|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Первичные параметры четырехполюсника в форме Y.** | **2. Переходные процессы в линейной электрической r, c – цепи при подключении к источнику переменного напряжения. Классический метод. Графики тока и напряжения.**  Алгоритм решения задач классическим методом:  1) Расчет режима работы цепи до коммутации и определяется Н.Н.У.  2) Производится расчет режима работы эл. цепи в установившемся режиме.  3) Составляется характеристическое уравнение, по решению которого делается вывод о виде свободной составляющей.  4) Определяются зависимые начальные условия для искомых функций на основании Н.Н.У. и законов Кирхгофа для t=0.  5) Определяются постоянные интегрирования.  6) Найденные установившиеся и свободные токи или напряжения складываются.  7) Строятся графики | **3. Формы записи уравнений четырехполюсника. Формы A и Z. Связь между коэффициентом A и Z.**  Связь между первичными параметрами А и Z: , , , |
| **70. Переходные процессы в линейной r, L, С – цепи при включении на источник постоянного напряжения (апериодический процесс). Операторный метод.** | **5. Формы записи уравнений четырехполюсника. Формы А и Y. Связь между коэффициентом А и Y.**  Совместным решением полученных выражений относительно первичных параметров и , а также заменив получили уравнения четырехполюсника в форме  Получена форма.    В случае обратимого четырехполюсника тогда , для симметричного четырехполюсника . Связь коэффициентови: | **6. Переходные процессы в линейной электрической r, c – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Время переходного процесса. Графики тока и напряжения. Классический метод.** Уравнение состояния rC-цепи после коммутации следующее:  (1), или rC (2). Его решение:. Емкость С после замыкания ключа при tзарядится до установившегося значения . Свободная составляющая . Поскольку начальные условия нулевые, согласно закону коммутации  при t=0, или 0=A ,откуда A=-E. Решение уравнения (2) примет вид:+E=E(1-), где =Rc. Ток в цепи i(t)=C    Графики изменения напряжения и тока i(t) приведены на рисунках. Из рисунков видно,что напряжение на конденсаторе возрастает по экспоненциальному закону от 0 до E,сила тока же в момент коммутации скачком достигает значения E/r, а затем убывает до нуля.  Алгоритм решения задач классическим методом:  1) Расчет режима работы цепи до коммутации и определяется Н.Н.У.  2) Производится расчет режима работы эл. цепи в установившемся режиме.  3) Составляется характеристическое уравнение, по решению которого делается вывод о виде свободной составляющей.  4) Определяются зависимые начальные условия для искомых функций на основании Н.Н.У. и законов Кирхгофа для t=0.  5) Определяются постоянные интегрирования.  6) Найденные установившиеся и свободные токи или напряжения складываются.  7) Строятся графики  За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению. Часто за tпп принимается t=5, где ) |
| **7. Формы записи уравнений четырехполюсника. Формы А и Y. Связь между коэффициентом А и Y.**  **5 вопрос** | **8. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при подключении к источнику переменного напряжения. Время переходного процесса. Графики тока и напряжения. Классический метод.**    Алгоритм решения задач классическим методом:  1) Расчет режима работы цепи до коммутации и определяется Н.Н.У.  2) Производится расчет режима работы эл. цепи в установившемся режиме.  3) Составляется характеристическое уравнение, по решению которого делается вывод о виде свободной составляющей.  4) Определяются зависимые начальные условия для искомых функций на основании Н.Н.У. и законов Кирхгофа для t=0.  5) Определяются постоянные интегрирования.  6) Найденные установившиеся и свободные токи или напряжения складываются.  7) Строятся графики  За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению. Часто за tпп принимается t=5, где ). | **9. Формы записи уравнений четырехполюсника. Формы А и В. Связь между коэффициентом А и В.**  -прямая передача  -обратная передача  Запишем токи через проводимости:  Совместным решением полученных выражений относительно первичных параметров и , а также заменив получили уравнения четырехполюсника в форме      В случае обратимого четырехполюсника тогда , для симметричного четырехполюсника  Заменим в форме A и , получим:    Связь между формами: |
| **10. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Определение времени переходного процесса. Классический метод.** Дифференциальное уравнение для t≥0 Переходный ток в цепи определяется суммой установившегося и свободных токов: . Напряжение: При постоянном эдс: 1) 2) , т.к. сопротивление индуктивности равно нулю при постоянном токе. . В итоге получаем выражение для тока: , для напр. Алгоритм решения задач классическим методом: 1) Расчет режима работы цепи до коммутации и определяется Н.Н.У. 2) Производится расчет режима работы эл. цепи в установившемся режиме. 3) Составляется характеристическое уравнение, по решению которого делается вывод о виде свободной составляющей. 4) Определяются зависимые начальные условия для искомых функций на основании Н.Н.У. и законов Кирхгофа для t=0. 5) Определяются постоянные интегрирования. 6) Найденные установившиеся и свободные токи или напряжения складываются. 7) Строятся графики За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению. Часто за tпп принимается t=5, где ). | **11. Вторичные (характеристические) параметры четырехполюсника.** Пусть сопротивления и в схемах подобраны так, что . Иначе говоря, будем считать, что существуют сопротивления , которые удовлетворяют следующему условию(рис):  Эти сопротивления назовем характеристическим сопротивлением несимметричного четырехполюсника.  Совместное решение:  Введем еще один параметр , который назовем  мера передачи (коэффициент передачи) :  Эти условия всегда выполнимы, так как может быть комплексной величиной, то есть собственное затухание четырехполюсника; коэффициент фазы. | **12. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при отключении от источника постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Определение времени переходного процесса. Классический метод.** Рассмотрим процесс отключения цепи от источника постоянной ЭДС. После переключения в цепи отсутствует источник элект и она описывается однородным дифференциальным уравнением и следовательно, ток содержит только свободную составляющую iсв = Аеpt Корнем характеристического уравнения Lp+(R+r)=0 является p=-(R+r)/L. .I(0\_)=i(0+)=E / R; I уст=0; A=i(0\_)=E/R. Таким образом: За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению. Часто за tпп принимается t=5, где ). |
| **13. Параметры холостого хода и короткого замыкания. Определение основных первичных (форма А) и характеристических параметров четырехполюсника через параметры холостого хода и короткого замыкания.** C:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\1.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\2.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\3.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\4.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\5.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\6.pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\7.png | **14. Переходные процессы в линейной электрической цепи. Классический метод. Определение свободной составляющей, установившегося режима. Характеристическое уравнение. Постоянная интегрирования. Алгоритм решения классическим методом.** Наступлению установившегося процесса, отличного от первоначального режима работы цепи, предшествует, как правило, переходный процесс, при котором напряжения и токи изменяются непериодически.  Переход от одного режима работы цепи к другому может быть вызван изменением параметров или схемы цепи, называемом в общем случае в электротехнике коммутацией.  C:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (59).png  C:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (60).pngАлгоритм: 1Расчет условий до коммутации и определение начальных параметров 2Расчет условий в установившемся режиме 3Характеристическое уравнение  4Определение ЗНУ на основе ННУ и законов Кирхгофа для t 5Определение постоянных интегрирования 6Полные переходные токи/напряжения 7Графики | **15. Входное сопротивление четырехполюсника при согласованной и несогласованной нагрузке. C:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (62).pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (63).pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (66).pngC:\Users\tobi zhopa\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (67).png** |
