

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций  
Российской Федерации  
Ордена Трудового Красного Знамени  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И  
ИНФОРМАТИКИ

Кафедра «Теории электрических цепей»

Электротехника

Лабораторная работа № 17

«Исследование на ЭВМ резонансных явлений в пассивном и активном  
параллельном колебательном контуре»

Выполнил:  
студент группы БВТ2306  
Кесслер А. С.

Москва 2024

## **Оглавление**

Цель работы .....	3
Формулы для выполнения лабораторной работы .....	4
Полученные данные .....	7
Эксперимент .....	8
Вывод.....	12
Контрольные вопросы .....	13

## **Цель работы**

С помощью программы Mirco-Cap получить входные и передаточные параллельного колебательного контура при различных добротностях.

## Формулы для выполнения лабораторной работы

Простой пассивный параллельный колебательный контур состоит из конденсатора, катушки индуктивности и резистора (рис. 1).

Из условия резонанса тока, в параллельном пассивном колебательном контуре, записываемого в виде

$$\operatorname{Im}(\underline{Y}_{BX}) = 0,$$

где комплексная входная проводимость контура равна

$$\underline{Y}_{BX} = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right),$$

можно найти резонансную частоту контура

$$\operatorname{Im}(\underline{Y}_{BX}) = \omega_p C - \frac{1}{\omega_p L} = 0,$$

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}},$$

и так как

$$\omega_p = 2\pi f_p,$$

окончательно получим

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

Остальные параметры простого последовательного контура вычисляются по следующим формулам.

Характеристическое сопротивление

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Добротность

$$Q = \frac{R}{\rho} = \frac{f_p}{\Pi}.$$

Нижняя граничная частота

$$\omega_1 = -\frac{1}{2RC} + \sqrt{\left(\frac{1}{2RC}\right)^2 + \frac{1}{LC}},$$

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}.$$

Верхняя граничная частота

$$\omega_2 = -\frac{1}{2RC} + \sqrt{\left(\frac{1}{2RC}\right)^2 + \frac{1}{LC}},$$

$$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi}.$$

Абсолютная полоса пропускания

$$\Pi = f_2 - f_1.$$

Комплексное входное сопротивление

$$\underline{Z}_{BX} = \frac{1}{\frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)} = Z(\omega) e^{j\varphi(\omega)}.$$

Модуль входного сопротивления при условии, что меняется только частота источника напряжения

$$Z(\omega) = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}}.$$

Фаза входного сопротивления в градусах

$$\varphi(\omega) = \frac{-180}{\pi} \arctg\left[\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) R\right].$$

Комплексные токи

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{Z}_{BX}}, \underline{I}_R = \frac{\underline{U}_1}{R}, \underline{I}_L = \frac{\underline{U}_1}{j\omega L}, \underline{I}_C = \frac{\underline{U}_1}{\frac{-j}{\omega C}}.$$

Определение добротности по резонансной кривой

Добротность Q последовательного контура можно определить при помощи резонансной кривой по формуле

$$Q = \frac{f_p}{f_2 - f_1}.$$

Необходимые для этого построения показаны на рис. 3.

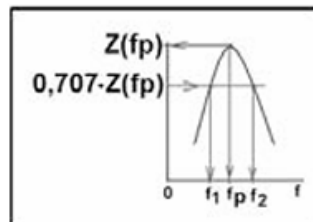


Рис. 3

Для контура первого типа (рис. 2) значения индуктивности катушки и ёмкости конденсатора оставим прежними. Зададимся величиной добротности  $Q_p$ . В этом случае величина сопротивления вычисляется по формуле

$$R = \frac{P}{Q_p} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{Q_p}.$$

Резонансная частота такого контура вычисляется по следующей формуле

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R^2}{\rho^2}},$$

$$f_{p1} = \frac{\omega_p}{2\pi}.$$

Комплексное входное сопротивление может быть записано в виде

$$\underline{Z}_{BX} = \frac{(R + j\omega L) \frac{-j}{\omega C}}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}.$$

Модуль входного сопротивления при резонансе можно вычислить по следующей формуле

$$Z(f_{p1}) = RQ^2.$$

Исследуем с помощью ЭВМ характеристики пассивного параллельного колебательного контура.

