

Лабораторная работа №3

Исследование резонансных цепей

Цель работы: Исследование свойств резонансных цепей

Продолжительность работы: 4 часа

Программа, используемая в работе: Для получения характеристик используется программа Electronic Workbench.

Приборы, используемые в работе: Используются четыре типа приборов: вольтметр, амперметр, осциллограф и Боде-плоттер.

Домашняя подготовка

Задание 1

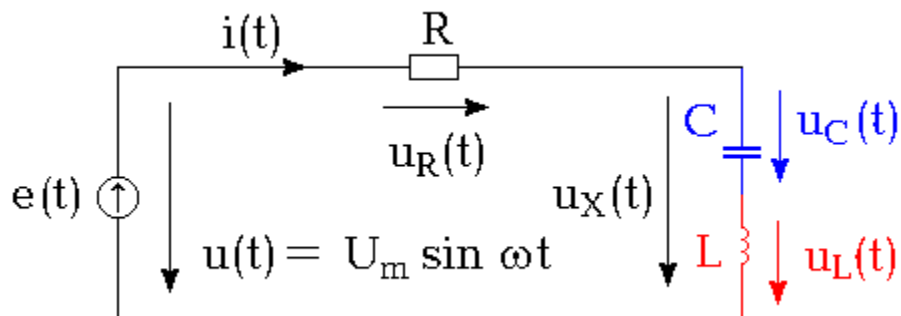


Рис.1

Таблица 1

Варианты задания

№ варианта	L, мГн	C, мкФ	R, Ом
1	11	0,05	400
2	23	0,0075	1200
3	39,2	0,0068	1820
4	23	0,0036	2000
5	49	0,0075	2150
6	51,2	0,011	1750
7	62,4	0,012	2180
8	54	0,012	1620
9	43,3	0,0036	2500
10	50	0,013	1820

1. Выбрав из табл.1 параметры элементов последовательного резонансного контура (рис.1), рассчитать следующие характеристики контура:

$$\text{волновое сопротивление } \rho = \sqrt{\frac{L}{C}};$$

$$\text{резонансную частоту } F_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}};$$

$$\text{добротность контура } Q = \frac{\rho}{R};$$

$$\text{относительную полосу пропускания } d = \frac{1}{Q} = \frac{F_B - F_H}{F_p};$$

частоту. на которой действующее значение напряжения U_L достигает максимума

$$F_L = F_p \sqrt{\frac{1}{1 - R^2/2\rho^2}}$$

частоту. на которой действующее значение напряжения U_C достигает максимума

$$F_C = \frac{F_p^2}{F_L}$$

2. Привести расчетные формулы для вычисления действующих значений тока I , напряжений U_R , U_L , U_C и угла сдвига фаз φ между входным током и напряжением.

Рассчитать все эти величины для частот указанных в табл. 2. Расчетные значения занести в табл. 2.

Параметры		Значения параметров								
		Частота, Гц								
		F_p Гц	$0,1F_p$ Гц	$0,3F_p$ Гц	$0,5F_p$ Гц	$0,7F_p$ Гц	$2F_p$ Гц	$3F_p$ Гц	F_L Гц	F_C Гц
F , Гц	расч.									
I , А	расч.									
	эсп.									
U_R , В	расч.									
	эсп.									
U_L , В	расч.									
	эсп.									
U_C , В	расч.									
	эсп.									
φ , град	расч.									
	эсп.									

По результатам расчета построить АЧХ и ФЧХ для комплексов действующих значений U_R , U_L , U_C .

4. Построить векторные диаграммы на комплексной плоскости для $F=F_p$, $F=0,5F_p$, $F=2F_p$, направив в каждой диаграмме ток по действительной оси.

Лабораторное задание

1. Включив в схему рис.1 амперметр и три вольтметров определите экспериментальные значения токов и напряжений, заданных в табл. 2.

2. Получите АЧХ и ФЧХ с помощью Боде-плоттера.