| **16. Переходные процессы в линейной электрической r, L, С – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Колебательный процесс. Графики тока и напряжения. Время переходного процесса. Классический метод.** | **17. Характеристические (вторичные) параметры четырехполюсника.** | **18. Переходные процессы в линейной электрической r, L, С – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Время переходного процесса. Классический метод. Критический процесс.** |
| **19. Передаточная функция четырехполюсника. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Пример**  Передаточной функцией называется зависимость от частоты отношение комплексных амплитуд или комплексных величин на выходе и входе четырехполюсника при заданном режиме передачи. Передаточные функции, соответствующие отношению одноименных электрических величин – коэффициент передачи по напряжению: , коэффициент передачи по току: , где и безразмерные, зависящие от частоты величины. Отношение разноименных электрических величин- передаточное сопротивление: , передаточная проводимость: . Выразим через коэффициенты формы , . Эти коэффициенты в режиме х.х. и к.з. . В случае обратной передачи: .  Пример: Определить коэффициент передачи по напряжению https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image279.gif, АЧХ и ФЧХ. https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image280.gif. Комплексная функция https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image281.gifна выходе цепи:https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image282.gif. https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image285.gifПодставив https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image283.gifв формулу для https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image284.gif, получим комплексную передаточную функцию:https://siblec.ru/img/17/r1/img/Image286.gif;  **ФЧХ** – зависимость разности фаз между выходным и входным сигналами от частоты сигнала. АЧХ показывает зависимость уровня сигнала на выходе устройства от частоты передаваемого сигнала при постоянной амплитуде сигнала на входе. АЧХ цепиhttps://siblec.ru/img/17/r1/img/Image287.gif; ФЧХ цепиhttps://siblec.ru/img/17/r1/img/Image288.gif | **20. Переходные процессы в линейной электрической r, c – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Операторный метод.** | **F:\123456.pngF:\1234567.png21. Каскадное соединение четырехполюсников. Первичные и вторичные параметры сложного четырехполюсника.**    Каскадное или цепочное соединение – 4-полюсник, у которого входные зажимы каждого последующего присоединяются к выходным выводам предыдущего; цепи, служащие для передачи энергии состоят обычно из звеньев следующих друг за другом. Выполнено по принципу согласования характеристических сопротивлений: входное сопротивление на выходах любого четырехполюсника равно характеристическому. Каскадно соединённые четырехполюсники с согласованными характеристическими сопротивлениями м.б. заменены одним четырехполюсником, причем его входное сопротивление равно характеристическому сопротивлению первого четырехполюсника, выходное - характеристическому сопротивлению последнего четырехполюсника. Мера передачи (вторичные пар-ры): . , . Тогда: . Т.о. результирующий четырехполюсник имеет следующие характеристики: .  При каскадном соединении четырехполюсников уравнения передачи соединяемых четырехполюсников в -параметрах имеет вид:  и  После подстановки:    F:\КАСКАДНОЕ.pngУ эквивалентного четырехполюсника: . Тогда при каскадном соединении N четырехполюсников: (первичные параметры). Матрица А-параметров составного четырехполюсника равна произведению матриц A-параметров входящих в него элементарных четырехполюсников А’ и A'': A=A’A’’. |
| https://studme.org/htm/img/39/1163/448.png**22. Переходные процессы в линейной электрической r, L, С – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Апериодический процесс. Графики тока и напряжения. Время переходного процесса. Классический метод.**  Переходный процесс исследуется с помощью дифференциального уравнения :*.* Соответствующее ему характеристическое уравнение . Имеет корни: , где , - резонансная частота. Свободный ток будет равен: . Ток в цепи определяется суммой установившегося и свободного токов: .Для начального момента исходное диф.ур. имеет вид . Далее мы получаем систему уравнений Из этих уравнений следует: , поэтому .  **Апериодический процесс**: 𝛿>, т.е. https://sun9-16.userapi.com/impg/mYC1sNZ8opovUa6PvJnZ5dqZwHGahOvhQCnGHg/qeYukNW2E7Q.jpg?size=1201x1600&quality=96&sign=3b94a00764a32e319c6d301a7b66b04f&type=albumКорни характеристического уравнения и - отрицательные действительные числа. Если , то кривая спадает медленнее чем . При больших значениях C влияние емкости мало и кривая тока приближается к кривой тока в цепи r, L; при малых значениях L влияние индуктивности незначительно и кривая тока близка к кривой тока в цепи r , C. **.** За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению. Часто за tпп принимается t=5, где ). | **23. Параллельно-параллельное соединение четырехполюсников. Проверка регулярности соединения. Первичные параметры сложного четырехполюсника.**  **F:\ПАРАЛЕЛЛ.png**Уравнение передачи в параметрах:  и Но . Просуммируем эти две системы уравнений:. Таким образом при параллельно регулярном соединении четырехполюсника матрица - параметров равна сумме матриц - параметров соединяемых четырехполюсников: (первичные пар-ры).  Все формулы нахождения сложных четырехполюсников справедливы лишь при выполнения условия регулярности их соединения. Соединение четырехполюсников регулярно в случае, когда токи в первичных и вторичных зажимах четырехполюсников равны по величине и обратны направлению. Одним из схемных признаков нерегулярности является, например, к.з. элементов при подключении к нему другого четырехполюсника. | **24. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при отключении от источника постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Определение времени переходного процесса. Операторный метод.** |
| **25. Последовательно-последовательное соединение четырехполюсников. Проверка регулярности соединения. Первичные параметры сложного четырехполюсника.**  **F:\ПОСЛЕДОВ.png** и . . , . Аналогично можно доказать, что  Т.е. матрица - параметров при последовательном регулярном соединении равна сумме матриц - параметров четырехполюсников, входящих в соединение: (первичные пар-ры).  Условие регулярности: при соединении четырехполюсников для любой общей нагрузки токи, проходящие через оба первичных и оба вторичных зажима, должны быть соответственно равны по величине и противоположны по направлению (для каждого четырехполюсника). | **26. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Операторный метод. Схема3**  1.Независимые начальные условия iL(0-)=0;Зависимые начальные условия iL(0-)= iL(0+)=0 2. Составляем операторную схему замещения.    I(p)=E/(p(r+pL))=M(p)/N(p) Перходим от изображения к ее оригиналу i(p) при помощи формулы разложения  F(p)=M(p)/N(p)  f(t)=e^pt, p-корни уравнения N(p)=0. r+p2L=0. p2=-r\L.P1=0; p2= p=-r\L M(p1)=E; M(p2)=E;  N’(p) =r+2pl; N(p1)=r; N(p2)=-r;  iL(t)=E/r – (E/r)\*e^((-r/L)\*t) UL(t)=(d iL(t)/dt)\*L UL(t)= E\*e^((-r/L)\*t) | **F:\ПОСЛЕД-ПАРАЛЛ.png27. Последовательно-параллельное соединение четырехполюсников. Первичные параметры сложного четырехполюсника.**  , . Т.е. матрица - параметров при последовательно-параллельном регулярном соединении равна сумме матриц - параметров четырехполюсников, входящих в соединение: (первичные пар-ры). |
| **28. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при отключении от источника постоянного напряжения. Графики тока и напряжения. Операторный метод.**    1.Независимые начальные условия iL(0-)=E/r;  Зависимые начальные условия iL(0-)= iL(0+)=0  https://sun9-63.userapi.com/impg/x3xPRUjaLii5aTO0vky29F-WuFpKSgN4vpZhlg/ZiPRJSc5UA8.jpg?size=1200x1600&quality=96&sign=6c43ce8d2f9520b88cc673a0cd0245de&type=album2. Составляем операторную схему замещения.  iL(p)= iL(0+)\*L/(R+pl)=M(p)/N(p);  https://sun9-33.userapi.com/impg/N7Qhns08toa9sfyh67gJKM53V20WADa9XUrGoQ/KhyydIgXcPg.jpg?size=1200x1600&quality=96&sign=47b1cb6bae120922b15c26c81f9ec0db&type=albumP=-r/l  M(p)=E\*L/r  iL(t)=(E/r)\* e^((-r/L)\*t)  UL(t)=- E\*e^((-r/L)\*t) | **29. Параллельно-последовательное соединение четырехполюсников. Проверка регулярности соединения. Первичные параметры сложного четырехполюсника.** Последовательно-последовательное соединение ЧП. Проверка регулярности соединения. Первичные параметры сложного ЧП  Соединение четырехполюсников регулярно в случае, когда токи в первичных и вторичных зажимах четырехполюсников равны по величине и обратны направлению. Для цепочного(каскадного) соединения включение всегда регулярно, а для остальных видов соединения могу быть не регулярными. | **30. Прямое преобразование Лапласа. Примеры нахождения изображения с помощью прямого преобразования Лапласа.** Прямое преобразование Лапласа. Примеры нахождения изображения с помощью прямого преобразования Лапласа |
