



«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Компьютерные системы и сети»

Отчет

по домашнему заданию №2

Дисциплина: Электротехника

**Название лабораторной работы:
Анализ электрической цепи переменного тока.**

Вариант 10.

Студент гр. ИУ6-35

(Подпись, дата)

Т.Ш. Магомедов

Преподаватель

(Подпись, дата)

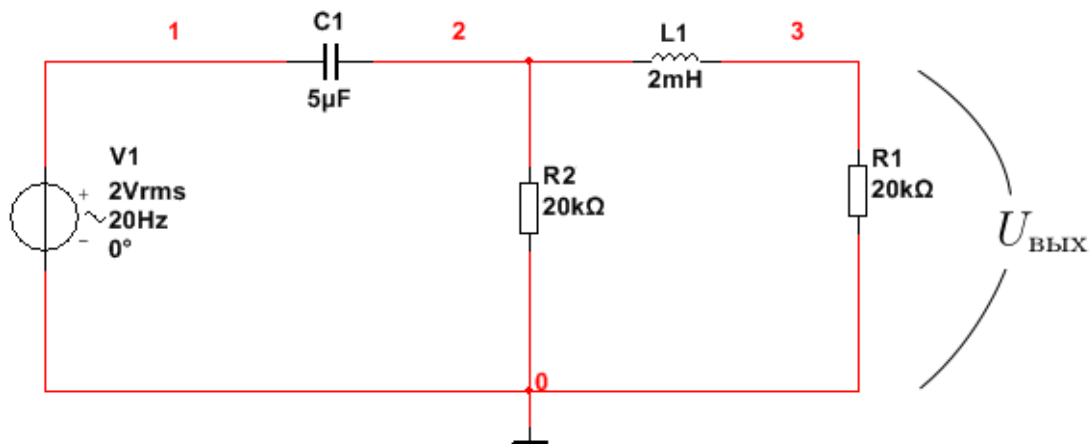
С.Р. Иванов

Москва, 2017

Задание

1. Для приведенного на рисунке варианта схемы получить аналитическое описание коэффициента передачи цепи по $Ku(j\omega)$.
2. Используя полученное описание $Ku(j\omega)$, вычислить значение модуля коэффициента передачи по напряжению и угла сдвига по фазе между выходным и входным напряжением.
3. Пользуясь пакетом прикладных программ EWB Workbench построить АЧХ и ФЧХ анализируемой цепи, а также получить временные диаграммы входного и выходного напряжений.
4. Сопоставить расчетные и экспериментальные данные и сделать необходимые выводы об особенностях поведения схемы во временной и частотной областях.

Схема цепи



$$\omega = 2\pi f = 2 \times \pi \times 20 = 125,7$$

Найдем сопротивления

$$\begin{aligned}\dot{Z}_{(R_1, L)} &= R_1 + j\omega L \\ \dot{Z}_{(R_1, R_2, L)} &= \frac{R_2(R_1 + j\omega L)}{R_1 + R_2 + j\omega L} \\ \dot{Z}_{\text{общ}} &= \dot{Z}_{(R_1, R_2, L)} + \dot{Z}_C = \frac{R_2(R_1 + j\omega L)}{R_1 + R_2 + j\omega L} + \frac{1}{j\omega C} = \frac{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C(R_1 + j\omega L)}{j\omega C(R_1 + R_2 + j\omega L)}\end{aligned}$$

1. Коэффициент передачи по напряжению

$$\dot{K}_U = \frac{\dot{U}_{\text{вых}}}{\dot{U}_{\text{вх}}} = \frac{I_{R_1} R_1}{V_1}$$

Пусть ток во всей цепи I , тогда: $I_{R_1} = I \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L}$

$$\text{При чем } I = \frac{V_1}{Z_{\text{общ}}} = \frac{V_1 j\omega C (R_1 + R_2 + j\omega L)}{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C (R_1 + j\omega L)}$$

$$\text{Тогда } I_{R_1} = \frac{V_1 j\omega C (R_1 + R_2 + j\omega L)}{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C (R_1 + j\omega L)} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L}$$

$$I_{R_1} = \frac{V_1 j\omega C R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C (R_1 + j\omega L)}$$

- Найдем коэффициент передачи по напряжению

$$\begin{aligned} \dot{K}_U &= \frac{V_1 j\omega C R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C (R_1 + j\omega L)} \times \frac{R_1}{V_1} = \\ &= \frac{R_1 j\omega C R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L + R_2 j\omega C (R_1 + j\omega L)} = \frac{R_1 j\omega C R_2}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC) + j(\omega L + R_1 R_2 \omega C)} = \\ &= \frac{R_1 R_2 j\omega C ((R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC) - j(\omega L + R_1 R_2 \omega C))}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)^2 + (\omega L + R_1 R_2 \omega C)^2} \end{aligned}$$

