ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики
Им. А.Н.Тихонова НИУ ВШЭ

Департамент компьютерной инженерии

Практическая работа №3
«Обеспечение АЧХ транзисторного фильтра»
по курсу «Автоматизация проектных работ»

Выполнил:

Студент группы БИВ174

Солодянкин Андрей Александрович

Проверил:

Новиков Константин Викторович

Москва 2020 г.

Содержание

1 Задание

Обеспечить заданную АЧХ транзисторного фильтра таким образом, чтобы частота среза по уровню $0{,}7 * max(K_u)$ = 30 Гц.

2 Краткие теоретические сведения

Частотная область удобна при изображении частотного состава сигналов. Каждая синусоида, представленная на графике, имеет одну частоту. Следовательно, в частотной области каждая синусоида представляется только одной частотной составляющей. Ее амплитуда (на графике - прямая со стрелкой вверх) в частотной области пропорциональна амплитуде синусоиды во временной области. Частота f1 соответствует частоте первой синусоиды, а f2 - второй. Чем выше частота синусоиды, тем дальше по оси частот она располагается. (Словосочетание «частотная составляющая» для краткости заменяют просто на «частоту», если понятно, что речь идет о составляющей частотного спектра, а не о понятии частоты как таковом).

3 Выполнение работы

На рис. 1 показаны требуемые АЧХ и схема фильтра.

Были получены следующие параметры фильтра: $R_1 = 56kOmh, R_2 = 7kOmh, R_3 = 6kOmh, R_4 = 7.45kOmh, C_1 = 10uF, C_2 = 8uF, C_3 = 2.6uF, C_4 = 8.75uF$.

На рис. 2 показана демонстрация работы полученных параметров.