| **31. Уравнение четырехполюсника в гиперболических функциях.** Уравнение ЧП в гиперболических функциях | **32. Переходные процессы в линейной электрической r, с – цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Операторный метод.** Переходные процессы в r-C цепи при подключении к источнику постоянного напряжения. Операторный метод.  Составляем операторную схему замещения. Записываем изображение тока:  Переходим к оригиналу тока при помощи таблицы оригиналов и изображений: | **33. Обратная связь в четырехполюснике. Передаточная функция сложного четырехполюсника. Положительная и отрицательная обратная связь.** Обратная связь в ЧП. Передаточная функция сложного ЧП. положительная и отрицательная обратная связь.    U2=U2’=U2” |
| **34. Обратное преобразование Лапласа. Примеры определения оригинала с помощью обратного преобразования Лапласа.** Из теории функции комплексного переменного известно, что если функция F(p) аналитична в полуплоскости Re p> , стремится к нулю при и интеграл абсолютно сходится, то F(p) является изображением функции : .Эта формула обратного преобразования Лапласа представляет собой решение интегрального уравнения относительно функции .Записывается : .Путь интегрирования – любая бесконечная прямая, параллельная мнимой оси и расположенная на расстоянии от последней.При практическом решении путь интегрирования вдоль бесконечной прямой заменяется на замкнутый контур.Тогда применяем теорему о вычетах :.Здесь - оригинал функции F(p) , где сумма вычетов берется по всем особым точкам функции F(p). | **35. Регулярность соединения четырехполюсников. Алгоритм проверки регулярности соединения четырехполюсников.** Регулярное соединение ЧП – это такое соединение, при котором токи, протекающие через оба первичных зажима каждого четырехполюсника, будут равны и противоположны по направлению. Аналогичное правило относится и к выходным зажимам.Для цепочного(каскадного) соединения включение всегда регулярно, а для остальных видов соединения могу быть не регулярными.Одним из схемных признаков нерегулярности является, например, к.з. элементов при подключении к нему другого четырехполюсника. Однако по виду схемы не всегда удобно судить о регулярности соединения. На практике пользуются количественным критерием регулярности их соединения.**F:\16.png** | **36. Операторный метод. Теорема разложения. Пример нахождения оригинала с помощью теоремы разложения.** Пусть изображение задано в виде правильной дроби , причем числитель и знаменатель не имеют общих корней. Положение полюсов функции F(p) определяется корнями уравнения .Пусть имеем n-корней : . При этом возможны два случая : a) все корни простые ; б) некоторые или все корни кратные. Рассмотрим эти случаи в отдельности. **а) Случай простых корней.** Теория функции комплексного переменного утверждает, что вычет функции по полюсу первого порядка равен .Если в формуле обратного преобразования функция комплексного переменного представима как , причем корни простые, то :Это общая форма теоремы разложения для случая простых корней. Выражение в квадратных скобках в знаменателе сначало надо сократить на множитель , после чего произвести подстановку .В случае комплексных корней получаются два сопряженных слагаемых , сумма которых равна удвоенному значению действительной части. **б) Случай кратных корней** Допустим, что корень повторяется m раз. Из теории комлексного переменного известно, что если функция имеет в точке полюс порядка m , то вычет в этой точке равен : Обозначим и продифференцируем по раз : Следовательно : |
| **37. Электрические фильтры. Основные определения и понятия. Классификация фильтров.** Ранее мы изучали свойства резонансных цепей и говорили о полосе пропускания. При увеличении добротности полоса пропускания сужается. Однако часто необходимо создавать устройства, которые выделяли бы не одну, а целые полосы частот.Электрический фильтр – это линейный четырёхполюсник, предназначенный для выделения частотных составляющих, расположенных в заданной полосе частот и подавления тех составляющих, которые расположены в других, также заданных, полосах частот. Полоса пропускания фильтра – это полоса частот, где затухание входного сигнала мало.Полоса задерживания – это полоса частот, где происходит ослабление (подавление) входного сигнала в более значительной степени.Фильтры находят широкое практическое применение в аппаратуре связи, автоматике, приборостроении и других областях техники. Классификация фильтров  Классификация по пропускаемым частотам В зависимости от пропускаемого спектра частот фильтры разделяются на: 1)Фильтры нижних частот (ФНЧ) 2)Фильтры верхних частот (ФВЧ) 3)Полосовые фильтры (ПФ) 4)Заграждающие фильтры  Классификация по схемам звеньев Фильтры могут состоять из Г- , Т-, П-образных, мостовых и других звеньев. В зависимости от числа звеньев различают однозвенные и многозвенные фильтры. Классификация по характеристикам Различают простейшие фильтры типа k и фильтры более высокого класса – производные фильтры типа m.  Классификация по типам элементов Выделяют реактивные (состоящие из элементов L и С), пьезоэлектрические (состоящие из кварцевых пластин), безындуктивные (состоящие из элементов r и С) и другие фильтры. | **38. Переходные процессы в rc-цепи. Анализ времени переходного процесса. Классический метод.** Рассмотрим переходный процесс в RC-цепи (рисунок 1), в состав которой входят резистор R, конденсатор С, ключ К и источник питания, на зажимах которого поддерживается постоянное напряжение E=UЕсли установить ключ К в положение ”1” (рисунок 1), то начнётся процесс заряда конденсатора С через резистор R (рисунок 2,a). Для образовавшейся цепи будет справедливо соотношение :Так как на конденсаторе напряжение скачком изменяться не может, то в момент (t=0) подключения цепи к источнику питания всё напряжение источника окажется на резисторе R, то есть uR = U, uc = 0.В начальный момент времени заряда конденсатора, ток в RC-цепи будет иметь наибольшее значение: i=U/R. Конденсатор начнёт заряжаться, напряжение на нём “постепенно” повышается, что, в свою очередь, приведёт к уменьшению падения напряжения на резисторе uR = U — uC, а следовательно и уменьшению тока в RC-цепи, вплоть до его ”полного” прекращения. Напряжение на конденсаторе, во время заряда, нарастает по экспоненциальной зависимости согласно формуле:Напряжение на конденсаторе во время зарядагде t – любой момент времени, τ – постоянная времени заряда конденсатора в секундах:  Значения напряжения на резисторе и общего тока RC-цепи уменьшаются Из приведенных выше математических выражений, а также изображений на рис.2,а можно сделать вывод что, величина τ характеризует скорость заряда конденсатора или скорость затухания переходного процеесса. Через время t= τ , после подключения RC-цепи к источнику постоянного напряжения, напряжение на конденсаторе достигнет значения , а напряжение на резисторе уменьшится до значения Процесс заряда конденсатора будет продолжаться до тех пор, пока напряжения на его выводах не достигнет значения равного напряжению источника питания U. Когда заряд конденсатора закончится — ток в RC-цепи становится равным нулю. Теоретически, для “полного” заряда конденсатора, потребуется бесконечно большое время.В подавляющем большинстве случаев, как на практике, так и в теоретических расчётах, время t в течение которого конденсатор считается полностью заряженным, принимают равным 3τ. Также это можно отнести ко всем электрическим цепям, где токи меняются по экспоненциальному закону.Если установить ключ К в положение ”2” (рисунок 1) то начнётся новый переходный процесс — разряд конденсатора С через резистор R (рисунок 2,a). В этом случае предварительно заряженный конденсатор становится фактическим источником напряжения, т.