3. Определите экспериментально относительную полосу пропускания, считая выходным элементом резистор R . Уменьшите величину сопротивления R в 4 раза. Определите снова полосу пропускания.

4. Уменьшите в два раза резонансную частоту:

- за счет величины индуктивности L ,
- за счет величины емкости C .

Как в этих случаях изменяется добротность Q ?

Характеристики последовательного колебательного контура

Для ряда электрических цепей содержащих реактивные элементы имеется одна или несколько характерных частот, при которых они ведут себя как чисто активные сопротивления (совпадают фаза входного напряжения и тока). Такие цепи называются **резонансными**. Определить

резонансные частоты и провести анализ поведения таких схем при различных частотах позволяют **частотные характеристики**, то есть зависимости от частоты различных электрических величин.

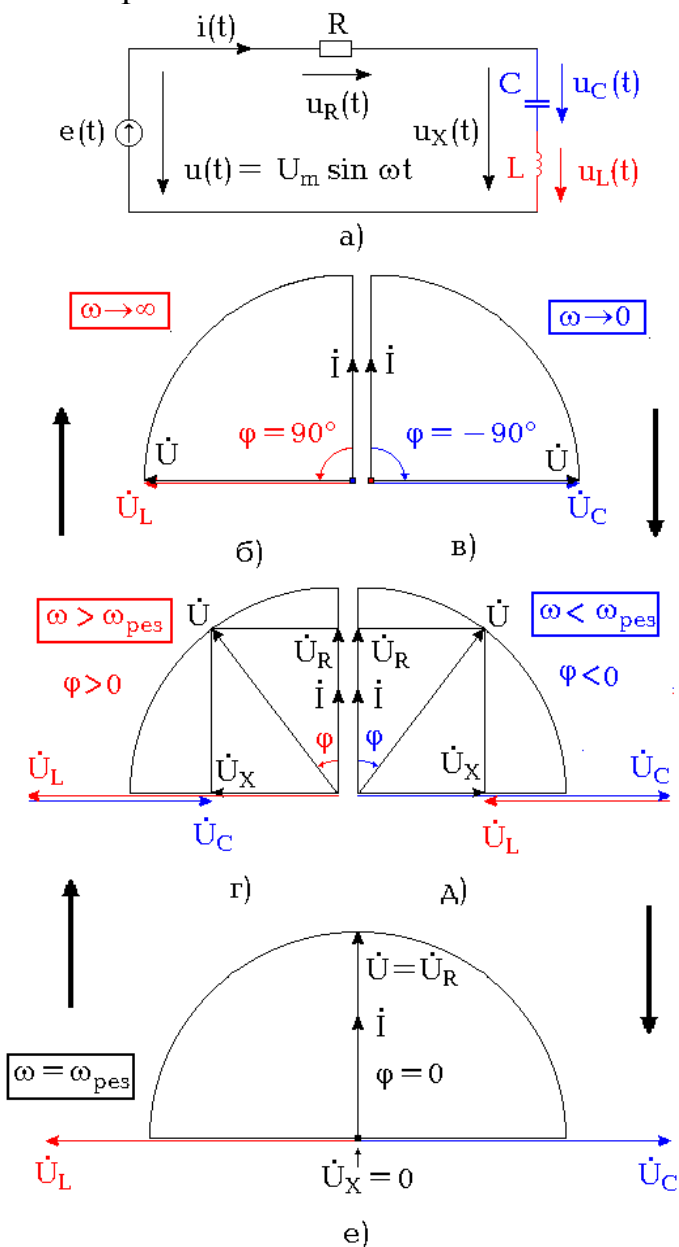


Рис.2

Рассмотрим простую электрическую цепь, состоящую из последовательного соединения резистора, конденсатора и катушки индуктивности, называемую последовательным колебательным контуром (рис. 2,а). Получить представление о ходе частотных зависимостей можно анализируя векторные диаграммы, отражающие процессы в цепи.

