

Федеральное агентство по образованию  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
“Уральский радиотехнический техникум им. А. С. Попова”

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ  
Методические указания к выполнению  
курса лабораторных работ  
для специальностей 210306 “Радиоаппаратостроение”  
210308 “Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной  
техники”

Соответствует рабочей программе

УТВЕРЖДЕНО

Цикловой методической комиссией

Радиотехнических дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_

от “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_\_\_\_ г

председатель ЦМК

\_\_\_\_\_ Е. С. Кравченко

Автор: Екатерина Степановна Кравченко  
Сергей Сергеевич Грищенко

## Содержание

Лабораторная работа №1 .....	2
Лабораторная работа №2 .....	7
Лабораторная работа №3 .....	12
Лабораторная работа №4 .....	17
Лабораторная работа №5 .....	23
Лабораторная работа №6 .....	28
Лабораторная работа №7 .....	32
Рекомендуемая литература .....	36

# Лабораторная работа №1

## “Исследование свободных колебаний в реальном контуре”

### 1. Цель работы.

- изучить возникновение свободных колебаний в реальном контуре и их параметры
- исследовать зависимость параметров свободных колебаний от элементов контура
- измерить и рассчитать параметры контура

### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- осциллограф
- генератор

### 3. Исследуемая схема.

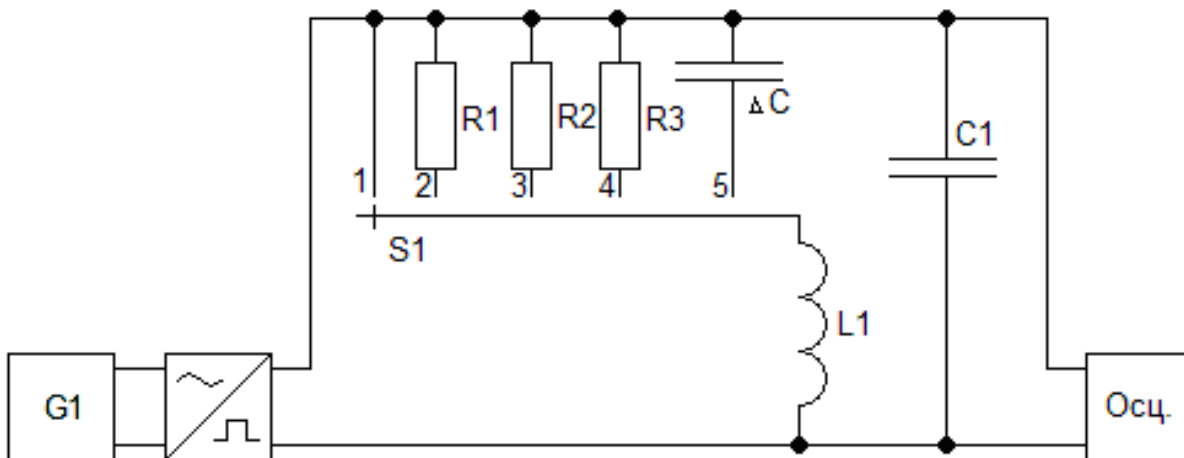


Рисунок 1. Схема исследования свободных колебаний в контуре.

### 4. Таблица рассчитываемых параметров.

Положение переключателя	$U_1$	$U_2$	$\theta = \ln \frac{U_1}{U_2}$	$Q = \frac{\pi}{\theta}$	$d = \frac{1}{Q}$
0					
R1					
R2					
R3					
$\Delta C$					

## **5. Описание работы схемы.**

Основу схемы составляет колебательный контур на реактивных элементах  $L1$  и  $C1$ , соединяющихся в замкнутую электрическую цепь через контакты переключателя  $S1$ . Этот контур подвергается воздействию внешних импульсов напряжения прямоугольной формы, вырабатываемых преобразователем напряжения, который находится в стенде.

В контуре возникают свободные затухающие колебания на частоте собственного резонанса контура. Период следования импульсов на выходе преобразователя имеет такую длительность, чтобы собственный внутриконтурный колебательный процесс, вызванный предшествующим импульсом, успел закончиться к приходу последующего импульса внешнего возбуждения. Контурное напряжение затухающих колебаний прикладывается к входу  $Y$  электронного осциллографа, входящего в комплект рабочего места. На экране осциллографа получается изображение колебательного процесса во времени.

Переключатель  $S1$  служит для изменения внутренних режимов колебательного контура.

Генератор  $G1$  обеспечивает энергией питания преобразователь напряжения, так как данная конструкция стенда не имеет энергетического ввода сети 220В, 50Гц. В качестве  $G1$  применяется генератор синусоидальных стандартных сигналов в ГСС напряжения высокой частоты. Отметим, что ГСС необходим для проведения всех последующих лабораторных работ, в которых он используется в качестве генератора синусоидальных сигналов внешнего возбуждения.