к. источник внешнего напряжения E=U перестаёт действовать и для любого момента времени становится действительным соотношение uC + uR = 0, то есть uC = -uR. Ток в начальный момент ( t=0) разряда конденсатора будет иметь максимальное значение: Но по мере разряда конденсатора (превращения накопленной в его электрическом поле энергии в тепловую на резисторе R ) напряжение на нём будет уменьшаться и, как следствие, будут уменьшаться по экспоненциальному закону ток в цепи и напряжение на резисторе:Через некоторое время, например t=3τ (см. приведенную выше табл.), на конденсаторе останется примерно 5% напряжения от начального значения, что условно можно считать окончанием переходного процесса и возвратом схемы в исходное состояние когда: uC = 0, uR = 0, i = 0. **При включении в цепь r , C синусоидального э.д.с.** установившееся напряжение на емкости где : тогда: Если предполагать, что конденсатор не был заряжен, то постоянная интегрирования определится по начальному условию : откудаТогда искомое напряжение на емкости :,а ток в цепи : Из написанных выражений видно, что если включение цепи r, C происходит в момент, когда установившийся ток должен достигать максимума – положительного или отрицательного (т.е. ), а установившееся напряжение на емкости должно быть равно нулю, то свободной слагающей напряжения на емкости не возникает и в цепи сразу же без переходного процесса наступает установившийся режим.Так как цепь r, C по протеканию переходного процесса подобна цепи r, L, то при соответствующем подборе параметров r и C она также может служить дифференцирующим и интегрирующим звеном. | **39. Электрические фильтры. Условие пропускания реактивного электрического фильтра.** Для симметричного реактивного фильтра при а=0, т.е. в полосе пропускания:Т.к. косинус меняется от -1 до 1, то:  В случае Т- или П-образного фильтра это принимает вид:  или  Разделив все части неравенства на 2, получимЭто неравенство носит название условия пропускания реактивного фильтра . Таким образом, частоты среза удовлетворяют условиям: Отсюда можно найти частоты среза аналитически или графически  Графическое определение полосы пропускания на основании условий Рассмотрим  и получим математическое описание  ***Т-образный***  ***П-образный***      Т.кимеют разные знаки, то  Действительные числа  Действительные числа, если  Это условие совпадает с условием пропускания фильтра. **Таким образом, в полосе пропускания фильтр имеет активное характеристическое сопротивление.** Характеристическое сопротивление фильтра: |
| **40. Переходные характеристики. Пример переходных характеристик для элементарных электрических цепей. Единичная ступенчатая функция.** единичной функции:Она обозначается но обычно условно записывается  ,  т.е. , при Re p >0.Единичная функция обладает свойством отсечки, т.е. умножение единичной функции на любую функцию времени тождественно обращает в нульпри t <0, и сохраняет ее значения при t >0 Например, показательная функция: т.е. можно записать условно где – произвольное комплексное число. т.е. , при Re(p-q) >0, при Re p > Re q.Переходные характеристики элекстрический цепей - реакция цепи на единичную функцию при нулевых начальных условиях: Переходная проводимость Y(t);  Реакция электрической цепи численно равная току при воздействии на эту цепь единичной функции напряжения при нулевых начальных условиях. Y(t)==i(t)=).  Переходная характеристика напряжения Ku(t);  Реакция электрической цепи численно равная напряжению (t) при воздействии на эту электрическую цепь единичной функции напряжения при нулевых начальных условиях.  (t)==. Переходное сопротивление Z(t)  Реакция электрической цепи численно равная напряжению Z(t) при воздействии на эту электрическую цепь единичной функции тока при начальных условиях. Переходная характеристика тока KJ(t).Реакция электрической цепи численно равная току при воздействии на эту электрическую цепь единичной функции тока при нулевых начальных условиях. | **41. Электрические фильтры типа «К». Фильтр нижних частот – основные характеристики и электрические схемы. Фильтром типа «k»** называется реактивный электрический фильтр, для которого выполняется равенство:  где «k» - действительное число Можно показать, что и произведение характеристических сопротивлений Г-образного звена также равно Условие пропускания фильтра:      Схемы ФНЧ типа “k” и его частотные характеристики :  **Основные характеристики фильтров** 1.Передаточная функция - отношение изображения по Лапласу выходной величины изображению по Лапласу входной величины фильтра.   В общем случае фильтр можно рассматривать как четырехполюсник с передаточной функцией: где U1(p) U2(p) – входное и выходное напряжение четырехполюсника в операторной форме; a и b – вещественные постоянные величины; m, n = 1,2,3, …; n – определяет порядок фильтра.Для установившейся частоты р = jω и передаточную функцию можно привести к виду:Модуль передаточной функции (1) называется  2. амплитудночастотной характеристикой: 3. Фазо-частотная характеристика также может быть найдена из (1) и представлена в виде:  4. Частота среза ωср (fср ) – частота, на которой наблюдается спад коэффициента передачи на 3 дБ по сравнению с коэффициентом передачи на нулевой (для ФНЧ) или бесконечной (для ФВЧ) частоте. 5. Резонансная частота fр – частота, на которой коэффициент передачи фильтра имеет максимальное значение (для полосового фильтра) или минимальное значение (для заграждающего фильтра). 6. Добротность Q. Добротность полосового фильтра определяется как отношение резонансной частоты к полосе пропускания: | **42. Интеграл Дюамеля. Основные понятия и вывод одной из форм интеграла.** |
| **43. Электрические фильтры типа «К». Фильтр верхних частот – основные характеристики и электрические схемы. СМОТРИ 41 ВОПРОС** | **44. Интеграл Дюамеля. Алгоритм расчёта с помощью интеграла Дюамеля.** На входе сигнал:    1. Определяем переходную проводимость y(t). 2. Интервал времени . 3. Интервал времени 4. Интервал времени . . | **45. Электрические фильтры типа «К». Полосовой фильтр – основные характеристики и электрические схемы. Схемы ПФ типа “k” и его частотные характеристики** |
| **46. Метод переменных состояния. Уравнение состояния, их составление.** Для после коммутационной схемы вместо одного неоднородного дифференциального уравнения n-ого порядка решают n дифференциальных уравнений первого порядка относительно выбранных переменных состояния. Этот метод наиболее универсален для анализа электрических цепей, также может быть легко приспособлен для расчета переходных процессов на Э.В.М. За основные переменные состояния обычно принимают токи в индуктивных и напряжения на емкостях элементах, так как они не могут изменяться скачком и являются независимыми переменными.  Методом переменных состояния составляют две системы уравнений: ***Первая система уравнений*** состояния определяет зависимость первых производных переменных состояния от самих переменных состояния и источников энергии.  ***Вторая система*** является системой выходных параметров, устанавливающая связь между искомой выходной величиной , переменными состояния и источниками энергии. Уравнения для выходных параметров являются алгебраическими уравнениями. Уравнения состояния и уравнения выходных параметров могут быть получены либо с помощью уравнений Кирхгофа для после коммутационной схемы, либо путем использования метода наложения. Уравнения состояния записывают в матричной форме и решают аналитически или численными методами (методы Эйлера, трапеции, Рунге-Кутта и т.п.) | **47. Электрические фильтры типа «К». Полосно-заграждающий (режекторный) фильтр – основные характеристики и электрические схемы.** Режекторный фильтр - фильтр, не пропускающий колебания некоторой полосы частот, и пропускающий колебания с частотами, выходящими за пределы этой частоты.  В заграждающих фильтрах появляются частотные зависимости сопротивлений двухполюсников, состоящих из последовательно и параллельно соединенных катушек индуктивности и конденсаторов.  https://sun9-57.userapi.com/impg/VSlFb_mYCq284yXrSupeo5mbWBDvk0NYLNc3rQ/6k93MlYZCr8.jpg?size=138x430&quality=96&rotate=90&sign=d55a66b002f73d5d26a829252e090c21&type=album https://sun9-31.userapi.com/impg/S3bf-YBiS2vcV_SkZHv1NFnMcbRD7y8578Lrig/wfQoBqMBb10.jpg?size=176x432&quality=96&sign=682ca3bf7f8d62ed855114b3ab9abbe6&type=albumhttps://sun9-10.userapi.com/impg/lNOd24ariT3QmlQEEY3-_daMp6ZaggteCcJhPQ/8YtzNq7-g8A.jpg?size=483x199&quality=96&sign=475a8e6415db2de88ea6bab592a96e78&type=album | **48. Метод переменных состояния. Определение матриц уравнений состояния. (Рассмотреть на примере электрической схемы.)** Матричное уравнение состояния имеет вид: (1) Матричное уравнение для определения выходных параметров: (2).В этих уравнениях (1) и (2): Матрица для первых производных переменных состояния - размер [1xn];Матрица переменных состояния - размер [1xn]; Матрица входных воздействий - размер [1xq];  Матрица выходных(искомых) переменных - размер [1xm]. Матрицы, элементы которых определяются параметрами и топологией схемы. Размер матрицы совпадает со степенью характеристического уравнения.   - основная квадратная матрица, размер nxn: ;. - матрица связи, размер qxn: ;С - матрица связи, размер nxm:;  D - матрица связи, размер qxm:  Пример.  Получить уравнения состояния  для и в схеме: За переменные состояния примем и . По законам Кирхгофа для узла a и U контура 1: ; ; В матричной форме: .Уравнения, связывающие выходные(искомые) переменные и переменные состояния: или или |