Прежде всего получим характерные точки для частотной зависимости напряжения на резисторе. Временная зависимость напряжения на резисторе

полностью характеризуется комплексным числом \dot{U}_R или двумя действительными числами: модулем и фазой этого комплекса.

Первая характерная точка соответствует нулевой частоте (то есть постоянному сигналу). Для постоянного сигнала катушка индуктивности превращается в провод, а конденсатор в разрыв, ток в такой цепи отсутствует, а все напряжение падает на разрыве, то есть на конденсаторе. При угловой частоте $\omega \rightarrow 0$ реактивное сопротивление конденсатора резко увеличивается, при этом снижается ток в цепи и модуль напряжения на резисторе U_R , а угол между током и напряжением приближается к -90° (рис. 2,в).

С ростом частоты емкостное сопротивление убывает, а индуктивное нарастает, при этом суммарное реактивное сопротивление падает (рис. 2,д). Угол сдвига φ между входным током и напряжением уменьшается по абсолютному значению, оставаясь отрицательным.

При некотором значении $\omega = \omega_p$ индуктивное сопротивление компенсируется емкостным и суммарное реактивное сопротивление становится равным нулю и наступает режим работы, называемый **резонансом** (рис. 2,е). Все напряжение при этом падает на резисторе $U_R = E$.

При дальнейшем увеличении частоты индуктивное сопротивление контура превышает емкостное, угол φ становится положительным (рис. 2,г).

Угол сдвига φ между входным током и напряжением становится положительным и увеличивается с ростом частоты. При $\omega \rightarrow \infty$ угол φ стремится к 90° (рис. 2, б).

Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики относительного напряжения U_R/E представлены на рис. 3,а и 3,б соответственно. По оси частот здесь также отложена относительная частота F/F_p .

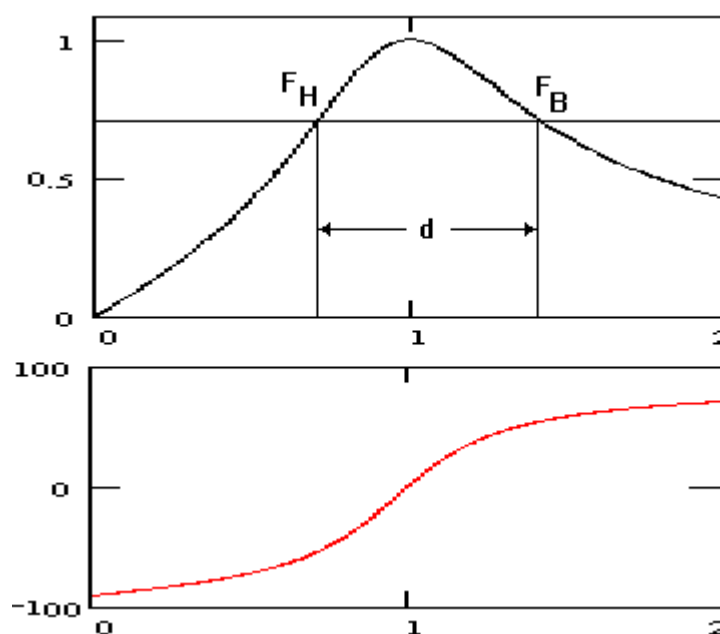


Рис.3

На рис. 4 представлены частотные характеристики относительных напряжений U_R/E , U_L/E , U_C/E .

