

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
«МАИ»

Кафедра теоретической радиотехники

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Исследование частотных характеристик цепей второго порядка»

Утверждено на заседании кафедры 405
31 августа 2016 г.
протокол № 1

Москва, 2016 г.

Цель работы

Экспериментальное определение (измерение) АЧХ и ФЧХ последовательного колебательного контура при съеме напряжения с сопротивления, емкости или индуктивности, объяснение полученных закономерностей на основании физических процессов в контуре, сравнение экспериментальных результатов с теоретическими характеристиками.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Измерение амплитудно-частотной характеристики.

1.1. Соберите схему подключения измерительных приборов и стенда для измерения АЧХ линейной цепи, показанную на рис. 1. Сигнал на вход макета подаётся с генератора низкой частоты (ГНЧ), выход II. Рекомендуется при этом использовать синхронизацию ГНЧ (выход I) и осциллографа.

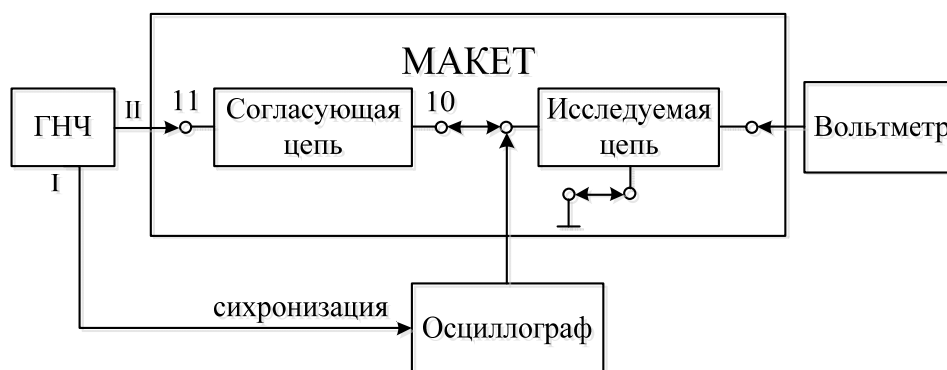


Рис. 1. Схема подключения измерительных приборов и стенда.

Согласно номеру варианта подключите с помощью перемычек исследуемую цепь. Номера контактов для подключения цепи показаны на рис. 2.

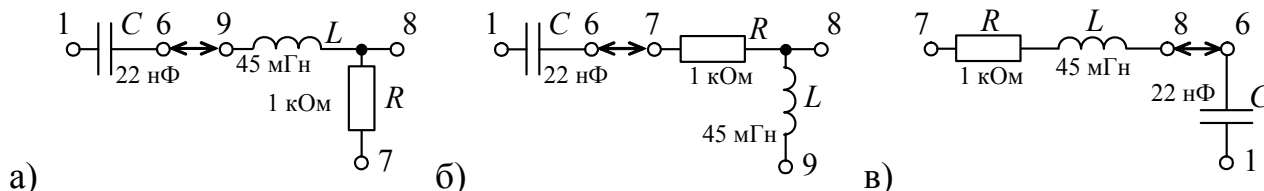


Рис. 2. Схемы подключения линейных цепей.

Изобразите полученную вами схему в отчете, рассчитайте значение резонансной частоты по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

1.2. Подключите вольтметр и осциллограф на вход исследуемой цепи (клемма «10»). Установите на ГНЧ частоту гармонического сигнала, близкую к f_0 , и амплитуду, соответствующую действующему напряжению на входе 1 В.

1.3. Подключите вольтметр на выход исследуемой цепи, осциллограф остаётся подключенным на входе цепи. Используйте осциллограф для контроля амплитуды входного сигнала. Если при изменении частоты она станет меняться, устанавливайте прежнее значение путём регулировки амплитуды сигнала на выходе ГНЧ. В течение всех измерений амплитуда входного сигнала должна поддерживаться постоянной. Изменяя частоту сигнала, измеряйте вольтметром действующее значение выходного напряжения. Результаты измерений занесите в таблицу. Шаг и диапазон изменения частоты установите самостоятельно, исходя из того, чтобы проследить общий характер АЧХ. Общее количество экспериментальных точек 10-12.

1.4. Рассчитайте и занесите в таблицу значения коэффициента передачи цепи по напряжению для каждой частоты:

$$K = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}},$$

где $U_{\text{вх}}$ и $U_{\text{вых}}$ – действующие значения входного и выходного напряжений.

1.5. Постройте график АЧХ $K(f)$. На графике отметьте резонансную частоту f_0 ($K(f_0) = K_{\text{max}}$), верхнюю и нижнюю граничные частоты $f_{\text{в}}$ и $f_{\text{н}}$ исходя из условия $K(f_{\text{в}}) = K(f_{\text{н}}) = 0,7 K_{\text{max}}$. Определите добротность колебательного контура по формуле:

$$Q = \frac{f_0}{f_{\text{в}} - f_{\text{н}}}.$$

2. Измерение фазочастотной характеристики.

