Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет "ЛЭТИ"

кафедра физики

Задание №3 по дисциплине

"Физические основы информационных технологий"

Название: Прохождение сигнала через четырёхполюсник

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия И.О.: | Чернякова В.А. |
| Группа: | 1304 |
| Преподаватель: | Альтмарк А.М. |
| Итоговый балл: |  |
| Крайний срок сдачи: | 22.11.23 |

Санкт-Петербург

2023

**Условие задания.**

Сигнал поступает на вход четырёхполюсника (контакты 1 и 2), показанного на рис.1. Четырехполюсник состоит из катушек индуктивности (L1 и L2), конденсаторов (C1 и C2) и резисторов (R1, R2, R3 и R4). Сигнал представляет собой суперпозицию гармонических функций:

.

Определить во сколько раз уменьшится амплитуда *k*-й гармоники на выходе четырехполюсника по сравнению с входным значением. В данном задании сигнал задается в виде массива из N элементов, который нужно взять из текстового файла. Каждый элемент массива соответствует определённому моменту времени *ti*. Интервал между соседними моментами времени также дается в задании и обозначается как *δt=ti+1-ti*. В данном задании требуется найти АЧХ передаточной характеристики четырехполюсника, а также применить алгоритм дискретного преобразования Фурье для определения спектрального состава сигнала. Необходимо построить график АЧХ в диапазоне циклических частот от 0 до 100 рад/с, а также графики сигнала и его спектра.