| **49. Последовательно-производное звено фильтров типа “m”. Включение этого звена с фильтрами типа “k”.** Фильтры типа m получаются из Г-образных звеньев фильтра типа k. Если одинаковыми остаются характеристические сопротивления ZT, полученное при этом звено m носит название последовательно-производного.Из условия равенства характеристических сопротивлений ZT звеньев следует:Фильтры типа m каскадно соединяют с фильтрами типа k по принципу согласования. При этом фильтры типа m повышают затухание схемы вблизи граничных частот, а фильтры типа k обеспечивают большое затухание на других частотах полосы затухания. | **50. Телеграфные уравнения однородной линии. Первичные параметры однородной длинной линии.** | **51. Параллельно-производное звено фильтров типа “m”. Включение такого звена с фильтрами типа “k”.** Фильтры типа m получаются из Г-образных звеньев фильтра типа k. Если одинаковыми остаются характеристические сопротивления ZП, полученное при этом звено m носит название параллельно-производного.    Исходя из условия равенства характеристических сопротивлений имеем:Фильтры типа m каскадно соединяют с фильтрами типа k по принципу согласования. При этом фильтры типа m повышают затухание схемы вблизи граничных частот, а фильтры типа k обеспечивают большое затухание на других частотах полосы затухания. |
| **52. Первичные параметры однородной длинной линии. Установившийся синусоидальный режим работы однородной линии.** Здесь токи и напряжения в любой точке линии будут синусоидальны, причем фазы тока и напряжения в общем случае различны.https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-qqlrVH.jpgПереходя от мгновенных значений синусоид к их комплексным изображениям, можно записать, чтоhttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-coeMv6.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-j8Yd2a.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-yWbFum.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-LsOvQq.png.Полученные комплексы не зависят от времени. Следовательно, заменив синусоидальные функции соответствующими комплексными изображениями,получим дифференциальные уравнения для величин, зависящих только от одной переменной – расстояния https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-tJrCoc.png, и расчет можно вести без частных производных.Уравнения (8.1) в символической форме примут видhttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-oPdAPz.png,https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-eVXw29.png. Обозначим https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-AEYORN.png;https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-lDeRrl.pnghttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-sDNJTk.png, (8.6)где https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-bmWfJU.png- продольное сопротивление линии на единицу ее длины;https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-KCA3Rj.png- поперечная проводимость линии на единицу длины.Так как https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-QqUHfL.pngи https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-X3v98O.pngотносятся к разным элементам линии, то https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-EdPwjM.png.Подставив (8.6) в (8.5), получимhttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-0l_MJH.png, (8.7) https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-H6EpdT.png. (8.8). Продифференцируем (8.7) и (8.8) по https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-msJiqU.pngеще раз и подстановкой разделим искомые переменные  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-41glvg.png, (8.9)  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-ppZ79W.png. (8.10)  Решим уравнение (8.9).  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-0UgXaz.png.  Общее решение этого уравнения  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-v5gJFj.png, (8.11)  где корни характеристического уравнения https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-kyvUn2.pngи https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-INiBR8.pngи постоянные интегрирования https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-kKCUwB.pngи https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-FECncd.pngявляются в общем случае комплексными числами.  Характеристическое уравнение в нашем случае будет  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-34okd_.png. Отсюда https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-oTE2X4.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-2yF7pp.png. (8.12)  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-FMYK2E.png- коэффициент распространения волны. Он характеризует изменение  напряжения https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-8nbHxp.pngи тока https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-iuk1bG.pngвдоль линии на протяжении 1 км. В алгебраической форме комплекс https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-qCEOg0.png,где https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-MK4lY3.png- коэффициент затухания волны на 1 км, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-cGXaSp.pnghttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-i2A50w.png;https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-efUCxw.png- коэффициент изменения фазы на 1 км, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-btdrvc.png.  С учетом (8.12) напряжение https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-xgmzBh.png. (8.13)  Для определения общего выражения тока подставим (8.13) в (8.7)  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-G55Aoc.png. (8.14)  Перепишем (8.14) в виде  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-wXSglh.png, (8.15)  где https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-J8oS8n.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-41Wnhq.png- (8.16)  волновое или характеристическое сопротивление линии.  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-DGJSWQ.png,  где https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-Yxp4AL.png; https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-LBzQ4o.png. (8.17)  Для воздушных линий https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-8wN8_8.png= 300 – 600 Ом, для кабельных https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-epCNmN.png50 Ом.  Постоянные интегрирования https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-Ff32VY.pngи https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-l1E5VQ.pngопределяются из граничных условий:  при https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-PgazAs.pnghttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-hFR9uQ.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-UyxtG7.png. (8.18)  Используем уравнения (8.13) и (8.15)  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-zPb_A6.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-65ssNF.png, откудаhttps://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-cPB2wd.png, https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-8V69_R.png. (8.19)Подставив https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-Kk5Q6M.pngи https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-sqaCea.pngв (8.13) и (8.15), определим напряжение и ток  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-i2bBqB.png,  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-fL_doP.png. (8.20)  Отсюда мгновенные значения напряжения и тока  https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-woiYzl.png,  +https://studfile.net/html/2706/383/html_gOyGlumJvO.irxB/img-gRXMMP.png | **53. Принцип организации фильтров “m”. Параллельно-производное звено фильтра “m”.** В целях наилучшего согласования нагрузки с фильтром необходимо, чтобы характеристическое сопротивление фильтра было по возможности постоянным в полосе пропускаемых частот. В связи с этим попытаемся изменить продольную или поперечную ветвь Г-образного звена типа k таким образом, чтобы получилось новое Г-образное звено с характеристическим сопротивлением, мало меняющимся в зависимости от частоты в полосе пропускания. Второе характеристическое сопротивление этого звена должно быть равно характеристическому сопротивлению исходного звена типа k (именуемого прототипом). Если одинаковыми остаются характеристические сопротивления ZП, полученное при этом звено m носит название параллельно-производного.Исходя из условия равенства характеристических сопротивлений имеем: | **54. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при отключении от источника переменного напряжения. Графики тока и напряжения. Время переходного процесса. Классический метод.** |