- Выделим действительную и мнимую часть

$$\begin{aligned} \text{Re}[\dot{K}_U] &= \frac{R_1 R_2 \omega^2 C (L + R_1 R_2 C)}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)^2 + \omega^2 (L + R_1 R_2 C)^2} \\ \text{Re}[\dot{K}_U] &= 0,97531 \\ \text{Im}[\dot{K}_U] &= \frac{R_1 R_2 \omega C (R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)^2 + \omega^2 (L + R_1 R_2 C)^2} \\ \text{Im}[\dot{K}_U] &= 0,15529 \end{aligned}$$

2. Найдем модуль коэффициента передачи по напряжению

$$|\dot{K}_U| = \sqrt{\text{Re}^2[\dot{K}_U] + \text{Im}^2[\dot{K}_U]} = \sqrt{0,97531^2 + 0,15529^2} = 0,98759$$

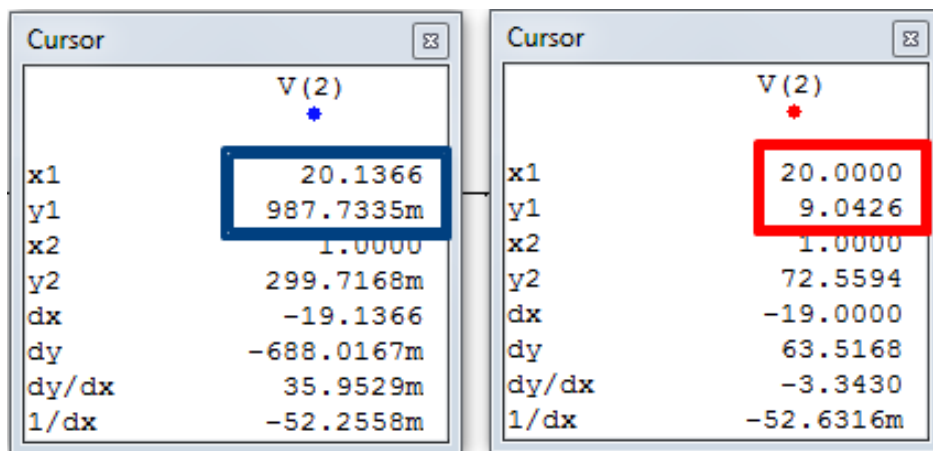
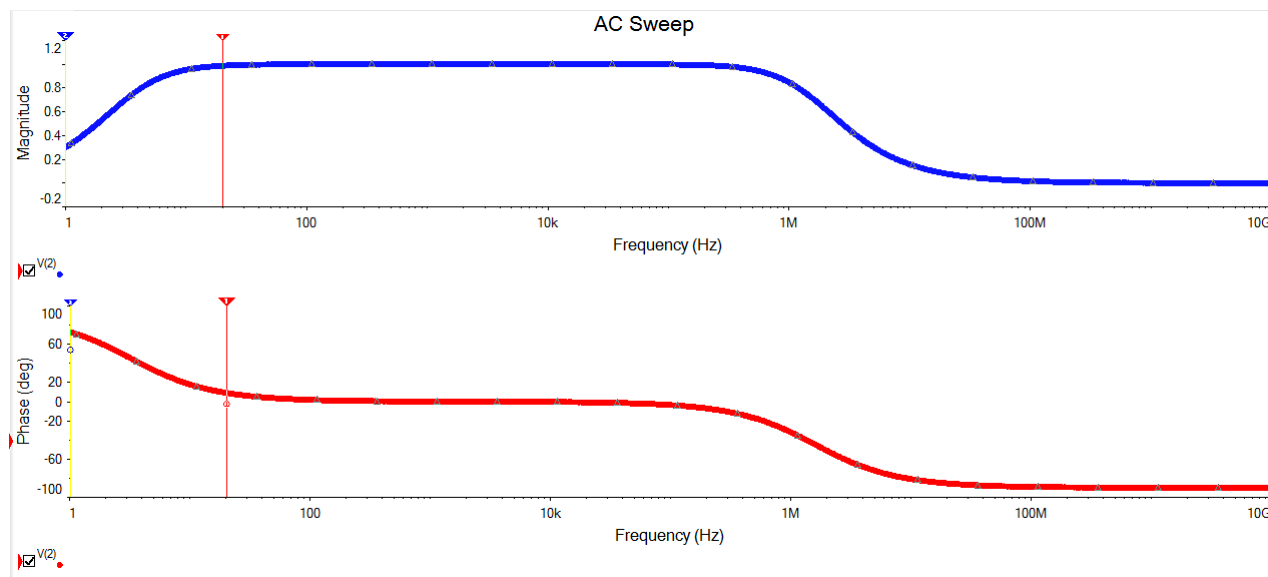
- Найдем угол сдвига по фазе