## **6. Порядок выполнения работы.**

6.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

6.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

6.3 Включить сетевое питание электронного осциллографа.

6.4 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

6.5 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

6.6 Установить частоту выходного сигнала генератора 100кГц.

Для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» выбрать вверху экрана пункт меню «Rang», и зафиксировать выбор кратковременным нажатием на переключатель «Rotate to select».

– в появившемся подменю внизу экрана выбрать предел изменения частоты «20к-200к», зафиксировать выбор долговременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить требуемую частоту вращением регуляторов «Coarse»(грубо) и «Fine»(точно). Текущее значение частоты отображается в центре дисплея.

6.7 Если режим генератора установлен верно, то его дисплей будет выглядеть так как показано на рисунке 2.

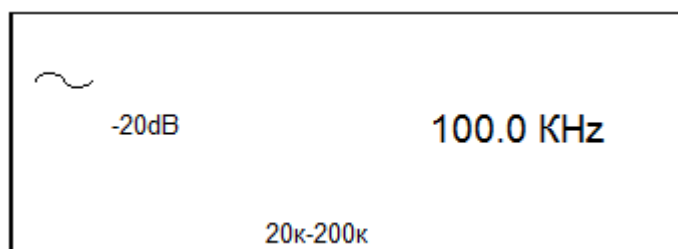


Рисунок 2. Экран генератора.

6.8 Поставить переключатель  $S1$  в крайнее левое положение, при котором добавочное сопротивление в колебательном контуре отсутствует ( $R_d=0$ ). В этом положении  $S1$  активное сопротивление внутриконтурных потерь ( $r$ ) складывается только из активных сопротивлений собственных потерь в реактивных элементах  $L1$  и  $C1$ , составляющих схему колебательного контура. Индуктивность контура при всех положениях переключателя  $S1$ , будет неизменной. Зарисовать осциллографическое изображение затухающего колебательного процесса.

6.9 Перевести переключатель  $S1$  в положение «2». Сопротивление внутриконтурных потерь искусственно увеличивается включением в контур добавочного резистора  $R1$ . Положению «2» переключателя  $S1$  соответствуют режимные условия  $R_d=R1$ ,  $C_k'=C1$ . Зарисовать осциллографическое изображение затухающего колебательного процесса.

6.10 Перевести переключатель  $S1$  в положение «3». В контур включается добавочный резистор  $R2>R1$ . Положению «3» переключателя  $S1$  соответствуют режимные условия  $R_d=R2$ ,  $C_k''=C1$ . Зарисовать осциллографическое изображение затухающего колебательного процесса.

6.11 Перевести переключатель  $S1$  в положение «4». В контур включается добавочный резистор  $R3>R2$ . Положению «4» переключателя  $S1$  соответствуют режимные условия  $R_d=R3$ ,  $C_k'''=C1$ . Зарисовать осциллографическое изображение затухающего колебательного процесса.

6.12 Перевести переключатель  $S1$  в положение «5». Положению «5» переключателя  $S1$  соответствуют режимные условия  $R_d=0$ ,  $C_k''''=C1+\Delta C$ . Зарисовать осциллографическое изображение затухающего колебательного процесса.

6.13 Предъявить преподавателю на проверку промаркированные осциллографические копии затухающих колебательных процессов.

6.14 Выключить генератор сигналов и осциллограф. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

6.16 Определить по осциллограммам период, время затухания, амплитуды полувольт взятых через период. Выполнить расчеты параметров приведенных в таблице рассчитываемых параметров.

### **7. Контрольные вопросы.**

7.1 Какие колебания называются свободными?

7.2 От чего зависит частота, период, длина волны, время затухания свободных колебаний в реальном контуре?

7.3 Чем отличаются свободные колебания в реальном и идеальном контуре?

7.4 Чем определяется добротность контура и чему она равна в идеальном контуре?

7.5 Что такое характеристическое сопротивление контур, как его рассчитать?

7.6 При каком условии в контуре возникает колебательный процесс?