| **55. Фильтр верхних частот типа “m”. Основные характеристики, электрические схемы. Зависимость характеристик фильтра от коэффициента “m”.** Фильтры верхних частот типа m. Характеристики ФВЧ   При m=1 фильтр является фильтром типа “К”. При малых “m” крутизна АЧХ вблизи ωС очень большая, но при более высокой частоте в полосе задержания коэффициент передачи больше, чем при больших “m”.Входное сопротивление фильтра типа “М” вблизи ωС зависит от “m”. При m=0,6 входное сопротивление наиболее равномерно в полосе пропускания.https://ok-t.ru/studopediaru/baza2/1958890542987.files/image331.gif | **56. Вторичные параметры однородной линии. Их физический смысл, единицы измерения, зависимость от частоты.** Вторичные параметры однородной линии  Вторичными, или характеристическими, параметрами линии являются коэффициент затухания а, коэффициент фазы Р и волновое сопротивление Zв, которые, в свою очередь, определяются через первичные параметры линии и частоту.  Из выражения  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2214.png  следует, что https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2215.pngоткуда https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2216.png  Совместное решение последних уравнений дает:  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2217.png  Полученные выражения показывают, что а и р в общем случае зависят от частоты. Однако в отличие от коэффициента затухания, который изменяется в сравнительно ограниченных пределах, коэффициент фазы неограниченно растет с частотой.  Формула (17.23) позволяет выразить фазовую скорость распространения электромагнитной волны через первичные параметры линии и частоту по формуле (17.14).  Выражения (17.22) и (17.23) неудобны для практического использования ввиду их громоздкости. Существует ряд приближенных расчетных формул для вычисления вторичных параметров линии, учитывающих, что в области высоких частот (порядка 1 МГц и выше) сопротивление весьма мало по сравнению с со?0, а проводимость^ ничтожно мала по сравнению с соС0. Первое допущение (оз10 >> й)) обусловлено тем, что индуктивное сопротивление *г0* прямо пропорционально частоте, между тем как сопротивление проводов пропорционально корню квадратному из частоты вследствие поверхностного эффекта (см. § 17.1). Второе допущение справедливо для высокочастотных фидеров, которые, будучи «длинными» по сравнению с длиной волны, имеют весьма малую физическую длину и поэтому могут иметь надежную изоляцию между проводами. Особенно ничтожно мала проводимость^ кабельных линий. Используя для выражения  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2218.png  бином Ньютона, ограничиваясь первыми двумя членами разложения  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2219.png  и пренебрегая ввиду малости слагаемым - https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2220.png, окончательно получаем: https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2221.png  Формулы (17.24) и (17.25) представляют собой пределы, к которым стремятся коэффициент затухания и коэффициент фазы с ростом частоты.  Выражение (17.24) не следует понимать в том смысле, что а не зависит от частоты: входящие в него параметры *г0* и сами являются функциями частоты (см. § 17.1).  Первое слагаемое в правой части выражения (17.24) определяет ту долю затухания, которая обусловливается продольным активным сопротивлением линии. Второе слагаемое определяет долю затухания, которая вносится в передачу вследствие наличия поперечной активной проводимости линии.  Для уменьшения потерь при передаче электромагнитной энергии по линии стремятся к тому, чтобы сопротивление линии /• и проводимость изоляции &  были по возможности малы.  Согласно формулам (17.14) и (17.25), фазовая скорость  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2222.png  Это предельная фазовая скорость распространения волны вдоль линии при  бесконечно большой частоте. При постоянном токе (ю = 0) понятия «коэффициент фазы» и «фазовая скорость» теряют физический смысл; на основании выведенной ранее формулы (17.7) для у при https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2223.png  На рис. 17.5 показан характер изменения а и р в зависимости от частоты; коэффициент р с ростом частоты асимптотически приближается к прямой, образующей с осью ш угол  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2224.pngгде *т* - масштабный коэффициент.  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2225.png  Рис. 17.5  Для кабельных линий характерна резко выраженная емкостная проводимость и С0, по сравнению с которой проводимость изоляции#о ничтожно мала. Кроме того, если частота не очень велика, то индуктивное сопротивление *о)Ь0* мало по сравнению с активным сопротивлением *г0* из-за незначительного расстояния между жилами. Поэтому в случае кабельной линии, пренебрегая параметрами ?0 и ?о по сравнению с г0 и С0 соответственно, получаем упрошенную расчетную формулу  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2226.png  Следовательно,  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2227.png  а фазовая скорость распространения волны в кабельной линии  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2228.png  т.е. прямо пропорциональная корню квадратному из частоты.  В теории электромагнитного поля доказывается, что произведение удельных значений индуктивности и емкости в линии  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2229.png  где *с* - скорость света в вакууме (примерно 3-10 8 м/с); е, р - диэлектрическая и магнитная проницаемости среды, окружающей токоведущие проводники.  Согласно формулам (17.26) и (17.29), предел, к которому с ростом частоты стремится фазовая скорость волны, https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2230.png  В случае воздушной линии е » 1 и р « 1, поэтому фазовая скорость в пределе стремится к скорости света в вакууме.  В случае кабельной линии е = 4...5, поэтому предельная фазовая скорость примерно вдвое меньше скорости света в вакууме.  Рис. 17.6 **иллюстрирует зависимость фазовой скорости волны от частоты и типа линии.**  Согласно формуле (17.11), волновое сопротивление линии https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2231.png  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2232.png  Р и с. 17.6  При частоте со = 0 и со = ж модуль имеет действительные значения соответственно https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2233.png  В остальной части диапазона частот волновое сопротивление линии имеет емкостный характер, так как обычно https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2234.png (аргумент знаменателя в правой части уравнения (17.30) больше аргумента числителя).  На рис. 17.7 показаны кривые изменения модуля гв и угла ср волнового сопротивления линии в зависимости от частоты.  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2235.png  Р и с. 17.7  Подставив выражения и С0 из § 17.1 в формулу https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2236.pnghttps://ozlib.com/htm/img/17/20969/2237.pngполучим приближенные расчетные формулы (для высоких частот) в зависимости от размеров линии:  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2238.png  Средние значения гв для воздушных линий 400 - 500 Ом, для кабелей - 50 - 70 Ом.  https://ozlib.com/htm/img/17/20969/2239.png  Рис. 17.8  Рис. 17.8 иллюстрирует графические зависимости гв от *с1/а*и *Ь/а* для воздушных и кабельных линий, построенные по формулам (17.31). | **57. Сравнение основных характеристик электрических фильтров типа “k” и типа “m”. Параллельно-проводное звено фильтров типа “m”.** Эти фильтры имеют одинаковые области пропускания, но различные частотные характеристики затухания. Продемонстрируем на ФВЧ.  Характеристики ФВЧ   Параллельно-производное звено фильтров типа “m”.    =  Значит,продольное плечо параллельно-производного звена типа m состоит из сопротивлений И ,соединённых параллельно. |
