

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Лабораторная работа 1К

*Исследование частотных характеристик цепей первого
порядка на компьютере*

Баев А.Б., Шевгунов Т.Я.

2003 г.

Варианты заданий к лабораторной работе

Вариант	Цепь	L, мГн	C, мкФ	R, кОм
1	–	–	–	–
2	RC	–	1	1
3	CR	–	1	1
4	RL	10	–	0,1
5	LR	10	–	0,1
6	RC	–	0,2	0,3
7	CR	–	0,2	0,3
8	RL	0,5	–	0,01
9	LR	0,5	–	0,01
10	RC	–	0,25	0,5
11	CR	–	0,25	0,5
12	RL	8	–	0,05
13	LR	8	–	0,05
14	RC	–	0,7	0,2
15	CR	–	0,7	0,2
16	RL	2	–	0,04
17	LR	2	–	0,04
18	RC	–	0,5	0,7
19	CR	–	0,5	0,7

Цель работы: экспериментальное определение амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и фазо-частотной характеристики (ФЧХ) простейших цепей первого порядка.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Перед началом выполнения работы необходимо получить у преподавателя индивидуальный вариант задания, содержащий в себе конкретный тип исследуемой цепи и значения элементов. По заданным параметрам элементов цепи необходимо определить следующие характеристики цепи:

– *постоянная времени цепи:*

RC-цепь

$$\tau_{RC} = RC$$

RL-цепь

$$\tau_{RL} = \frac{L}{R},$$

где R – сопротивление резистора;

C – емкость конденсатора;

L – индуктивность катушки индуктивности.

– *граничная частота цепи:*

$$f_{гр} = \frac{1}{2\pi \tau_{цепи}}.$$

2. Запустите программу **Matlab 6**. В командном окне программы наберите **lab1** и нажмите *Enter*. В появившемся меню нажмите на кнопку, соответствующую цепи, заданную в варианте задания. Откроется несколько окон, одно из которых является окном исследования модели, а остальные – индикаторами. На индикаторах будут отображаться осциллограммы сигналов на входе и выходе анализируемой цепи. В главном окне изображена исследуемая модель, показанная на рис. 1.

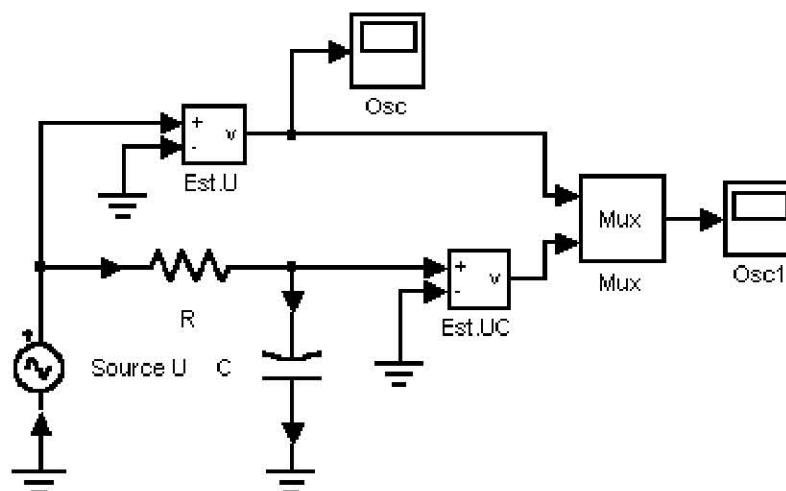



Рис.1 Схема исследуемой модели (RC-цепь)

На схеме обозначены: R и C – электрические элементы цепи, $Source U$ – генератор гармонического напряжения, $Est.U$ и $Est.UC$ – вольтметры мгновенного значения, Osc и $Osc1$ – осциллографы.

Перед проведением экспериментов следует установить параметры элементов, согласно варианту задания. Для этого следует сделать двойной щелчок на элементе, параметры которого требуется изменить. В открывшемся окне введите необходимое значение требуемого параметра. В процессе эксперимента необходимо изменять частоту генератора напряжения, которую можно установить в окне параметров генератора.

На панели кнопок окна исследования модели есть кнопка запуска:  «Start simulation». После ее нажатия осуществляется анализ схемы, и на экранах индикаторов появляются изображения анализируемых сигналов цепи. На индикаторе, обозначенном Osc , будет показан входной сигнал; на индикаторе $Osc1$ будут изображены входной и выходной сигналы, построенные в одной системе координат (желтая линия соответствует входному сигналу, а лиловая – выходному).