## Полученные данные

По предварительному расчету $R=14\text{кОм}$ , $f_p=5\text{ кГц}$ , $C=30\cdot 10^{-9}$							Получено экспериментально					
$p$ , Ом	$Q$	$f_1$ , кГц	$f_2$ , кГц	$P$ , кВт	$Z(f_p)$ , Ом	$f_0$ , кГц	$f_p$ , Гц	$Z(f_p)$ , Ом	$f_1$ , кГц	$f_2$ , кГц	$P$ , кВт	$Q$
160	18,	4,8	5,1	0,2	1400	5	500	1400	4,8	5,1	0,2	18,5

По предварительному расчету $C_2=30\cdot 10^{-9}\text{ Ф}$ , $L=0,038\text{Гн}$				Получено экспериментально	
$Q$	$R$ , Ом	$f_{p1}$ , кГц	$Z(f_p)$ , кОм	$f_{p1}$ , кГц	$Z(f_p)$ , кОм
2	530	5	2,589	5	2,589
100	10	5	125,1	5	125,1

Табл 1 Данные полученные экспериментально и по предварительному расчету

## Эксперимент

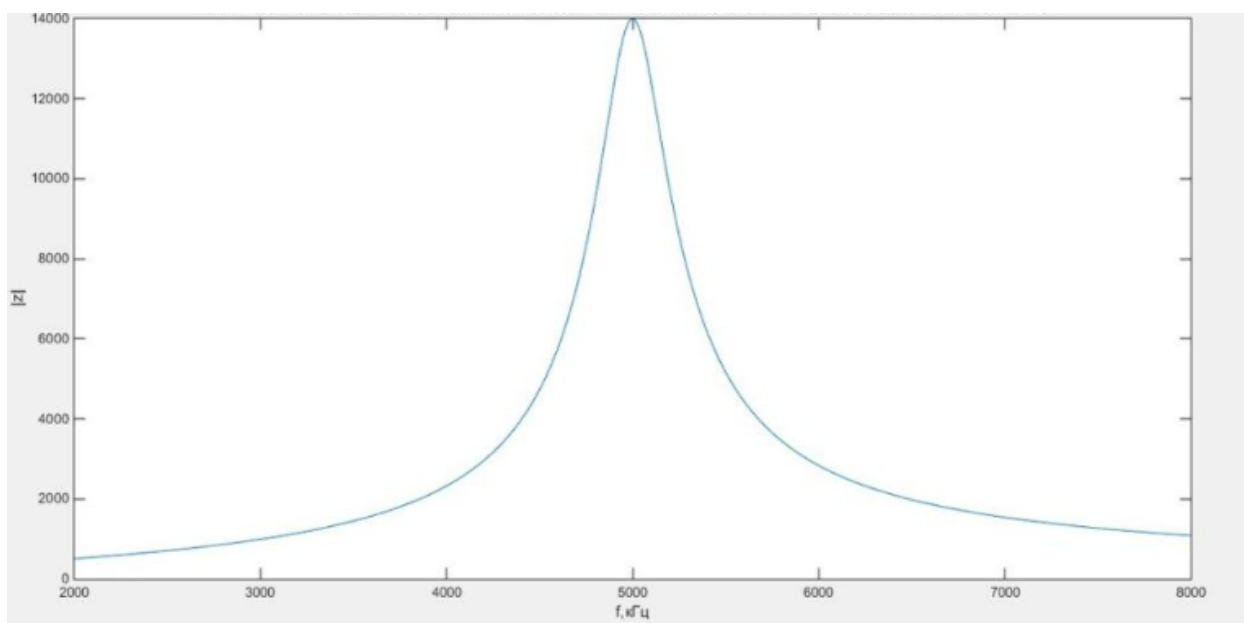


Рис 1 Зависимость модуля входного сопротивления от частоты

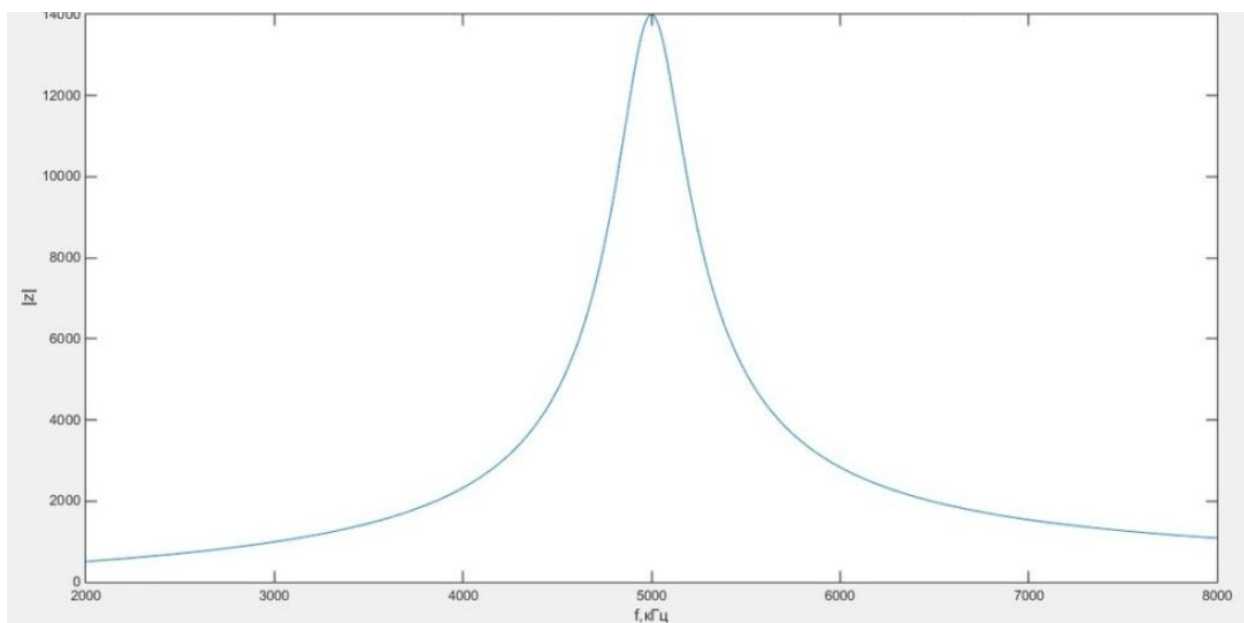


Рис 2 Теоретическая зависимость фазы входного сопротивления от частоты



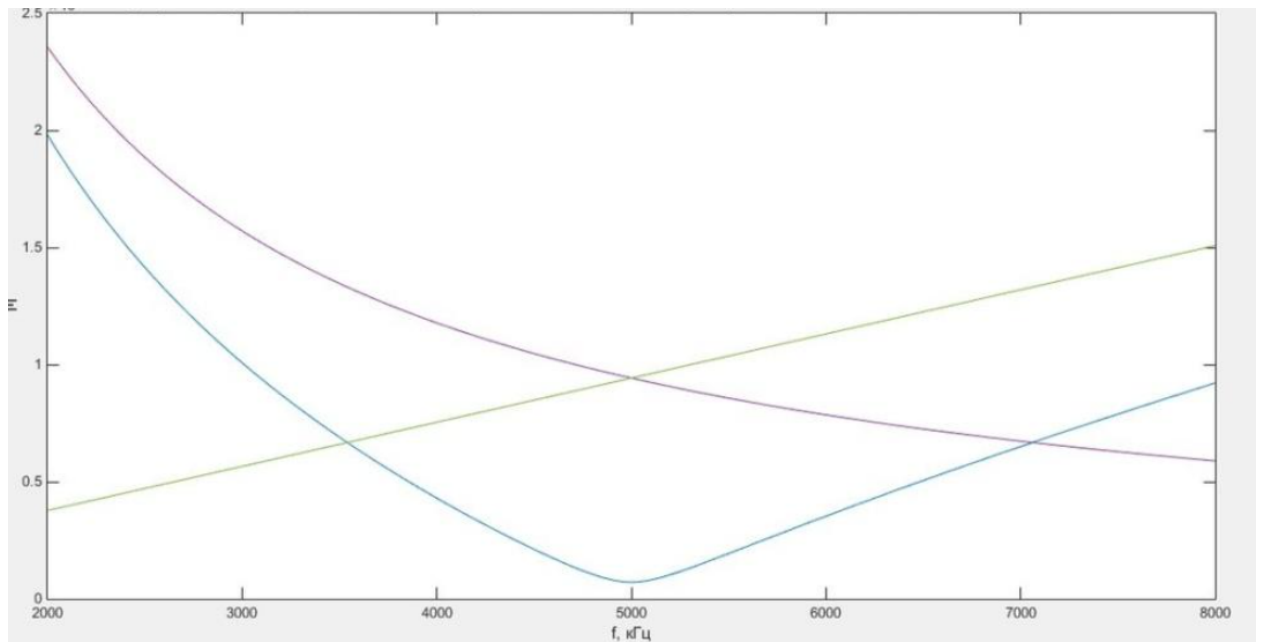


Рис 3 График зависимостей модулей входного тока, модуля тока в резисторе, модуля тока в катушке и модуля тока в конденсаторе