| **58. Однородная линия без потерь. Распределение напряжений и токов в режиме к.з. и х.х.** Линией без потерь называется линия, у которой первичные параметры https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image124.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image126.gif равны нулю. В этом случае, как было показано ранее, https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image128.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image130.gif . Таким образом,  https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image132.gif ,  откуда https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image134.gif .Раскроем гиперболические функции от комплексного аргумента https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image136.gif :  https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image138.gif  Тогда для линии без потерь, т.е. при https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image139.gif , имеют место соотношения:https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image141.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image143.gif .Таким образом, уравнения длинной линии в гиперболических функциях от комплексного аргумента для линии без потерь трансформируются в уравнения, записанные с использованием круговых тригонометрических функций от вещественного аргумента:   |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image145.gif ; | (17) |  |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image147.gif . | (18) |   Строго говоря, линия без потерь (цепь с распределенными параметрами без потерь) представляет собой идеализированный случай. Однако при выполнении https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image149.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image151.gif , что имеет место, например, для высокочастотных цепей, линию можно считать линией без потерь и, следовательно, описывать ее уравнениями (17) и (18).**Определение параметров длинной линии из опытовхолостого хода и короткого замыкания**  Как и у четырехполюсников, параметры длинной линии могут быть определены из опытов холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ).При ХХ https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image098.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image100.gif , откуда входное сопротивление   |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image102.gif . |  |   При КЗ https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image104.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image106.gif . Следовательно,   |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image108.gif . | (14) |   На основании (13) и (14)   |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image110.gif | (15) |   и  https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image112.gif ,  откуда   |  |  | | --- | --- | | https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image114.gif . | (16) |   Выражения (15) и (16) на основании данных эксперимента позволяют определить вторичные параметры https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image116.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image118.gif линии, по которым затем могут быть рассчитаны ее первичные параметры https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image120.gif и https://www.ups-info.ru/images/landata/art-47/image122.gif | **59. Совместное включение фильтров типа “k” и типа “m”. Режим согласования. Основные характеристики и электрическая схема.** Фильтры типа m каскадно соединяют с фильтрами типа k по принципу согласования. При этом фильтры типа m повышают затухание схемы вблизи граничных частот, а фильтры типа k обеспечивают большое затухание на других частотах полосы затухания. Каскадное включение k и m фильтров.   Результирующее затухание всего фильтра *а* равно сумме затуханий *т-* и k-фильтров (аm и *а*к):https://studme.org/htm/img/39/4359/710.png | **60. Уравнение длинной линии в гиперболических функциях.** В соответствии с (11) и (12) напряжения и токи в начале и в конце линии связаны между собой соотношениямиhttps://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image086-24.gif ;https://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image088-21.gif .Эти уравнения соответствуют уравнениям симметричного четырехполюсника, коэффициенты которого https://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image090-19.gif ; https://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image092-18.gif и https://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image094-17.gif ; при этом условие https://toehelp.ru/theory/toe/lecture41/image096-16.gif выполняется.Указанное означает, что к длинным линиям могут быть применены элементы теории четырехполюсников, и, следовательно, как всякий симметричный четырехполюсник, длинная линия может быть представлена симметричной Т- или П- образной схемами замещения. |
| **61. Линия без потерь. Различные режимы работы: согласованный режим; короткое замыкание в нагрузке; холостой ход; активная несогласованная нагрузка. Режимы работы:**  **7.1. В режиме холостого хода**, то есть когда линия на конце разомкнута https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image274.gif , https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image299.gif уравнения преобразуются в:https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image301.gif (7.7)https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image303.gif .  **7.2. В режиме короткого замыкания**, то есть когда линия на конце замкнута https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image335.gif , https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image337.gif уравнения преобразуются:  https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image340.gif   **7.4. Если линия нагружена на резистивное сопротивление, равное волновому** https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image357.gif , то нагрузка является согласованной. В этом случае комплексные действующие значения напряжения и тока на выходных зажимах линии связаны соотношением: https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image359.gif . Напряжение и ток совпадают по фазе, так как в линии без потерь *Zв* принимает действительное (не комплексное) значение. Коэффициент отражения *n2=0*, и в линии существует только падающая волна с неизменной амплитудой .Если начальную фазу напряжения https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image289.gif принять равной нулю ( https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image362.gif , https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image364.gif ), то https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image366.gif  **7.5. При подключении несогласованной резистивной нагрузки** https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image372.gif действующие значения напряжения и тока на выходных зажимах линии связаны соотношением: https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image374.gif , тогда  https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza6/3718025200312.files/image377.gif | **62. Переходные процессы в линейной электрической r, L – цепи при отключении от источника переменного напряжения.** | **63. Возникновение режима стоячих волн в однородной линии без потерь. Распределение напряжения и тока вдоль линии в установившемся режиме. Виды нагрузки при которых возможен режим стоячих волн.** Рассмотрим закон распределения действующих напряжения и тока вдоль линии без потерь. Приняв в уравнениях Мнимый коэф-т распространения получим для любой точки линии на расстоянии от конца: Где коэф-т отражения представляет собой в общем случае комплексную величину.Видно, что комплексное напряжение в любой точке складывается из прямой и обратной волн напряжения, амплитуды которых находятся в соотношении 1 : ||; в свою очередь комплексный ток равен разности падающей и отраженной волн тока с тем же соотношением амплитуд.Точкам (k – целое число) удовлетворяющим условию: соотв-ет max действующее значение U. На расстоянии от этих C:\Users\Dell\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (123).pngточек дейстсвующее U имеет min. При этом удовлетворяется условие: .