МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

## ХТУРЭ

## Кафедра ОРТ

РАСЧЕТНО – ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по курсу "Основы теории цепей"

Тема: Расчет характеристик и переходных процессов в электрических цепях

Выполнил:

студент группы ВEЗ-09-3

Моисеев В.П.

Проверил:

Долбин А.А.

## Харьков 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

Задание

Введение

1. Определение характеристического сопротивления Z(w)
2. Определение классическим методом переходной характеристики и построение ее графика



1. Нахождение импульсной характеристики цепи с использованием ее связи с , построение графика



1. Определение комплексного коэффициента передачи цепи , построение графиков АЧХ и ФЧХ



1. Нахождение передаточной функции цепи и установление ее связей с и



1. Расчет отклика цепи на произвольное, построение графика отклика

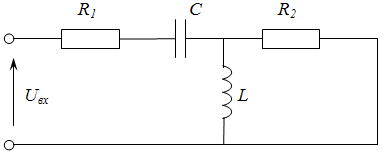
### Заключение

### Список использованных источников

Приложение А

### ЗАДАНИЕ

Схема и параметры цепи:



R1 =2 Ом; R2 = 800 Ом;

L = 2,3 мкГн;

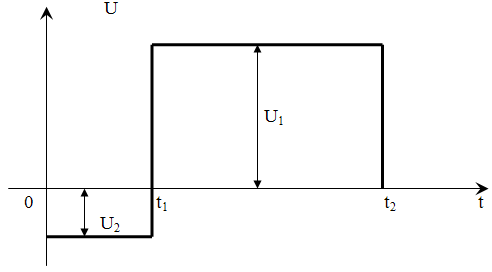
C = 338 пФ.

Параметры воздействия в виде импульса, показанного на рисунке ниже:

U1 = -16B; U2 =48B.

t1 = 14мкс; t2 = 28мкс.

Временная диаграмма импульсного воздействия :



ВВЕДЕНИЕ

Основная цель данной работы – закрепление и углубление знаний по разделам курса и формирование практических навыков применения методов анализа теории цепей, имеющих большое значение для изучения последующих дисциплин и для специальности радиоинженера в целом. Значение комплексного коэффициента передачи цепи, временных характеристик линейных цепей и методов анализа переходных процессов в линейных цепях, необходимо для изучения основных методов расчета радиотехнических устройств (спектрального, временного и операторного). Овладение этими методами позволяет выбирать в каждом конкретном случае наиболее рациональный, вытекающий из принципа работы устройства метод, а решение одной и той же задачи различными методами предохраняет от ошибок.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ Z(w)

###### Для определения характеристического сопротивления нужно составить уравнение:



Приобразуем его:

,



.



Найдём модуль характеристического сопротивления ⎮Z(w)⎮:

.



Подставив числовые значения, получим:

График зависимости модуля характеристического сопротивления от частоты показан на рисунке 1.1. Результаты расчетов представлены в дополнении А.



Рисунок 1.1 – График зависимости модуля характеристического сопротивления от частоты

Рассмотрим поближе тот промежуток зависимости модуля характеристического сопротивления от частоты, где он приближается к минимуму (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – График зависимости модуля характеристического сопротивления от частоты (точка минимума)

Как видно из результатов расчетов, представленных в дополнении А, минимальное значение модуля характеристического сопротивления находится на частоте 3,58 ⋅107рад/с.



Найдём фазочастотную характеристику. Она равняется arctg от соотношения нериальной части к реальной характеристического сопротивления:

Подставив числовые значения, получим:



График ФЧХ представлен на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – График фазо - частотной характеристики

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ , ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА



Поскольку схема содержит два накопительных элемента (C и L) в различных ветвях, данная цепь является цепью второго порядка. В ней возможны либо апериодический, либо колебательный режим. Для выяснения этого составим характеристическое уравнение и определим его корни.

Для определения корней характеристического уравнения можно воспользоваться следующей методикой – записать входное сопротивление в операторной форме и приравнять его к нулю. В данной задаче получаем:



(1.1)



откуда, находим корни этого уравнения.

