Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический

Университет "ЛЭТИ"

кафедра физики

Задание №3 по дисциплине

"Физические основы информационных технологий"

Название: Прохождение сигнала через четырёхполюсник

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

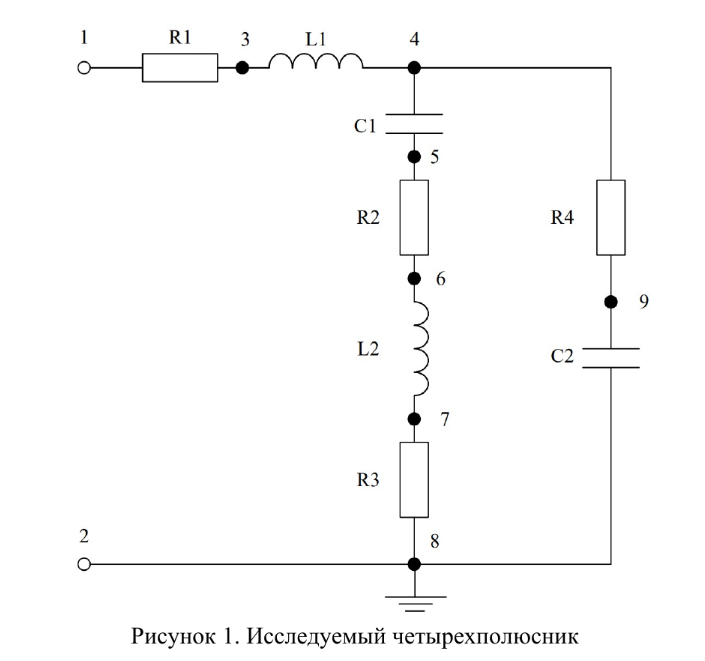
Санкт-Петербург 2023

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”.



**Вариант 9**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар | L1, Гн | L2, Гн | С1, Ф | С2, Ф | R1, Ом | R2, Ом | R3, Ом | R4, Ом |
| 9 | 13.2223794108314 | 0.812031426330705 | 1.06055586901015E-05 | 1.27316440410797E-05 | 119.968082966626 | 38.9142489347643 | 1043.6179421621 | 507.618413286267 |

Количество отсчетов N (элементов массива): 8192

Время между соседними отсчетами (δt), c: 0.0196349540849362

Контакты выхода: 7 и 8

Номер гармоники: 4

Файл сигнала: 9.txt

**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.

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).

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Файл: idz\_3.py

import numpy as np

import scipy

import sympy

import matplotlib.pyplot as plt

L1 = 13.2223794108314

L2 = 0.812031426330705

C1 = 1.06055586901015E-05

C2 = 1.27316440410797E-05

R1 = 119.968082966626

R2 = 38.9142489347643

R3 = 1043.6179421621

R4 = 507.618413286267

N = 8192

dt = 0.0196349540849362

k = 4

file = open('9.txt', 'r')

signal = []

for num in file:

signal.append(float(num))

omega = sympy.Symbol("omega")

Uin = sympy.Symbol("Uin")

def ZL(L):

return 1j \* omega \* L

def ZC(C):

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

Z4\_8\_right = R4 + ZC(C2)

Z4\_8\_left = ZC(C1) + R2 + ZL(L2) + R3

Z1\_4 = R1 + ZL(L1)

Zpar = (Z4\_8\_left \* Z4\_8\_right) / (Z4\_8\_left + Z4\_8\_right)

Iall = Uin / (Z1\_4 + Zpar)

Upar = Iall \* Zpar

Ileft = Upar / Z4\_8\_left

Uout = R3 \* Ileft

H = Uout / Uin

F = scipy.fft.fft(np.array(signal))

y = [abs(elem) for elem in F]

x = [i \* 2 \* np.pi / (N \* dt) for i in range(N)]

newY = []

newX = []

for i in range(N):

if abs(y[i]) > 1e-10:

newY.append(2 \* y[i] / F.size)

newX.append(x[i])

newX = newX[:int(len(newX) / 2)]

newY = newY[:int(len(newY) / 2)]

print(abs(H.subs(omega, newX[3])))

plt.scatter(newX, newY)

plt.show()

steps = [dt \* i for i in range(N)]

plt.plot(steps, signal)

plt.show()

sympy.plotting.plot(abs(H), (omega, 0, 100))