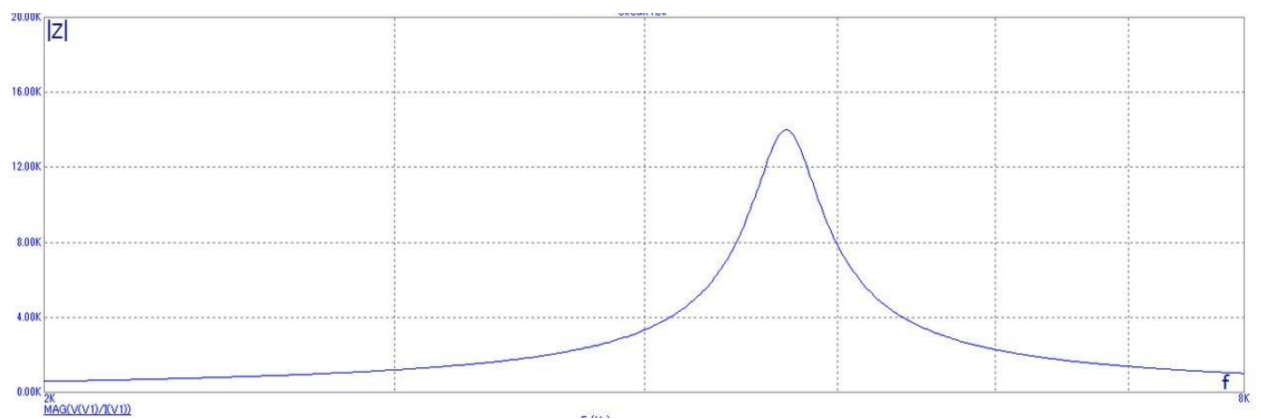


Рис 4 Зависимость модуля входного сопротивления от частоты

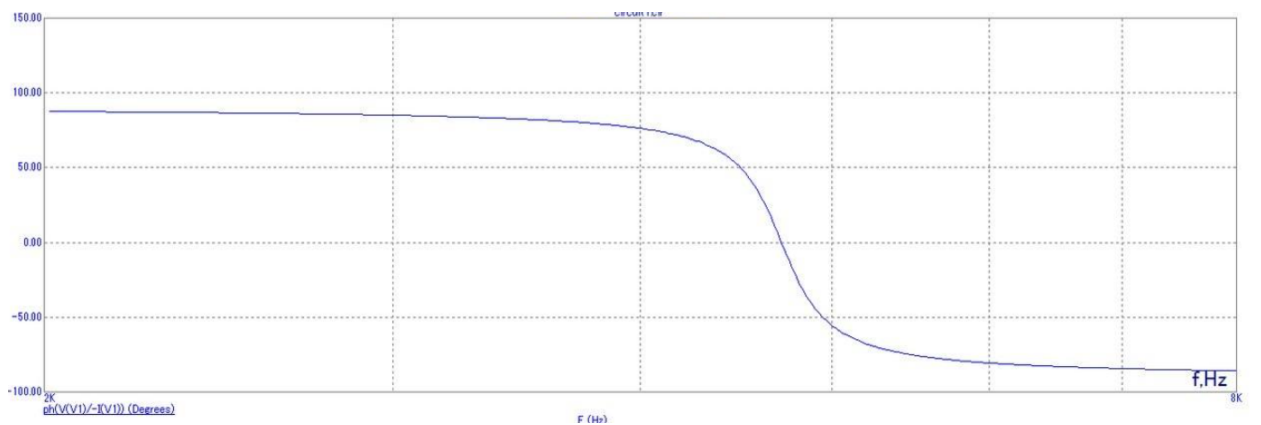


Рис 5 Зависимость фазы входного сопротивления от частоты

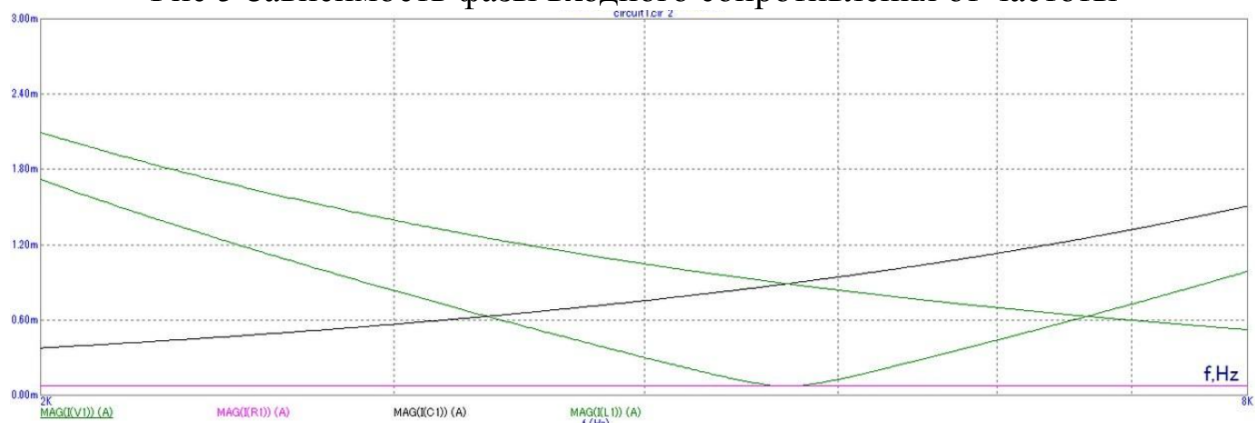


Рис 6 График зависимостей модулей входного тока, модуля тока в резисторе, модуля тока в катушке и модуля тока в конденсаторе