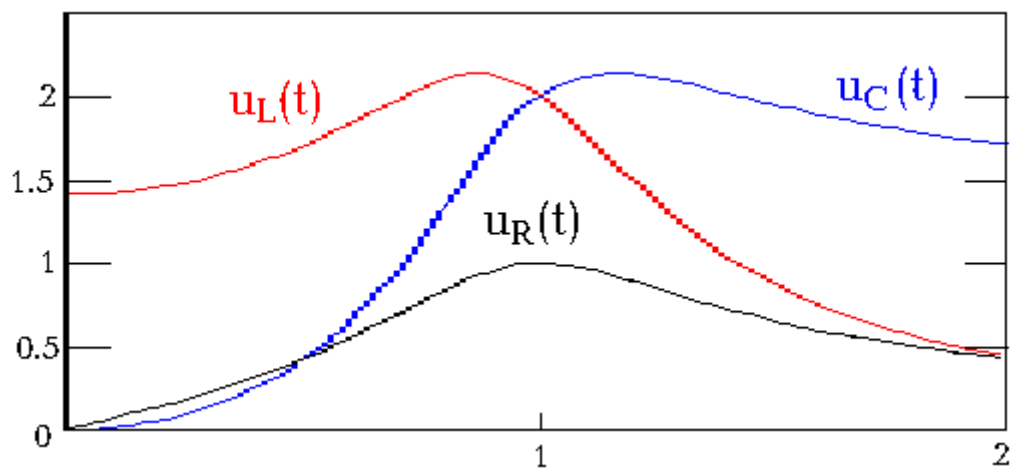


Рис. 4

Для снятия характеристик в программе необходимо собрать на рабочем поле схему по рис. 5.

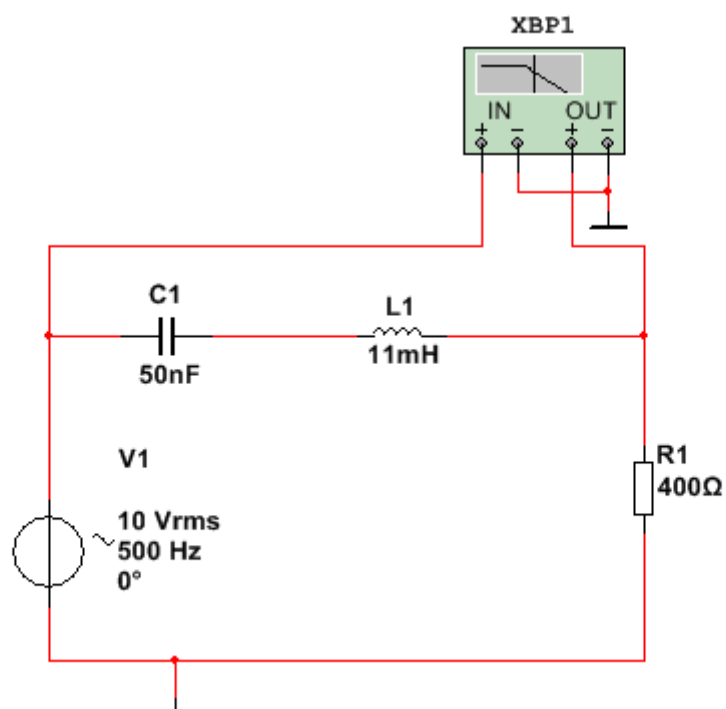
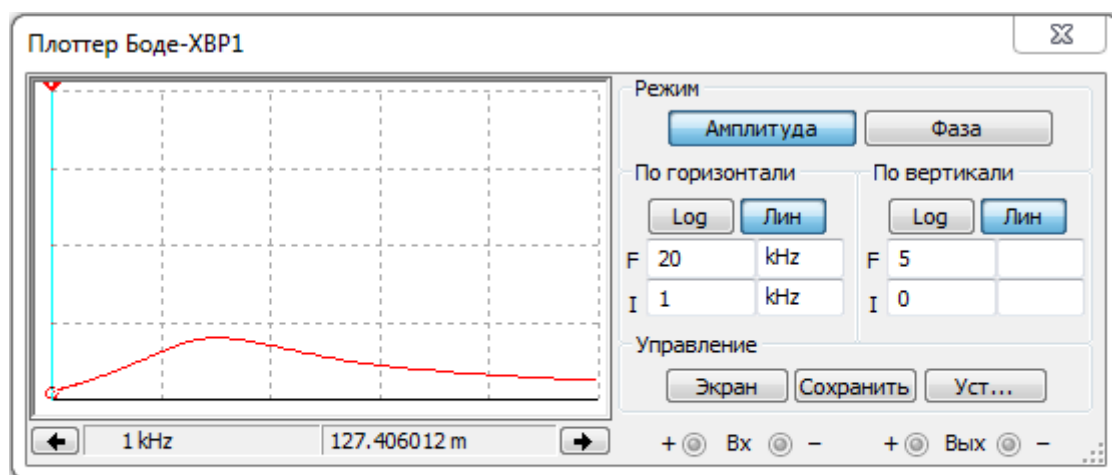


