Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет "ЛЭТИ"

кафедра физики

Задание №3 по дисциплине

"Физические основы информационных технологий"

Название: Прохождение сигнала через четырёхполюсник.

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия И.О.: | Сырцева Д.Д |
| группа: | 1303 |
| 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.

Параметры четырехполюсника, номер гармоники, номера выходных контактов четырехполюсника, массивы со входным сигналом можно найти в файле “FOIT\_IDZ3.xlsx”.

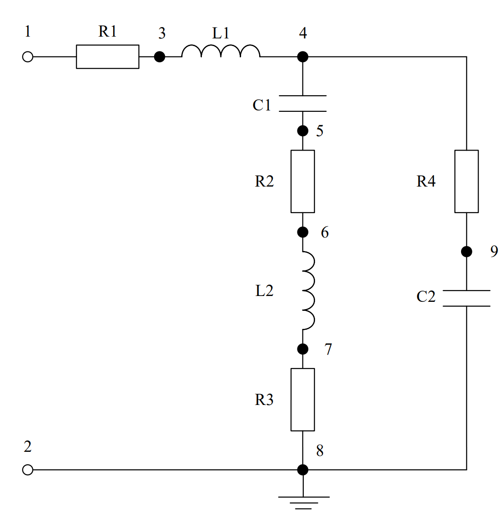


Рисунок 1. Исследуемый четырехполюсник

Отношение амплитуды *k*-й гармоники на выходе к амплитуде *k*-й гармонике на входе () нужно вычислить и записать в файл IDZ3.txt в папке IDZ3. Помимо текстового файла IDZ3.txt в папке IDZ3 должен находиться Word-файл с отчетом, а также файл с кодом (Python, Mathcad, Mathematica). Для лучшего понимания отчетности смотрите папку “Пример организации яндекс-папки студентов”.

Пример содержания файла IDZ3.txt:

4.53258

**Исходные данные (11 вариант)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **L1,Гн** | **L2,Гн** | **С1,Ф** | **С2,Ф** | **R1,Ом** |
| 12.9659516344536 | 0.705540831297699 | 1.03584165669401E-05 | 1.01916476188708E-05 | 114.872909312688 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **R2,Ом** | **R3,Ом** | **R4,Ом** | **Количество отсчетов N** | **Время между соседними отсчетами (δt), c** |
| 34.6560463356828 | 1077.17303654506 | 510.402278188681 | 8192 | 0.0196349540849362 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Контакты выхода** | **Номер гармоники** | **Файл сигнала** |
| 5 и 6 | 1 | 11.txt |

**Теоретические сведения**

**Четырехполюсник** — электрическая цепь, разновидность многополюсника, имеющая четыре точки подключения.

**Передаточная характеристика** (ПХ) — зависимость выходного напряжения от напряжения на одном из входов.

**Импеданс** — комплексное сопротивление двухполюсника для гармонического сигнала.

**Амплитудно-Частотная Характеристика (АЧХ)** —график, отображающий зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты входного сигнала. Также это зависимость модуля передаточной функции от частоты.

**Преобразование Фурье** — это математический инструмент, который используется для анализа перехода от временной области к частотной области. Преобразование Фурье преобразует сигнал из временной области в спектр частот, отображая, какие частоты присутствуют в сигнале, и с какой амплитудой.

**Вывод:**

В результате выполнения задания, было вычислено отношение амплитуды k-ой гармоники на выходе к амплитуде k-ой гармоники на входе.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ**

Файл **idz3.py**

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

def first\_imp(w):

return R4 + 1 / (1j \* w \* C2)

def second\_imp(w):

return 1 / (1j \* w \* C1) + R2 + 1j \* w \* L2 + R3

def general\_imp(w):

return 1 / (1 / first\_imp(w) + 1 / second\_imp(w))

def general\_amperage(w, voltage\_in):

return voltage\_in / (R1 + 1j \* w \* L1 + general\_imp(w))

def voltage(w, voltage\_in):

return general\_amperage(w, voltage\_in) \* general\_imp(w)

def amperage(w, voltage\_in):

return voltage(w, voltage\_in) / second\_imp(w)

def voltage\_out(w, voltage\_in):

return amperage(w, voltage\_in) \* R2

def search\_res(w, voltage\_in):

return voltage\_out(w, voltage\_in) / voltage\_in

L1 = 12.9659516344536

L2 = 0.705540831297699

C1 = 0.0000103584165669401

C2 = 0.0000101916476188708

R1 = 114.872909312688

R2 = 34.6560463356828

R3 = 1077.17303654506

R4 = 510.402278188681

N1 = 8192

dt = 0.0196349540849362

t = dt \* N1

w\_values = np.linspace(0, 100, 1000)

plt.plot(w\_values, np.abs(search\_res(w\_values, 10)), label='АЧХ')

plt.xlabel('Частота')

plt.ylabel('Амплитуда')

plt.legend()

plt.show()

signal = np.loadtxt("C:\\Users\\syrtc\\OneDrive\\Рабочий стол\\!\\3 КУРС\\ФОИТ\\IDZ3\\11.txt")

time\_values = np.arange(0, N1 \* dt, dt)

plt.plot(time\_values, signal, label='Сигнал')

plt.xlabel('Время')

plt.ylabel('Значение сигнала')

plt.legend()

plt.show()

transformed\_signal = np.fft.fft(signal)

frequency\_values = np.fft.fftfreq(N1, dt)

amplitudes = np.abs(transformed\_signal)

plt.plot(2 \* np.pi \* frequency\_values, amplitudes, label='Спектр')

plt.xlabel('Частота')

plt.ylabel('Амплитуда')

plt.legend()

plt.show()

freq\_harmonic\_1 = 10

print(np.abs(search\_res(freq\_harmonic\_1, 10)))