Для определения с достаточной точностью измеряемых параметров для графика в окне индикатора может быть применено масштабирование. Для этого следует, выбрав соответствующую кнопку на панели инструментов окна-индикатора, выделить с помощью мыши на координатной плоскости область, которую нужно рассмотреть подробнее. Для уменьшения масштаба следует, щелкнув правой кнопкой мыши на координатной плоскости, выбрать в контекстном меню пункт “Zoom Out” или “Autoscale”, чтобы увидеть график сигнала полностью.

3. Установите частоту генератора равной **граничной частоте**, рассчитанной в теоретической части, и амплитуду генератора, равной $U_{ex} = 1$ В. Запустите анализ модели. После окончания моделирования зарисуйте построенные графики и определите:

- коэффициент передачи цепи по напряжению,
- фазовый сдвиг, вносимый цепью.

Для определения коэффициента передачи по напряжению K_U нужно, зная амплитуду входного U_{ex} гармонического сигнала, определить амплитуду выходного $U_{вых}$ гармонического сигнала и вычислить искомое значение по формуле:

$$K_U = \frac{U_{вых}}{U_{ex}}.$$

Для определения фазового сдвига измерить временной сдвиг выходного сигнала относительно входного. Временной сдвиг может быть определен графически, и его абсолютное значение (модуль) равно временному интервалу между точками, где сигналы находятся в одинаковых фазах. Практически, временной сдвиг можно определить между точками сигналов, где они пересекают ось времени и при этом имеют одинаковые направления изменения: сигналы одновременно увеличиваются, как на рис. 2.а, или одновременно

уменьшаются, как на рис. 2.б. Однако, следует правильно выбрать знак. На рис. 2.а выходной сигнал (пунктирный) опережает выходной (сплошной) на некоторое время τ . Знак τ – положительный. На рис. 2.б, напротив, выходной сигнал запаздывает относительно входного на время τ , и в этом случае знак τ – отрицательный.

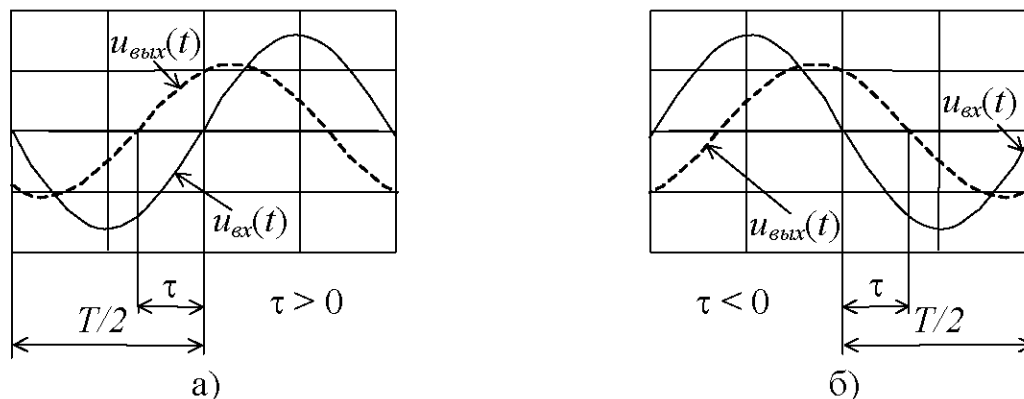


Рис.2 Определение временного сдвига

Временной сдвиг τ связан с фазовым сдвигом φ следующей формулой:

$$\varphi = \frac{\tau}{T} \cdot 2\pi$$

где T – период гармонического сигнала, который также может быть определен графически (см. рис. 2).

Таким образом, были найдены значения коэффициента передачи по напряжению K_U и фазовый сдвиг φ для одной заданной частоты. Для построения АЧХ и ФЧХ необходимо определить значения K_U и φ для различных частот. Чтобы увидеть качественный ход зависимостей, необходимо определить значения коэффициента передачи по напряжению и фазового сдвига для частот в 2, 5, 10 раз больше и в 2, 5, 10 раз меньше **граничной частоты** (при необходимости можно снять и большее число измерений). Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1

f , кГц	$f_{гп}/10$	$f_{гп}/5$	$f_{гп}/2$	$f_{гп}$	$2f_{гп}$	$5f_{гп}$	$10f_{гп}$
$U_{вых}$, В							
K_U							
τ , мкс.							
T , мкс.							
φ , рад							

По значениям таблицы 1 построить графики амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.

На графиках АЧХ и ФЧХ следует отметить значение *границной частоты*.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

1. Название работы.
2. Вариант задания.
3. Аналитические выражения для АЧХ, ФЧХ, графики этих зависимостей.
4. Схема макета исследуемой цепи.
5. Осциллограммы входного и выходного сигналов.
6. Таблица измеренных значений.
7. Графики найденных экспериментальных зависимостей.
8. Выводы по проделанной работе.

На всех графиках обязательно должны быть указаны величины, откладываемые по осям и их размерности.