориентируя относительно него векторы токов в параллельных ветвях. Для наглядного определения величины и фазы напряжения между различными точками электрической цепи удобно использовать **топографические диаграммы.** Они представляют собой соединенные соответственно схеме электрической цепи точки на комплексной плоскости, отображающие их потенциалы. На топографической диаграмме, представляющей собой в принципе векторную диаграмму, порядок расположения векторов напряжений строго соответствует порядку расположения элементов в схеме, а вектор падения напряжения на каждом последующем элементе примыкает к концу вектора напряжения на каждом предыдущем элементе. | 2) Рассмотрим переходные процессы при разряде разомкнутой линии без потерь, заряженной до напряжения *U*0, на резистивную нагрузку с сопротивлением *R* (рис. 26.10, *а*), подключаемую при *t* = 0 к оконечным зажимам линии длиной *l*. При замыкании ключа в линии возникает обратная волна, напряжение и ток которой связаны соотношением *u*y = – *Zi*y*.* Так как напряжение на нагрузке *u* равно *u = U*0*+ u*j*= Ri*, а ток нагрузки *i =  i*y, для определения тока в нагрузке из приведенных соотношений получим *i* = *U*0/(*Z* + *R*), а для напряжения на нагрузке *u* = *Ri = U*0*R*/(*Z* + *R*).    Рис. 26.10  Полученные соотношения показывают, что для расчета тока и напряжения на нагрузке можно использовать эквивалентную схему, изображенную на рис. 26.10, *б*.  http://eelib.narod.ru/toe/Novg_2.01/26/Ct26-51.gifВозникшая на оконечных зажимах волна движется к началу линии, и в ходе ее распространения вдоль линии устанавливается напряжение *U*0*R*/(*Z*+ *R*) (рис. 26.10, *в*). При *t* = *t*1 = *l*/*v* в начале линии происходит ее отражение от разомкнутых входных зажимов с коэффициентами отражения *Nu* = 1 и *Ni* = – 1. Возникшая новая волна *u*j, таким образом, сохраняет отрицательный знак *u*j = *u*y = – *U*0*Z*/(*Z* + *R*) и приводит к уменьшению напряжения на линии (рис. 26.10, *г*) до значения *U*0 + *u*y + *u*j = *U*0(1 – 2*Z*/(*Z* + *R*)) = *U*0(*R* – *Z*)/(*R* + *Z*)*.* Отсюда следует, что при *R* < *Z* в результате отражения от входных зажимов результирующее напряжение на линии изменяет знак. При *R* > *Z* отражение от входных зажимов ведет к уменьшению напряжения при сохранении его знака. При разряде на согласованную нагрузку (*R* = *Z*) и после отражения на входе напряжение на линии спадает до нуля. Ток в линии после отражения от разомкнутых входных зажимов уменьшается до нуля.  При *R* = *Z* — в согласованном режиме — к моменту прихода прямой волны *u*j на нагрузку переходный процесс заканчивается — в течение времени 0 < *t* *<* 2*l*/*v* через нагрузку протекает прямоугольный импульс тока с амплитудой напряжения *u* = *U*0/2, обеспечивая выделение в ней максимальной мощности:  http://eelib.narod.ru/toe/Novg_2.01/26/Ct26-52.gif  Описанный режим используют в импульсной технике для формирования прямоугольных импульсов тока. Если условие согласования не выполнено, то переходный процесс состоит из бесконечного числа отражений волн на нагрузке и на входе. В этом случае при *R* > *Z* напряжение на нагрузке изменяется монотонно, а при *R* > *Z* имеет знакопеременный характер. |

**Шпоры по электротехнике от группы А4-08 и Ко.**

*Материал набирали:* Арсен Авалян, Анастасия Байкова, Камила Мишакина, Светлана Щербатых, Николай Гудков, Константин Кутузов, Зохраб Ахундов.

*Тщательную проверку и исправление большинства ошибок осуществил* Зохраб Ахундов (А4-05).

*Обработал* Михаил Моргунов.