Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический

Университет "ЛЭТИ"

кафедра физики

Задание №3 по дисциплине

"Физические основы информационных технологий"

Название: Прохождение сигнала через четырёхполюсник

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия И.О.: | Гирман А. В. |
| группа: | 1303 |
| Преподаватель: | Альтмарк А. М. |
| Итоговый балл: |  |
| Крайний срок сдачи: | 22.11.23 |

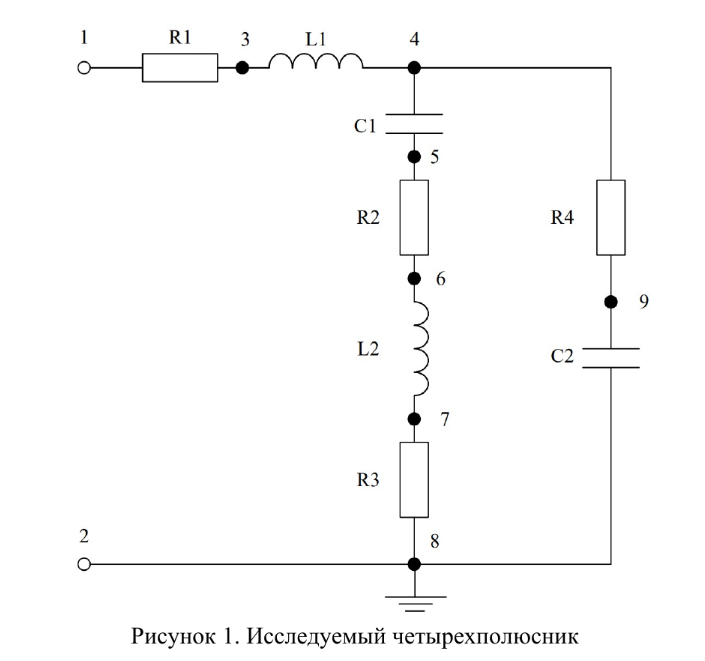
Санкт-Петербург 2023

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 ω 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”.



**Таблица с исходными данными**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар | L1, Гн | L2, Гн | С1, Ф | С2, Ф | R1, Ом | R2, Ом | R3, Ом | R4, Ом |
| 22 | 12.7576133279707 | 0.841565920759344 | 1.16260817766959E-05 | 1.16344719576061E-05 | 103.964713724715 | 38.8929043059504 | 1010.17891797018 | 532.970900039001 |

Количество отсчетов N (элементов массива): 8192

Время между соседними отсчетами (δt), c: 0.0196349540849362

Контакты выхода: 4 и 9

Номер гармоники: 4

Файл сигнала: 22.txt

**Теоретические сведения**

Передаточная функция системы

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.

Четырехполюсник представляет собой устройство, описываемое четырьмя параметрами, которые связывают входные и выходные напряжения и токи. В данном случае мы имеем четырехполюсник, состоящий из катушек индуктивности (L1 и L2), конденсаторов (C1 и C2) и резисторов (R1, R2, R3 и R4).

Для нахождения нужно найти . Для начала посчитаем , которое равно сумме . Потом находим силу тока в этой цепи, по формуле . Дальше находим напряжение в параллельном соединении , где . По условию задания моего варианта мне нужен выход с номером 9, тогда будем рассматривать правую часть параллельной цепи. Тогда , значит напряжение на выходе будет равно .

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**ПРОГРАММА IDZ3.py**

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

import scipy as sp

L1 = 12.7576133279707

L2 = 0.841565920759344

C1 = 1.16260817766959E-05

C2 = 1.16344719576061E-05

R1 = 103.964713724715

R2 = 38.8929043059504

R3 = 1010.17891797018

R4 = 532.970900039001

N = 8192

dt = 0.0196349540849362

def ZL(w, L):

return 1j \* w \* L

def ZC(w, C):

if 1j \* w \* C == 0:

return np.inf

return 1 / (1j \* w \* C)

def R\_in(w):

if ZC(w, C1) == np.inf or ZC(w, C2) == np.inf:

return np.inf

return R1 + ZL(w, L1) + (1 / (1 / (ZC(w, C1) + R2 + ZL(w, L2) + R3) + 1 / (R4 + ZC(w, C2))))

def I\_in(w, U\_in):

return U\_in / R\_in(w)

def U\_parallel(w, U\_in):

if ZC(w, C1) == np.inf or ZC(w, C2) == np.inf:

return np.inf

i\_in = I\_in(w, U\_in)

return i\_in \* (1 / (1 / (ZC(w, C1) + R2 + ZL(w, L2) + R3) + 1 / (R4 + ZC(w, C2))))

def I\_parallel\_1(w, U\_in):

u\_parallel = U\_parallel(w, U\_in)

return u\_parallel / (R4 + ZC(w, C2))

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

i\_parallel\_1 = I\_parallel\_1(w, U\_in)

return i\_parallel\_1 \* R4

def H(w, U\_in):

u\_out = U\_out(w, U\_in)

return u\_out / U\_in

if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':

T = dt \* N

U = 5 # Вольт

# АЧХ

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

H\_array = [np.abs(H(w, U)) for w in w\_array]

plt.plot(w\_array, H\_array)

plt.vlines(35, 0, 0.6, color='red')

plt.xlabel('Hz')

plt.ylabel('H')

plt.show()

# Сигнал

signal = np.loadtxt("22.txt")

time\_array = np.arange(0, T, dt)

plt.plot(time\_array, signal)

plt.xlabel('t')

plt.ylabel('U')

plt.show()

# Спектр

F = sp.fft.fft(signal)

A\_array = [np.abs(i) for i in F]

w\_array = [i \* 2 \* np.pi / T for i in range(N)]

plt.plot(w\_array[:int(len(w\_array) / 2)], A\_array[:int(len(A\_array) / 2)])

plt.xlabel('w')

plt.ylabel('A(w)')

plt.show()

# Ответ

w\_4\_harmonica = 35

answer = np.abs(H(w\_4\_harmonica, U))

print(answer)