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{Im}[\dot{K}_U]}{\operatorname{Re}[\dot{K}_U]} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{\frac{R_1 R_2 \omega C (R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)^2 + \omega^2 (L + R_1 R_2 C)^2}}{\frac{R_1 R_2 \omega^2 C (L + R_1 R_2 C)}{(R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC)^2 + \omega^2 (L + R_1 R_2 C)^2}} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{R_1 + R_2 - R_2 \omega^2 LC}{\omega^2 (L + R_1 R_2 C)} \right)$$

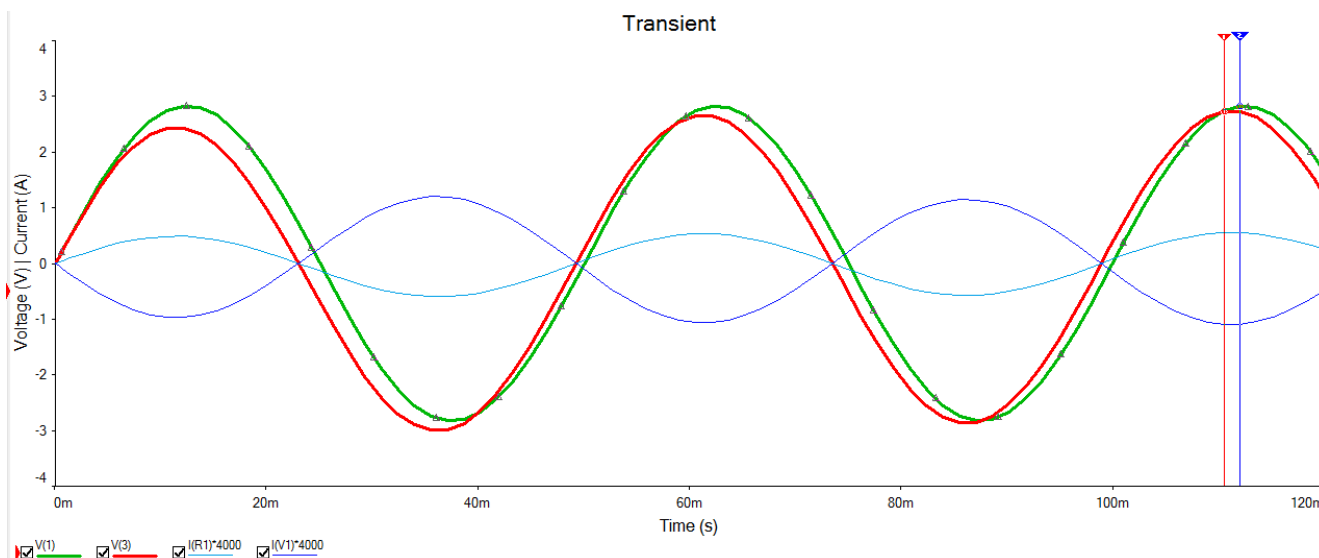
- Подставим значения и получим

$$\varphi = \operatorname{arctg}(0,15914) = 9,04261$$

3. АЧХ и ФЧХ



- Временные диаграммы входного и выходного тока и напряжений



	V (1)	V (3)	I (R1) *4000	I (V1) *4000
x1	110.5097m	110.5097m	110.5097m	110.5097m
y1	2.7404	2.7335	546.6945m	-1.0934
x2	112.0722m	112.0722m	112.0722m	112.0722m
y2	2.8243	2.7320	546.3998m	-1.0928
dx	1.5625m	1.5625m	1.5625m	1.5625m
dy	83.9176m	-1.4804m	-294.6989μ	590.7751μ
dy/dx	53.7073	-947.4448m	-188.6073m	378.0961m
1/dx	640.0000	640.0000	640.0000	640.0000

- Проведем проверку полученных данных

$$|\dot{K}_U| = \frac{y_2(V_3)}{y_1(V_1)} = \frac{2,732}{2,7404} = 0,997$$

$$\varphi = \omega \Delta t = 125,7 \times (112,1 - 110,5) \times 0,001 = 0,2 \text{ рад.} = 11,5 \text{ град.}$$

4. Выводы

Значение модуля коэффициента передачи по напряжению и значение угла сдвига по фазе между выходным и входным напряжением примерно совпал со значением y_1 на АЧХ и ФЧХ соответственно. Значит, аналитическое описание коэффициента передачи цепи по напряжению $K_u(j\omega)$ сделано верно. Неточность вызвана вследствие арифметических упрощений при вычислениях.