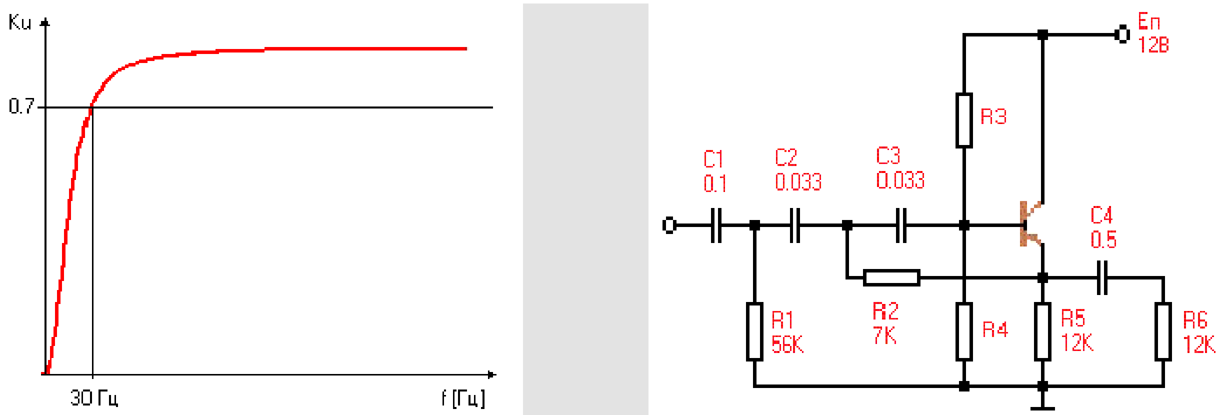

Рис. 1: АЧХ и схема фильтра

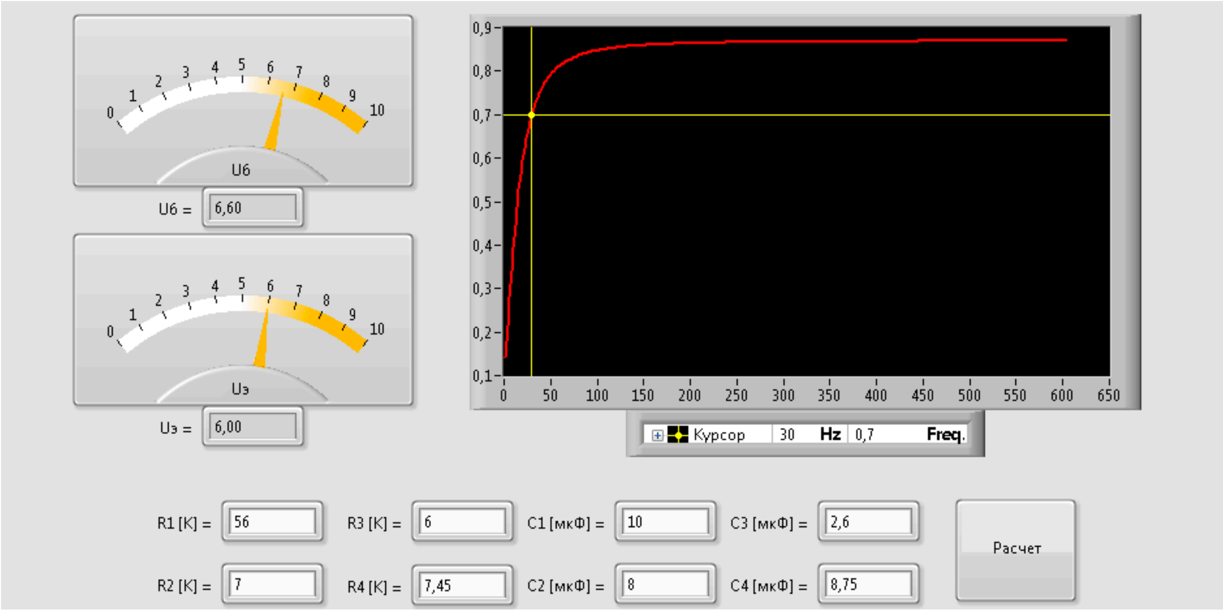

Рис. 2: Полученные параметры фильтра

4 Выводы по работе

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены методы математического моделирования электрических схем в частотной области и способы обеспечения частотных характеристик схем методами математического моделирования.

5 Контрольные вопросы

1. Математическая модель схемы в частотной области.

   В базисе узловых потенциалов математическая модель электрической схемы в частотной области представляет собой систему линейных алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами:

   $$YV = I$$

   где Y – матрица узловых проводимостей; V – вектор узловых потенциалов; I – вектор узловых токов.

   Для решения системы линейных уравнений применяют метод LU разложения, в соответствии с которым матрица Y представляется произведением нижней треугольной матрицы с единичной диагональю L и верхней треугольной матрицы

U:

$$Y = LU$$

Элементы матриц L и U вычисляются с помощью следующей рекуррентной процедуры:

$$u_{sj} = y_{sj} - \sum_{k=1}^{s-1} l_{sk}u_{kj}, j = s, s+1,..,n;$$

$$l_{is} = \frac{y_{is} - \sum_{k=1}^{s-1} l_{ik}u_{ks}}{u_{ss}}, i = s+1,...,n;$$

После LU разложения матрицы Y, решение системы уравнений заменяется последовательным решением двух систем с треугольными матрицами:

$$LZ = I; UV = Z$$

В результате решения системы уравнений определяется вектор узловых потенциалов, на основе которого рассчитывается комплексный коэффициент передачи, его модуль и фаза:

$$K = \frac{V_j}{V_i}, K = |K| = \sqrt{real^2K + imag^2K}, F = arctan\frac{imagK}{realK}$$

2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

   Есть две группы методов – прямые и итерационные.

   Прямые методы дают алгоритм, по которому можно найти точное решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы основаны на использовании повторяющегося процесса и позволяют получить решение в результате последовательных приближений.

   Некоторые прямые методы:

   - Метод Гаусса;
   - Метод Крамера;
   - Матричный метод.

Итерационные методы устанавливают процедуру уточнения определённого начального приближения к решению. При выполнении условий сходимости они позволяют достичь любой точности просто повторением итераций. Преимущество этих методов в том, что часто они позволяют достичь решения с заранее заданной точностью быстрее, а также позволяют решать большие системы уравнений.