## Лабораторная работа №2

### “Исследование параметров и характеристик последовательного колебательного контура”

#### 1. Цель работы.

- изучить методику настройки последовательного контура
- снять амплитудно-частотные характеристики контура
- определить полосу пропускания контура
- рассчитать параметры и элементы контура

#### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

#### 3. Исследуемая схема.

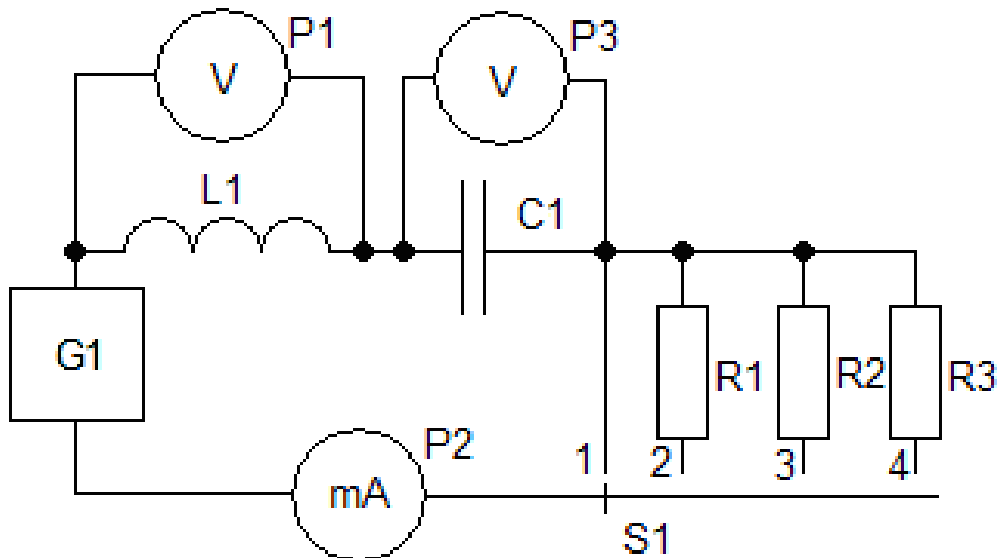


Рисунок 1. Схема исследования вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре.

#### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «–20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.5 Установить частоту выходного сигнала генератора равной резонансной частоте контура, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» выбрать вверху экрана пункт меню «Rang», и зафиксировать выбор кратковременным нажатием на переключатель «Rotate to select».

– в появившемся подменю внизу экрана выбрать предел изменения частоты «20к–200к», зафиксировать выбор долговременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить резонансную частоту контура вращением регуляторов «Coarse»(грубо) и «Fine»(точно). Текущее значение частоты отображается в центре дисплея. При резонансе показания прибора P2 будут максимальны. Полученное значение частоты необходимо занести в соответствующую графу таблицы 1.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

Снять зависимость тока контура  $I_k$ , напряжений на индуктивности  $U_L$  и на емкости  $U_C$  от частоты генератора при  $R_d=0$ . Для этого переключатель S1 необходимо перевести в положение «1». Далее последовательно, в соответствии с таблицей 1 задавать

расстройку частоты при помощи и измерять параметры колебаний в контуре по приборам P1, P2 и P3. Показания занести в соответствующие ячейки таблицы 1.

Таблица 1

Снять в режиме $R_d=0$ , поддерживая $E_r=1V=const$		Прибор P2		Прибор P1		Прибор P3		Вычислить	Примечание
		Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.		
		0,25 мА/дел	25 мА	0,5 В/дел	50 В	0,5 В/дел	50 В		
$f_r$	$\Delta f_r$	$\alpha_{P2}$	$I_k$	$\alpha_{P1}$	$U_L$	$\alpha_{P3}$	$U_C$	$ Z_k $	
кГц	кГц	дел.	мА	дел.	В	дел.	В	Ом	
	-5								Частоты ниже резонансной
	-4								
	-3								
	-2,5								
	-2								
	-1,5								
	-1								
	-0,5								
	0								Рез.
	+0,5								Частоты выше резонансной
	+1								
	+1,5								
	+2								
	+2,5								
	+3								
	+4								
	+5								

4.7 Перевести переключатель S1 в положение «2» и снять зависимость тока контура (прибор P2) от частоты. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

4.8 Перевести переключатель S1 в положение «3» и снять зависимость тока контура (прибор P2) от частоты. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

4.9 Перевести переключатель S1 в положение «4» и снять зависимость тока контура (прибор P2) от частоты. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

Таблица 2

Во всех режимах поддерживать $E_r=1V=const$		Снять показания с приборов в режиме						Вычислить	Примечание
		$R_d=R1$		$R_d=R2$		$R_d=R3$			
		Прибор P2		Прибор P2		Прибор P2			
		Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.		
$f_r$	$\Delta f_r$	$\alpha_{P2}'$	$I_k'$	$\alpha_{P2}''$	$I_k''$	$\alpha_{P2}'''$	$I_k'''$	$Z_{вх}$	
кГц	кГц	дел.	мА	дел.	мА	дел.	мА	Ом	
	-5							Частоты ниже резонансной	
	-4								
	-3								
	-2,5								
	-2								
	-1,5								
	-1								
	-0,5							Рез.	
	0								
	+0,5							Частоты выше резонансной	
	+1								
	+1,5								
	+2								
	+2,5								
	+3								
	+4								
	+5								

4.10 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

### 5. Контрольные вопросы.

5.1 В чем различие между свободными и вынужденными колебаниями?