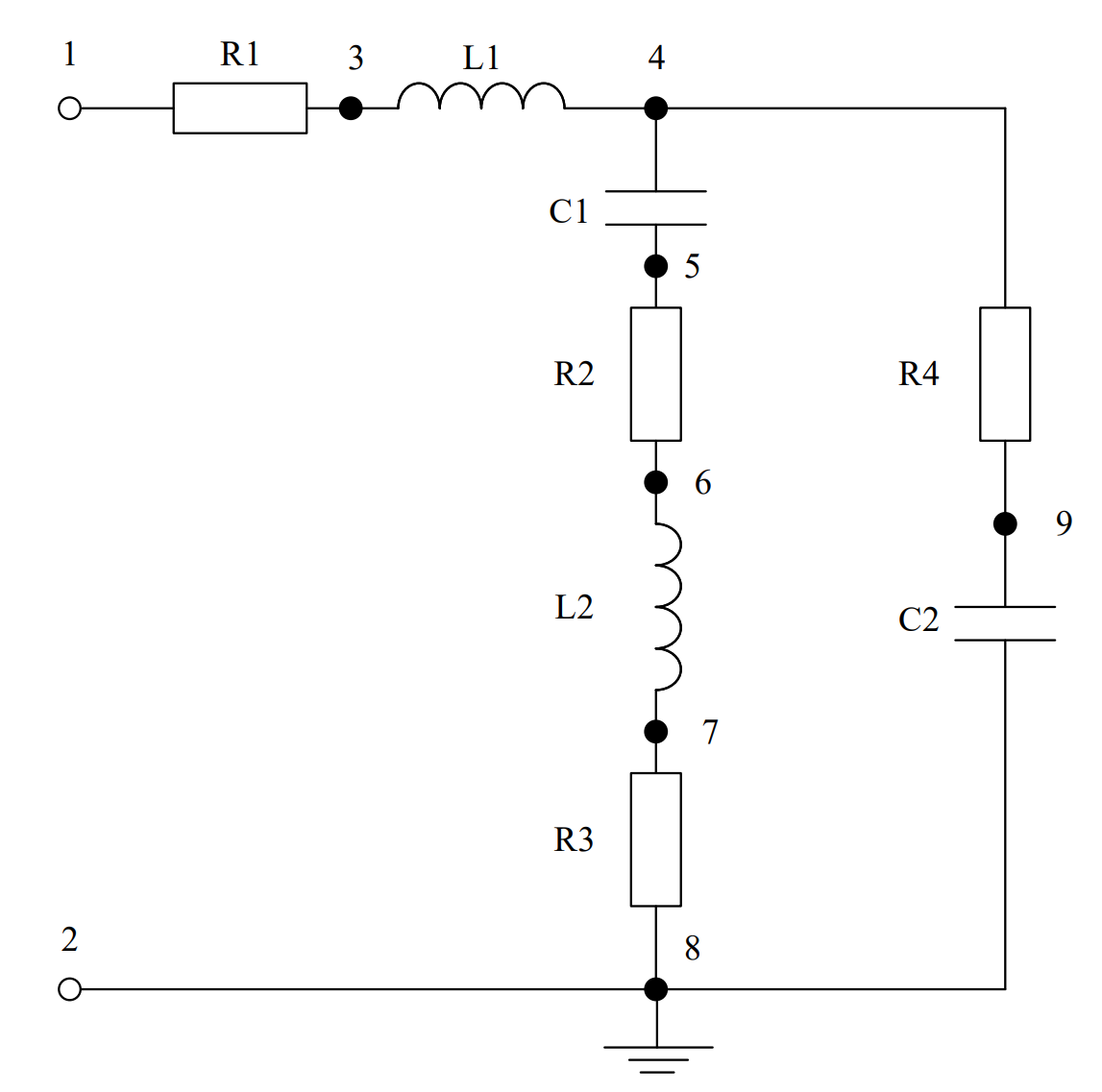


Рисунок 1 – Исследуемый четырехполюсник.

**Вариант 18.**

Данные.

L1, Гн: 13,5918808040161

L2, Гн: 0,792438656142625

C1, Ф: 0,0000117102061840227

C2, Ф: 0,0000127285942843008

R1, Ом: 104,236702705245

R2, Ом: 33,3716048275039

R3, Ом: 1014,67452335933

R4, Ом: 500,799783087408

Количество отсчетов N (элементов массива): 8192

Время между соседними отсчетами (δt), с: 0,0196349540849362

Контакты выхода: 7 и 8

Номер гармоники: 3

Файл сигнала: 18.txt

Файл с картинкой: 18.jpeg

**Основные теоретические положения.**

Передаточная функция системы H =

Она показывает связь между входным и выходным напряжениями.

Для нахождения входного и выходного напряжения нужно знать импеданс Z – комплексное сопротивление для гармонического сигнала:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Резистор | ZR | R |
| Конденсатор | ZC |  |
| Катушка индуктивности | ZL | jωL |

АЧХ передаточной функции получается как |H(jω)|, и показывает изменение амплитуды сигнала в зависимости от его частоты.

Преобразование Фурье – операция, сопоставляющая для функции вещественной переменной другую функцию, описывающую коэффициенты ее разложения на элементарные гармонические колебания с разными частотами.

Для построения спектра сигнала, заданного списком значений, используется дискретное преобразование Фурье:

Fi=

Абсолютное значение |F| и будет АЧХ спектра сигнала. В нем, как следует из названия, есть шкалы амплитуды и частоты. АЧХ спектра гармонического колебания будет представлена одной чертой, а ω - координата будет соответствовать ее частоте в исходном сигнале.

**Выполнение работы.**

Были объявлены переменные, в которых хранятся данные, соответствующие варианту задания.

Вычисление импеданса первой ветви параллельного соединения.

Вычисление импеданса второй ветви параллельного соединения.

Вычисление общего импеданса для параллельного соединения двух ветвей, указанных выше.

Вычисление общей силы тока в цепи.

Вычисление падения напряжения на участке 4-8.

Сила тока на участке цепи 4-8.

Выходное напряжение на участке 7-8.

Преобразование Фурье для входного сигнала.

Переменная outN, которая содержит количество элементов в полученном массиве signalFourier.

Вычисление частоты.

Создается новый массив FourierAbs с использованием функции Table. В каждом элементе массива хранится пара значений в виде списка: первый элемент - угловая частота (вычисленная как ), второй элемент - амплитуда сигнала после преобразования Фурье (вычисленная как Abs@signalFourier[[i]]).

Изменение амплитуды 3 гармоники.

Разработанный программный код смотри в приложении А.

**Тестирование.**

На рисунках 2 – 5 представлены результат работы программы.