Рис. 5.1

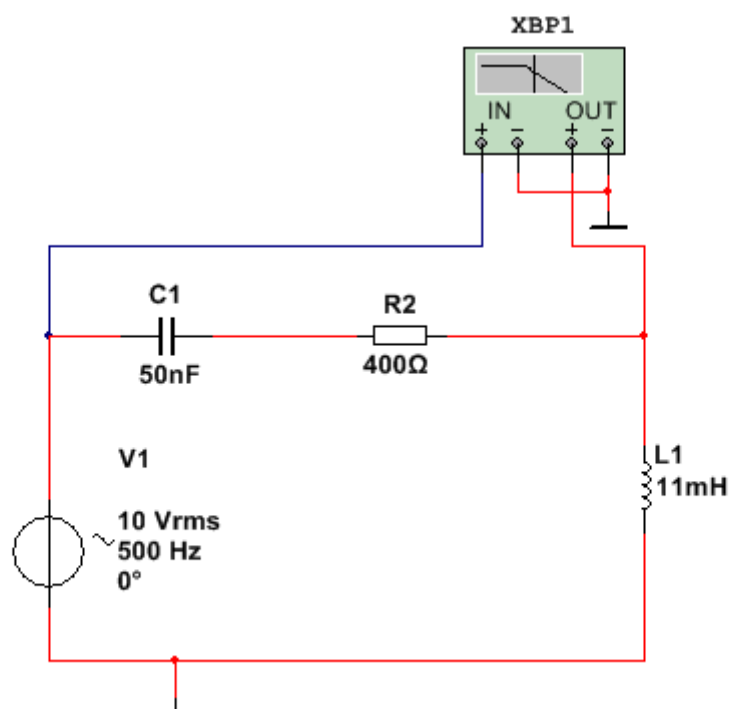
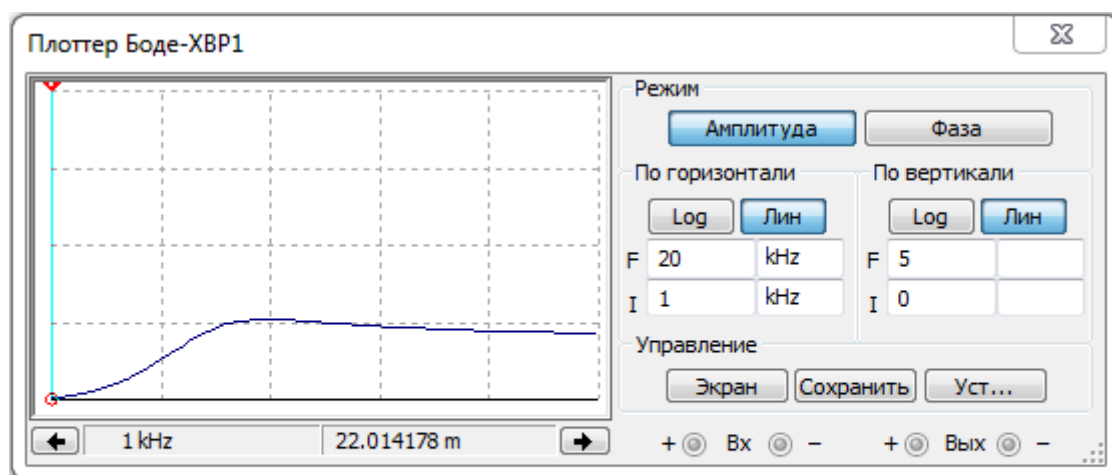