Координаты максимумов и минимумов U, являющихся многозначными функциями и λ, не зависят от времени. Т. о., **кривая действующих значений** **напряжения** вдоль линии без потерь представляет собой волнообразную кривую, max и min которой чередуются. Аналогично рассуждая, **кривая действующих значений** **тока** вдоль линии без потерь представляет собой волнообразную кривую, смещенную относительно кривой действующих значений напряжения на четверть длины волны. Места максимумов напряжения совпадают с местами минимумов тока и, наоборот, минимумы U совпадают с максимумами I.При отсутствии отраженной волны ( действующие значения U и I вдоль линии без потерь не изменяются.Чем ближе коэффициент C:\Users\Dell\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (125).pngотражения к единицы, тем больше разница между максимумами и минимумами U (или I). При =1, когда амплитуда прямой и обратной волны равны, в линии устанавливаются **стоячие волны** напряжения и тока. На линии образуются ***узлы*** – точки, в которых U или I равны нулю, и C:\Users\Dell\Pictures\Screenshots\Снимок экрана (127).png***пучности*** – точки, в которых U или I максимальны.Узлы напряжения совпадают с пучностями тока и, наоборот, узлы тока совпадают с пучностями напряжения. Соотв-но узлы (или пучности) напряжения и тока сдвинуты на четверть длины волны друг относительно друга.**!** Таким образом, для **выполнения условия**  необходима нагрузка: *(холостой ход). (короткое замыкание). (реактивная нагрузка).*Этим условиям соответствуют стоячие волны, возникающие в линии без потерь.Из уравнений:  **Для холостого хода: (** Узлы напряжения находятся в точках, для которых , откуда . Пучности напряжения находятся в точках, для которых или , откуда .. **Для короткого замыкания: (** Пучности напряжения и узлы тока: Узлы напряжения и пучности тока: . Наличие хотя бы самых малых потерь, приводит к тому, что U и I не снижаются до нуля, а достигают каких-то малых величин в точках, соотв-щих узлам.В случае стоячих волн мощность в узлах U и I равна нулю, в остальных точках имеет место только реактивная мощность, происходит обмен энергией.Если в линии есть потери или приемник потребляет активную мощность, то узлы исчезают, амплитуда прямой волны превышает амплитуду обратной, след-но происходит процесс передачи энергии вдоль линии.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. отсюда:В реальных условиях коэффициент бегущей волны не ниже |
| https://sun9-64.userapi.com/impg/8oLgYUpgfuXay8vCMJFnAhdFMxOYoxgLOk_peg/a3XEee4vk6c.jpg?size=1600x1466&quality=96&sign=775dbbdb1cf030d105065da7a88724cb&type=album**64. Расчет переходных процессов классическим методом в r, L, c цепи. Возможные виды переходного процесса при включении на источник постоянного напряжения.**  https://sun9-44.userapi.com/impg/Bc42ad8ZeiA7dUeAZcun3oYgM-AxxTElpQwzZw/dftX2Yvj0Bk.jpg?size=1600x668&quality=96&sign=2f8fdebc9a49d129fff05d5f8bb5a2f1&type=album | **65. Входное сопротивление однородной линии без потерь в различных режимах работы. Распределение сопротивление вдоль линии для режимов: короткого замыкания нагрузки, холостого хода, согласованной нагрузки.** Входное сопротивление линии, измеренное в произвольной точке на расстоянии х' от конца линии, определяется отношением Z=U/I и может быть представлено через уравнения в комплексной или гиперболической форме. Пологая, что линия нагружена на конце некоторым сопротивлением Z2. или Данное выражение показывает, что с изменением координаты х' модуль входного сопротивления линии колеблется между некоторыми максимумами и минимумами (которые в общем случае отличаются друг от друга).Допустим, что модуль Z достигает некоторого максимума в точке . Тогда максимумы будут также в точках, соот - щих изменению аргумента 2х' на величину 2, что дает Следовательно, максимумы чередуются через каждые полволны. Посередине между максимумами будут минимумы, которые также чередуются через каждые полволны.*Если вместо координаты х' варьировать коэффициент фазы , меняя частоту источника, получится аналогичная волнообразная кривая, причем максимумы и минимумы будут отстоять друг от друга на /х' (здесь х' = const). Исследуя изменение входного сопротивления линии при плавном изменении частоты источника, можно зафиксировать два следующих друг за другом максимума сопротивления Z, соответствующих частотам и . В этом случае и, следовательно, откуда*  *При малом расхождении частот f1 и f2 фазовые скорости почти одинаковы: , а . Данная формула позволяет определить расстояние от точки наблюдения до ближайшей точки линии, в которой имеет место отражение (например, при коротком замыкании на линии), произведя измерение только в одной точке.*Волновой характер входного сопротивления линии подчиняется в общем случае закону изменения модуля гиперболического тангенса с комплексным аргументом. Обозначим :  Тогда при холостом ходе получаем: .При коротком замыкании получаем: В этом случае можно получить входное сопротивление линии через и : Из параметров: При вычислении коэффициентов β по этим формулам, он определяется неоднозначно, что имеет определённые трудности. Входное сопротивление линии без потерь при холостом ходе при коротком замыкании определяются из и при условии , *Так как коэффициент фазы определяется по формуле неоднозначно, то проверка расчетов проводится с использованием формулы (17.14), причем первоначально фазовая скорость выбирается ориентировочно.*  *На рисунке показаны кривые изменения модулей Zx и ZK в зависимости от координаты х'. В пределе, т.е. при , максимумы и минимумы кривой стремятся к значению .*Входные сопротивления линии без потерь при холостом ходе и коротком замыкании при замене ; Тангенсоида и котангенсоида характеризуют входное сопротивление линии, как от величины Х, так и от частоты (т е от β), если Х неизменна.Входное сопротивление линии без потерь при х' 4 носит индуктивный характер в режиме короткого замыкания и емкостный в режиме холостого хода. При х' = /4 в первом случае наступает резонанс токов (z ), во втором - резонанс напряжений (z=0). Количество резонансов , т к цепочку можно представить бесконечным количеством катушек и конденсаторов. Согласно уравнению (17.42), входное сопротивление линии без потерь, нагруженной произвольным сопротивлением , ,где Ф — аргумент комплексного коэффициента отражения .Входное сопротивление линии достигает максимума при , или Волновое сопротивление линии без потерь может быть определено как среднее геометрическое максимального и минимального значений входного сопротивления линии: | **66. Переходные процессы в линейной r, L – цепи при включении на источник постоянного напряжения (апериодический процесс). Операторный метод. Схема3**iL(t), UL(t);  1.Независимые начальные условия  2. Составляем операторную схему замещения.I(p)=E/r+pL=M(p)/N(p)  Перходим от изображения к ее оригиналу i(p) при помощи формулы разложения F(p)=M(p)/N(p)  f(t)=e^pt, p-корни уравнения N(p)=0, r+pL=0, p=-r\L, f(t)=E/L \* e^(-rt/L) |
| **67. Коэффициенты отражения в начале однородной линии (n1) и в конце линии (n2). Значение коэффициентов в различных режимах работы линии: короткое замыкание, холостой ход, согласованная нагрузка.** Введём понятие коэффициента отражения волны в начале линии  где - входное сопротивление линии.  Подстановка A1 и A2 даёт:  Если заданы граничные условия на конце линии, то удобнее отсчитывать расстояние от конца, приняв координату Для A1 и A2 получаем следующие выражения:  Получим окончательные результаты для U и I    Где аналогично предыдущему n2-коэфициент отражения в конце линии.  Где выходное сопротивление в конце линии. Согласованная нагрузка: Zв = Z2 -> n2=0, Короткое замыкание: Z2 = 0 -> n2=-1,Холостой ход: Z2 = бесконечность -> n2=1 | **68. Переходные процессы в линейной r, L, С – цепи при включении на источник постоянного напряжения (колебательный процесс). Операторный метод.** | **69. Входное сопротивление однородной линии в различных режимах работы. Распределение сопротивление вдоль линии для режимов: короткого замыкания нагрузки, холостого хода, согласованной нагрузки.** Входное сопротивление линии, измеренное в произвольной точке на расстоянии х ′ от конца, определяется отношением Z=U/I и может быть представлено в комплексной или гиперболической форме. Будем считать, что линия нагружена на конце некоторым сопротивлением Z2, которое в зависимости от условий может быть любым.  Комплексное входное сопротивление линии              При согласованной нагрузке Z2=Zв  -> Z=Z2=Zв. |
|  |  |  |