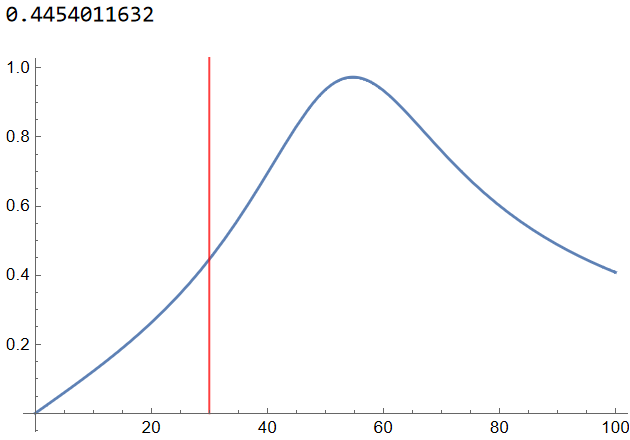


Рисунок 2 – значение изменения гармоники.

На рисунке 3 представлена АЧХ передаточной характеристики четырёхполюсника.

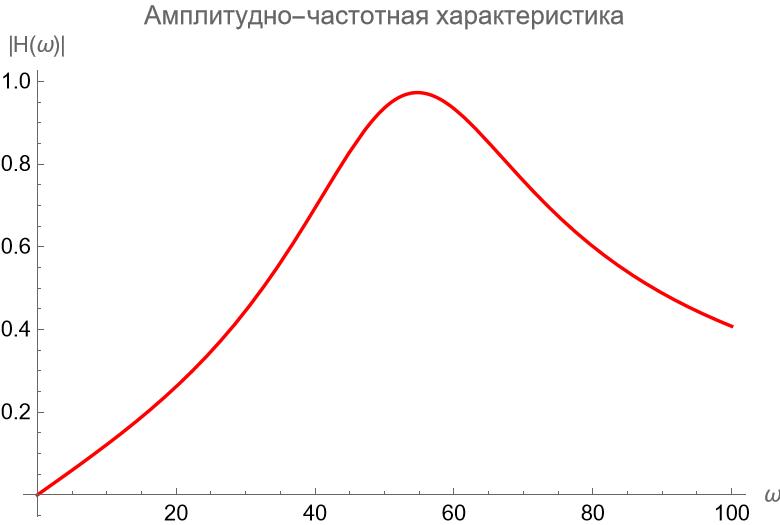


Рисунок 3 – АЧХ передаточной характеристики четырёхполюсника.

На рисунке 4 представлен график сигнала.

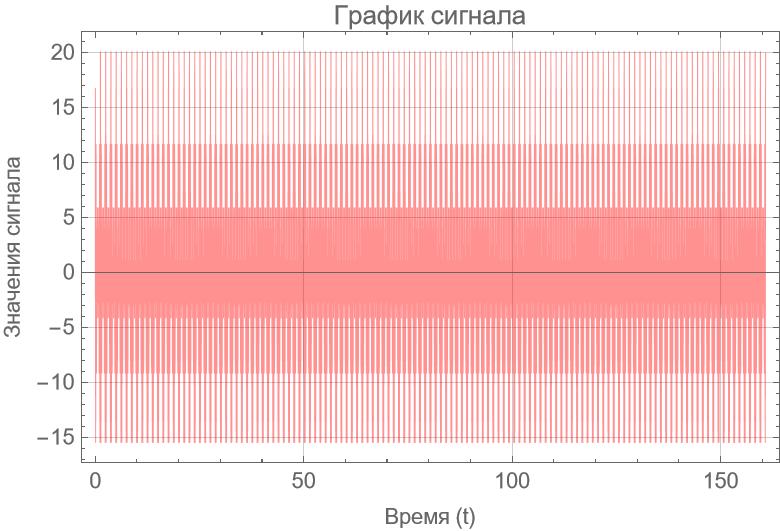


Рисунок 4 – график сигнала.

На рисунке 5 представлен график спектра.