Рис. 5.2

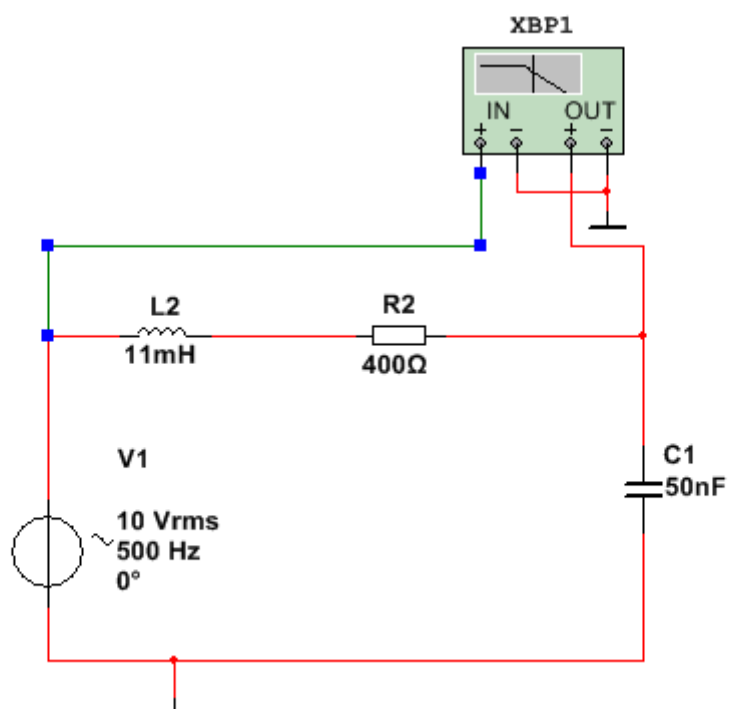
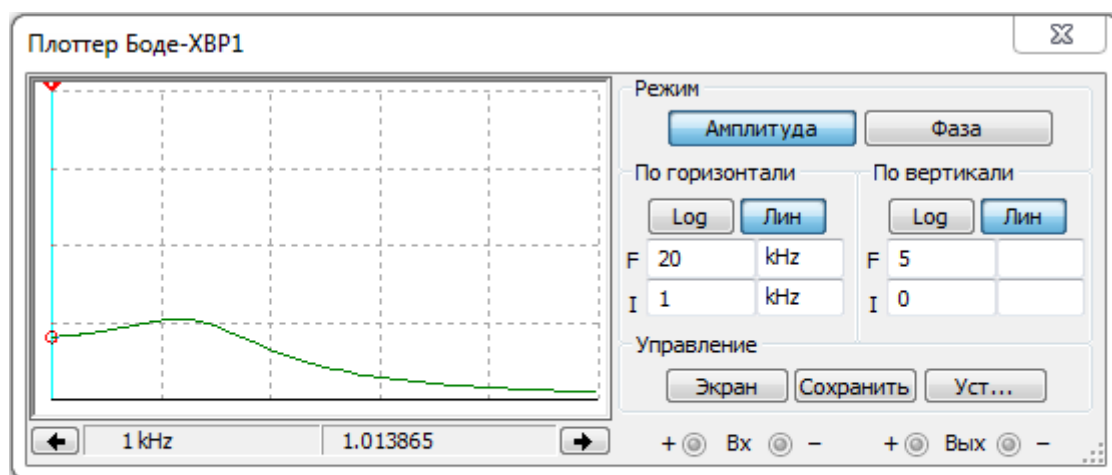


Рис. 5.3