

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ

Лабораторная работа №3

Исследование частотных характеристик цепей первого порядка

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 |

Цепь RC и CR различаются выходом. RC – выходной сигнал снимается с C.

Не забываем в Microcap заземлять схему.

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

$$\tau_{RC} = RC$$

где R – сопротивление резистора;

C – емкость конденсатора;

L – индуктивность катушки индуктивности.

RL-цепь

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

– *граничная частота цепи:*

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

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..

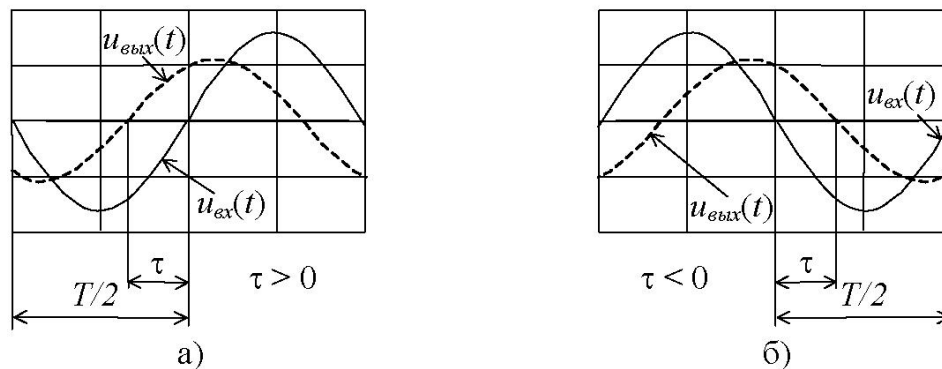
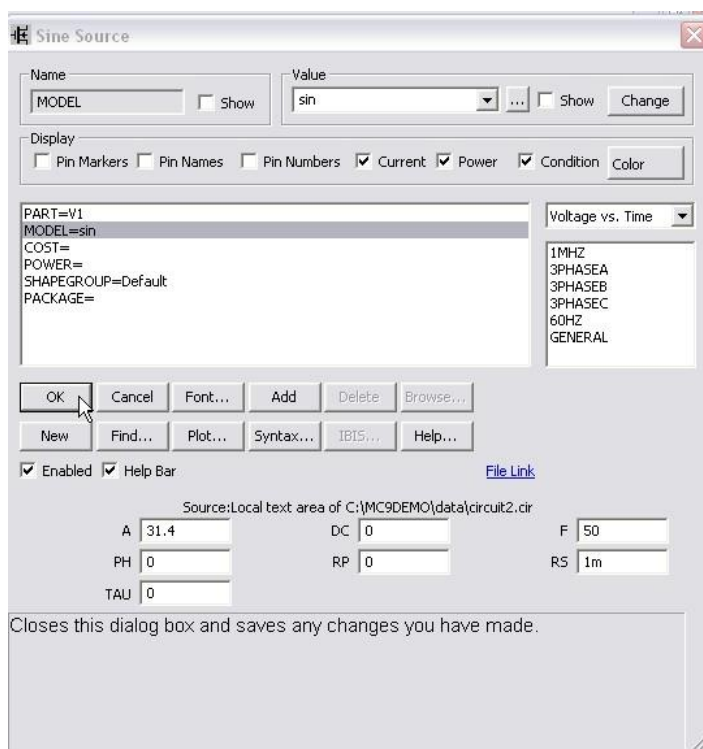


Рис.2 Определение временного сдвига

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).



Настройка параметров источника переменного напряжения

В строке Value набирается вручную **sin**. В строке A устанавливается **1**. В строке F ваше расчетное значение частоты (в первый раз **frp**).

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 | $f_{cp}/10$ | $f_{cp}/5$ | $f_{cp}/2$ | f_{cp} | $2f_{cp}$ | $5f_{cp}$ | $10f_{cp}$ |
|-----------------|-------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|------------|
| $U_{вых}$, В | | | | | | | |
| K_U | | | | | | | |
| τ , мкс. | | | | | | | |
| T , мкс. | | | | | | | |
| φ , рад | | | | | | | |

Таблицу удобно создавать в интегрированной среде Excel. Там же удобно ввести в соответствующие ячейки соответствующие формулы. Там же удобно построить графики АЧХ и ФЧХ (тип диаграммы – точечная).

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

На графиках АЧХ и ФЧХ следует отметить значение **граничной 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.

По п. 3 отчета необходимо вывести аналитические зависимости АЧХ и ФЧХ цепи для своего варианта задания (можно отдельно на листе), и построить графики этих зависимостей для тех же

значений частоты что и в экспериментальной части (в среде Excel на том же рисунке, что и экспериментальные АЧХ и ФЧХ)? Графики вставить в отчет.