

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

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова
Департамент электронной инженерии

Курс: ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

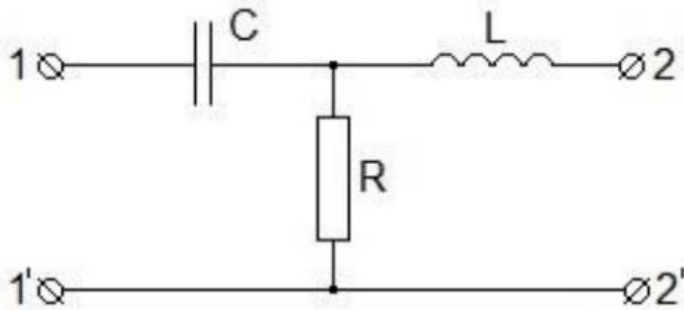
Дополнительное задание
к лабораторной работе №4

«ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИК»

Ефремов Виктор Васильевич
БИТ-203
Бригада 1

Москва
2021

доп. вопрос: найти Z-параметры данного четырехполюсника теоретически и из измерений, сравнить, проверить уравнение связи.



$$R=100 \text{ Ом}, C=1 \text{ мкФ}, L=1 \text{ мГн}, f=5 \text{ кГц}.$$

Z-параметры (теория):

Уравнения для Z-параметров:

$$U_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2$$

$$U_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2$$

Рассмотрим холостой ход относительно вторичных выводов (значения характеристических сопротивлений были посчитаны в самой лабе и взяты оттуда):

$$I_2 = 0$$

$$Z_{11} = \frac{U_1}{I_1} = Z_C + R = Z_{1x} \approx \mathbf{100 - j31.831}$$

$$Z_{21} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{I_1 * R}{I_1} = R = \mathbf{100}$$

Рассмотрим холостой ход относительно первичных выводов:

$$I_1 = 0$$

$$Z_{12} = \frac{U_1}{I_2} = \frac{I_2 * R}{I_2} = R = \mathbf{100}$$

$$Z_{22} = \frac{U_2}{I_2} = Z_L + R = Z_{2x} \approx \mathbf{102.8 + j31.416}$$

Z-параметры (эксперимент):

Значения моделирования спайса взяты из 4 лабы, скрины ниже.

Рассмотрим холостой ход относительно вторичных выводов:

$$I_2 = 0$$

$$Z_{11} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{5}{0.0476446 * e^{j17.6567^\circ}} \approx \mathbf{100 - j31.831}$$

$$Z_{21} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{4.76445 * e^{j17.6568^\circ}}{0.0476446 * e^{j17.6567^\circ}} \approx \mathbf{100}$$

Рассмотрим холостой ход относительно первичных выводов:

$$I_1 = 0$$

$$Z_{12} = \frac{U_1}{I_2} = \frac{4.65145 * e^{-j16.9933^\circ}}{0.0465144 * e^{-j16.9933^\circ}} \approx \mathbf{100}$$

$$Z_{22} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5}{0.0465144 * e^{-j16.9933^\circ}} \approx \mathbf{102.8 + j31.416}$$

Теоретические и экспериментальные значения совпадают.

Уравнение связи:

Уравнение связи это соотношение для первичных параметров пассивного четырехполюсника. Для А- и Z-параметров имеют вид:

$$A_{11}A_{22} - A_{12}A_{21} = 1$$

$$Z_{12} = Z_{21}$$

Соотношение для посчитанных Z-параметров выполняется.

Проверим его и для А-параметров (значения взяты из лабы):

$$(1 - j0.318)(1.028 + j0.314) - 0.01(12.8 - j1.306) \approx 0.99985 + j0.00016$$

Получается единица, как и должно быть.

Холостой ход относительно вторичных выводов:

```
* C:\Users\Wicirellis\Documents\LTspiceXVII\lab_4.asc X

--- AC Analysis ---

frequency:      5000      Hz
V(n002):      mag:      4.76445 phase:      17.6568°      voltage
V(b):      mag:      4.76445 phase:      17.6568°      voltage
V(a):      mag:      5 phase:      -1.65602e-010°      voltage
V(n001):      mag:      5 phase:      -2.54444e-015°      voltage
I(C1):      mag:      0.0476445 phase:      -162.343°      device_current
I(L1):      mag:      0 phase:      0°      device_current
I(R2):      mag:      0.0476446 phase:      17.6567°      device_current
I(R1):      mag:      0.0476445 phase:      17.6568°      device_current
I(V1):      mag:      0.0476448 phase:      -162.343°      device_current
```

Холостой ход относительно первичных выводов:

```
* C:\Users\Wicirellis\Documents\LTspiceXVII\lab_4.asc X

--- AC Analysis ---

frequency:      5000      Hz
V(n001):      mag:      4.65145 phase:      -16.9933°      voltage
V(b):      mag:      5 phase:      1.55779e-010°      voltage
V(a):      mag:      4.65145 phase:      -16.9933°      voltage
V(n002):      mag:      5 phase:      0°      voltage
I(C1):      mag:      0 phase:      0°      device_current
I(L1):      mag:      0.0465145 phase:      163.007°      device_current
I(R2):      mag:      0.0465144 phase:      -16.9933°      device_current
I(R1):      mag:      0.0465145 phase:      -16.9933°      device_current
I(V1):      mag:      0.046515 phase:      163.007°      device_current
```