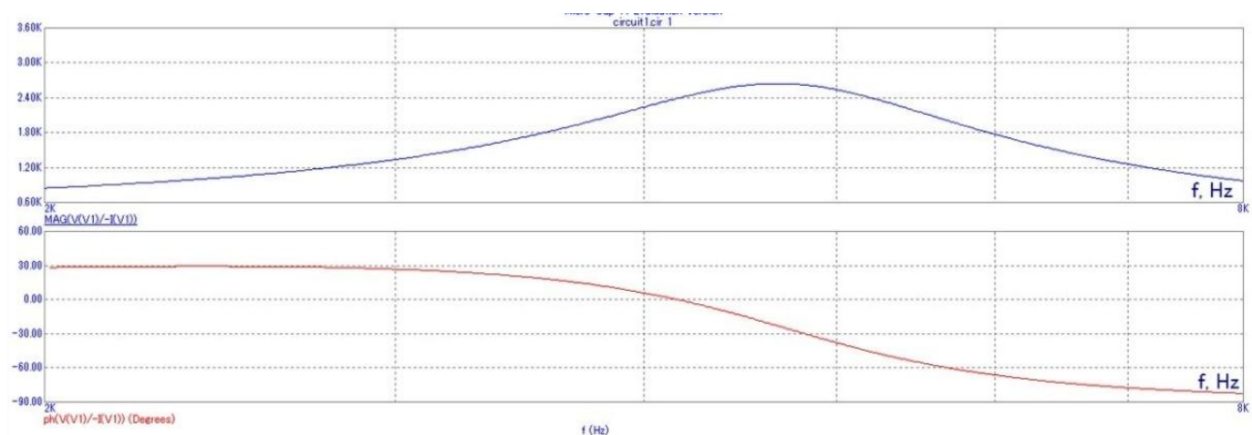


Рис 7 Частотные характеристики контуров первого типа для значений добротности 2

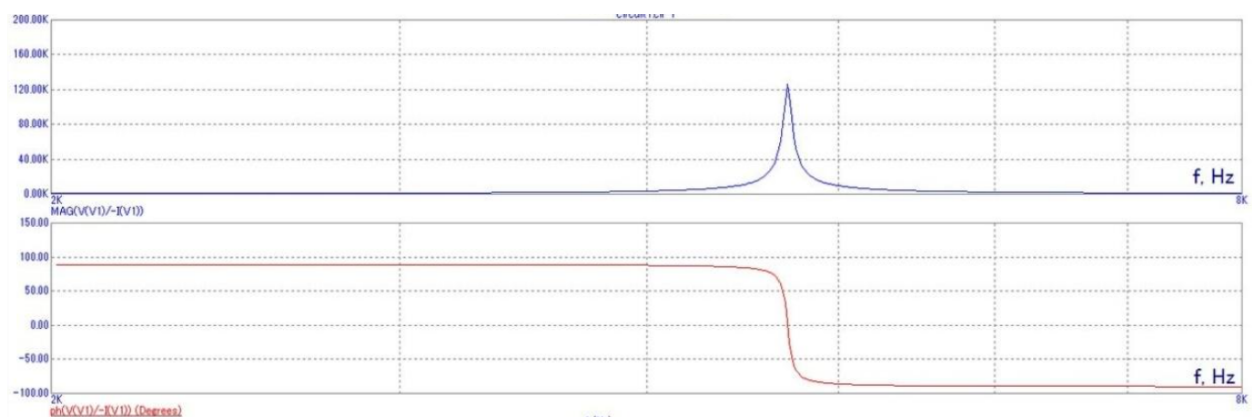


Рис 8 Частотные характеристики контуров первого типа для значений добротности 100

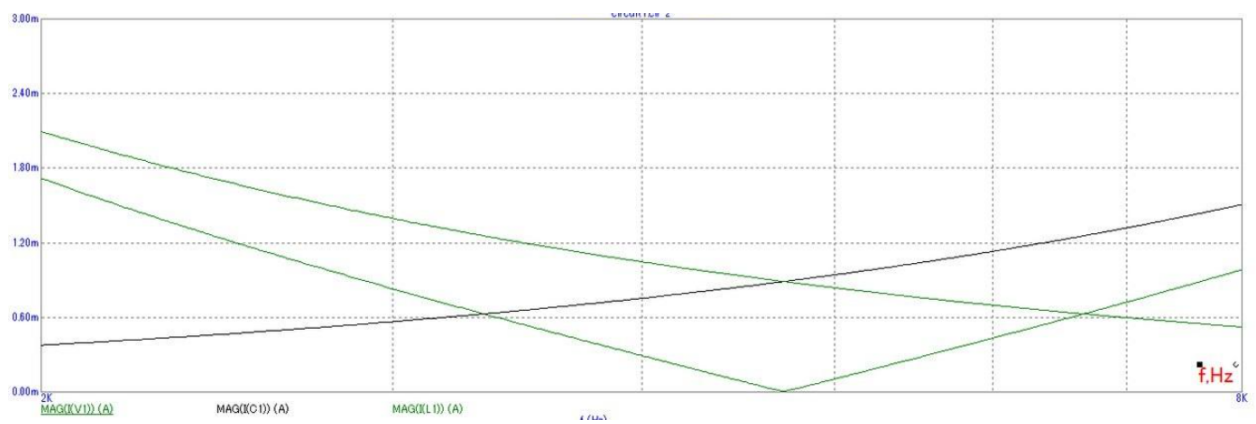


Рис 9 График зависимостей модулей входного тока, модуля тока в резисторе, модуля тока в катушке и модуля тока в конденсаторе

## **Вывод**

В ходе выполнения лабораторной работы С помощью программы Mirco-Cap мы получили входные и передаточные параллельного колебательного контура при различных добротностях.

## **Контрольные вопросы**