2.1. Соберите схему подключения измерительных приборов и стенда для измерения ФЧХ линейной цепи, показанную на рис. 3.

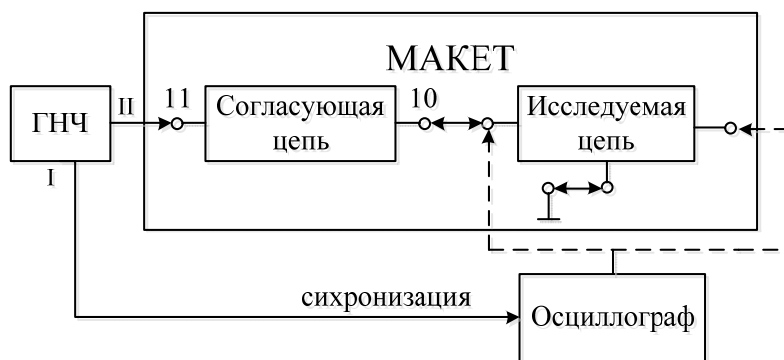


Рис. 3. Схема подключения измерительных приборов и стенда.

2.2. Поочередно подключая осциллограф на вход и выход исследуемой цепи, измеряйте смещение характерной точки гармонического сигнала на выходе цепи по сравнению с входным сигналом. Измеряйте также период сигнала. Для ускорения измерений временной сдвиг и период рекомендуется определять в делениях сетки, нанесенной на экран осциллографа. При изменении частоты изменяйте масштаб по оси времени, чтобы на экране укладывалось не более одного периода сигнала, иначе измерения временного сдвига будут очень неточными. Занесите результаты измерений в таблицу. Частоты устанавливайте те же, что и при измерении АЧХ.

Примечание. Временной сдвиг положительный ($\tau > 0$), если выходной сигнал опережает по фазе входной, т.е. сдвигается влево. В случае запаздывания выходного сигнала (сдвиг вправо) временной сдвиг отрицательный ($\tau < 0$) (см. рис. 4).

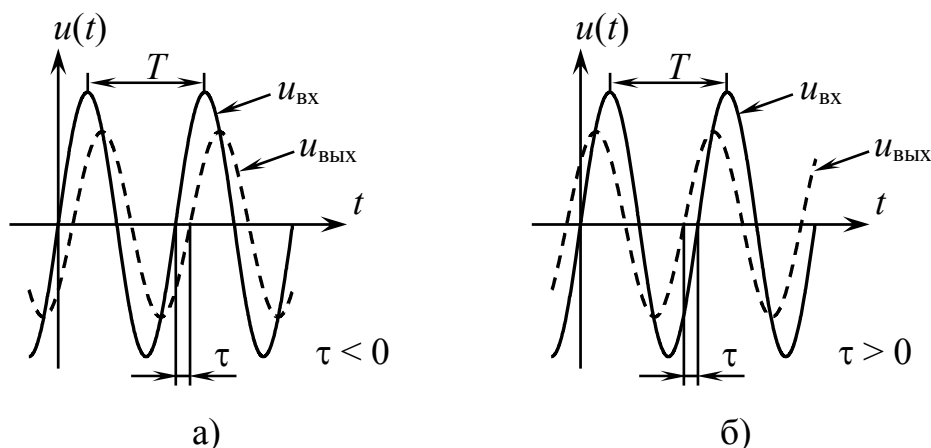


Рис. 4. Осциллограммы сигналов на входе и выходе линейной цепи.

2.3. Рассчитайте фазовый сдвиг по формуле:

$$\varphi = \frac{\tau}{T} \cdot 360^\circ$$

и занесите результаты в таблицу.

2.4. Постройте график ФЧХ $\varphi(f)$.

2.5. Для частот f_0 , f_v и f_n изобразите векторные диаграммы комплексных амплитуд выходного сигнала, используя графики АЧХ и ФЧХ.

3. Сделать выводы по проделанной работе.

Объясните ход кривых $K(f)$ и $\varphi(f)$ на основании явления резонанса, учета характера изменения комплексных емкостного и индуктивного сопротивлений при изменении частоты (примите в рассмотрение, что с ростом частоты модуль емкостного сопротивления уменьшается, а индуктивного возрастает; что ток емкости опережает напряжение на ней на $\pi/2$, а ток индуктивности отстает от напряжения на ней на $\pi/2$; что сопротивление резистивного элемента от частоты не зависит, а ток и напряжение на нем изменяются в фазе). Запишите теоретические выражения для АЧХ и ФЧХ исследуемой вами цепи и сопоставьте их с экспериментальными зависимостями.