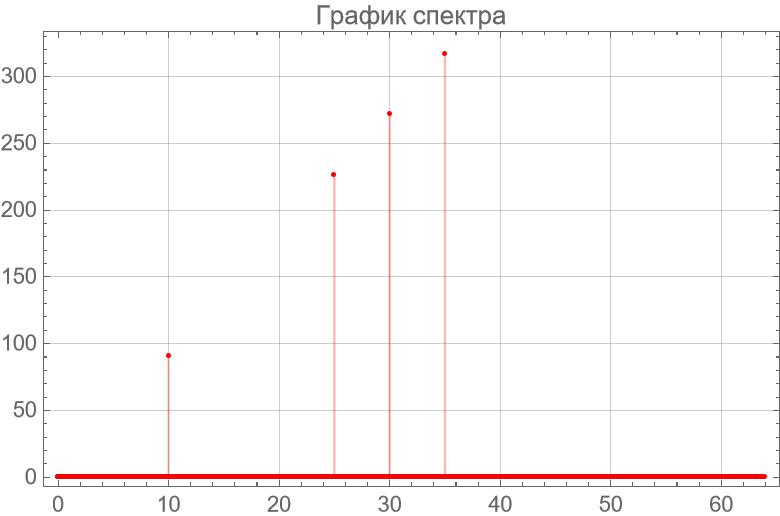


Рисунок 5 – график спектра.

**Выводы.**

В ходе лабораторной работы написана программа, которая вычисляет изменение амплитуды 3 гармоники, а также строит графики: АЧХ в диапазоне циклической частоты от 0 до 100 рад/с, сигнала и его спектра.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.**

**ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ**

Файл: IDZ3.nb

L1 = SetPrecision[13.5918808040161, 13];

L2 = SetPrecision[0.792438656142625, 13];

C1 = SetPrecision[1.17102061840227 ^-5, 13];

C2 = SetPrecision[1.27285942843008 ^-5, 13];

R1 = SetPrecision[104.236702705245, 13];

R2 = SetPrecision[33.3716048275039, 13];

R3 = SetPrecision[1014.67452335933, 13];

R4 = SetPrecision[500.799783087408, 13];

n = 8192;

\[Delta]t = SetPrecision[0.0196349540849362, 13];

t = \[Delta]t n;

Z1[\[Omega]\_] = R4 + 1/(I \[Omega] C2);

Z2[\[Omega]\_] = 1/(I \[Omega] C1) + R2 + I \[Omega] L2 + R3;

Zparallel[\[Omega]\_] = 1/(1/Z1[\[Omega]] + 1/Z2[\[Omega]]);

I1[\[Omega]\_] = Uin/(R1 + I \[Omega] L1 + Zparallel[\[Omega]]);

Uparallel[\[Omega]\_] = I1[\[Omega]] Zparallel[\[Omega]];

Ipar2[\[Omega]\_] = Uparallel[\[Omega]]/Z2[\[Omega]];

Uout[\[Omega]\_] = Ipar2[\[Omega]]\*R3;

H[\[Omega]\_] = Uout[\[Omega]]/Uin;

AFCh = Plot[Abs@H[\[Omega]], {\[Omega], 0, 100},

AxesLabel -> {"\[Omega]", "|H(\[Omega])|"},

PlotLabel -> "Амплитудно-частотная характеристика",

PlotStyle -> {Red}]

signal =

Flatten[Import[

"C:\\Users\\22153\\Documents\\ЛЭТИ\\ФОИТ\\IDZ3\\Сигналы\\2.txt",

"Table"]];

signalTable = Table[{(i - 1 ) \[Delta]t, signal[[i]]}, {i, 1, n}];

headers = {"t", "U(t)"};

table = Grid[Prepend[signalTable, headers], Frame -> All,

Alignment -> Center,

Background -> {{LightRed, None}, {LightGreen, None}}];

table;

ListLinePlot[signalTable,

FrameLabel -> {"Время (t)", "Значения сигнала"},

PlotLabel -> "График сигнала", Frame -> True, GridLines -> Automatic,

PlotStyle -> {Red, Thin}]

signalFourier = Fourier[signal];

outN = Length@signalFourier;

df = 1 / t;

FourierAbs =

Table[{2 \[Pi] df (i - 1), Abs@signalFourier [[i]]}, {i, 1, outN/5}];

ListPlot[FourierAbs, Filling -> Axis, PlotRange -> Full,

PlotLabel -> "График спектра", Frame -> True, GridLines -> Automatic,

PlotStyle -> {Red, Thin}]

Abs@H[30]

Show[Plot[Abs@H[\[Omega]], {\[Omega], 0, 100}],

ListPlot[{{30, 3}}, Filling -> Axis, PlotStyle -> {Red}]]