Поскольку они комплексные, то:

(1.2)



Цепь имеет колебательный характер, поэтому свободную составляющую решения можно определять в виде затухающего колебания:

, (1.3)



где и θ - постоянные интегрирования.



В данном случае , так как ток в принужденном режиме через ёмкость С не пойдёт.



Итак,



Чтобы определить постоянные интегрирования нужно составить два уравнения для начальных значений и .



Начальное значение , т.к. по закону коммутации ток в начальный момент времени через индуктивность L равен току до включения.



Для нахождения произвольной переходной характеристики продифференцируем по времени по времени .



Из курса ОРЭ известно, что напряжение на ёмкости равно:

, откуда ,



, ,



.



Учтя всё это можно составить систему уравнений:



Решение системы уравнений и подстановка данных приводит к значению:

Переходная характеристика после подстановки значений имеет вид:



или



Её график изображен на рисунке 2.3. Расчетные данные находятся в приложении А.



Рисунок 2.3 – График зависимости переходной характеристики



3. НАХОЖДЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕПИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕЕ СВЯЗИ С , ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА



Импульсная характеристика вычисляется с помощью зависимости от по формуле:



(3.1)



(3.2)



В импульсной характеристике отсутствует дельта функция, поскольку .



После подстановки значений:



получим



График импульсной функции изображен на рисунке 3.1. Расчетные данные находятся в приложении А.



Рис.3.1 – График зависимости импульсной функции



4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ ЦЕПИ , ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ АЧХ И ФЧХ



Комплексный коэффициент передачи может быть представлен в показательной форме записи:

, (4.1)



где - модуль комплексного коэффициента передачи;



- аргумент комплексного коэффициента передачи.



Модель комплексного коэффициента передачи представляет собой АЧХ цепи, а аргумент - ФЧХ цепи. Его можно найти из соотношения:



Напряжение на резисторе R2 равно напряжению на индуктивности L.

Выходя из этого, можно записать:



Комплексный коэффициент передачи при этом:



Выделим мнимую часть числа и найдём модуль (АЧХ):



Подставим значения в выведенные формулы и получим:



Аргумент комплексного коэффициента передачи (аргумент - ФЧХ цепи):



Графики АЧХ , ФЧХ представлены на рисунках 4.1и 4.2 соответственно



Рисунок 4.1 -АЧХ



Рисунок 4.2 – ФЧХ

5. НАХОЖДЕНИЕПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ И УСТАНОВЛЕНИЕ ЕЕ СВЯЗИ С И



Формально выражения для комплексного коэффициента передачи и передаточной функцией отличаются только переменной для идля .



Произведём замену:



Подставив значение



получим:



Умножим и поделим, прибавим и отнимем комплексно сопряженные числа:



Сведём по формуле квадратов:



Подставив числовые значения и сделав еще некоторые преобразования получим:



Зная, что



запишем импульсную характеристику:



Зная, что



получим переходную характеристику:



Полученные выражения для исовпадают с определенными в п.2 и п.3.



6. РАСЧЕТ ОТКЛИКА ЦЕПИ НА ПРОИЗВОЛЬНОЕ, ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ОТКЛИКА

Опишем входной сигнал (напряжение) с помощью простой функции:



Учитывая то, что вид реакции цепи - iL запишем на каждом временном интервале функцию тока через напряжение:



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

##### В ходе выполнения курсовой работы были изучены классический и операторный методы нахождения временных характеристик. Классический метод оказался более прост, так как требовал меньше математических выкладок, для определения и . Временные характеристики, найденные этими двумя методами совпали. Был применен комплексный метод для нахождения частотных характеристик цепи.



Также были приобретены практические навыки применения интегралов наложения для расчета переходных процессов и прохождения простейших сигналов через цепи.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы теории цепей: Методические указания к курсовой работе для студентов – заочников специальности 23.01 "Радиотехника"/ Сост. Коваль Ю.А., Праги О.В. – Харьков: ХИРЭ, 1991. – 63 с.
2. Зернов Н.В., Карпов В.Г. "Теория электрических цепей". Издание 2-е, перераб. и доп., Л.,"Энергия",1987.

Приложение А

Результаты расчетов частотных характеристик