5.2 Как зависит входное сопротивление последовательного контура от частоты?

- 5.3 Как зависит ток контура от сопротивления потерь ПСК?
- 5.4 Как зависит полоса пропускания по току от сопротивления потерь?
- 5.5 Какие типы расстройки вы знаете?
- 5.6 От чего зависит резонансная частота последовательного контура?
- 5.7 Какими способами можно осуществлять настройку контура?
- 5.8 Как изменить волновое сопротивление контура не меняя его добротности?

## Лабораторная работа №3

### “Исследование параметров и характеристик параллельного колебательного контура”

#### 1. Цель работы.

Изучить методику настройки параллельного контура. Снять амплитудно-частотные характеристики контура. Определить полосы пропускания контуров. Рассчитать параметры и элементы контура, расчеты занести в таблицу.

#### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

#### 3. Исследуемая схема.

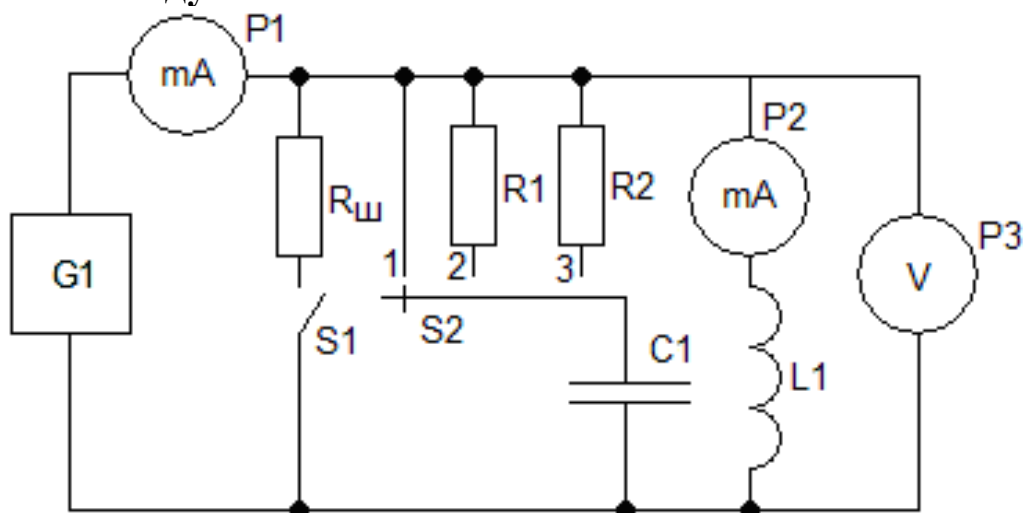


Рисунок 1. Схема исследования вынужденных колебаний в параллельном колебательном контуре.

#### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.5 Установить частоту выходного сигнала генератора равной резонансной частоте контура, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» выбрать вверху экрана пункт меню «Rang», и зафиксировать выбор кратковременным нажатием на переключатель «Rotate to select».

– в появившемся подменю внизу экрана выбрать предел изменения частоты «20к–200к», зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить резонансную частоту контура вращением регуляторов «Coarse»(грубо) и «Fine»(точно). Текущее значение частоты отображается в центре дисплея. При резонансе показания прибора P2 будут максимальны. Полученное значение частоты необходимо занести в соответствующую графу таблицы 1.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

Снять зависимость тока контура  $I_k$ , напряжения на контуре  $U_k$  и тока генератора  $I_r$  от частоты генератора при  $R_d=0$ . Для этого переключатель S1 необходимо отключить, а переключатель S2 перевести в положение «1». Далее последовательно, в соответствии

с таблицей 1 задавать расстройку частоты при помощи и измерять параметры колебаний в контуре по приборам P1, P2 и P3. Показания занести в соответствующие ячейки таблицы 1.

Таблица 1

Снять в режиме $R_d=0$ , поддерживая $E_r=1V=const$		Прибор P2		Прибор P1		Прибор P3		Вычислить	Примечание
		Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.		
		0,01 мА/д ел	1 мА	0,5 $\mu$ А/ дел	50 мкА	5 мВ/ дел	0,5 В		
$f_r$	$\Delta f_r$	$\alpha_{P2}$	$I_k$	$\alpha_{P1}$	$I_r$	$\alpha_{P3}$	$U_k$	$ Z_k $	
кГц	кГц	дел.	мА	дел.	мкА	дел.	В	Ом	
	-6								Частоты ниже резонансной
	-5								
	-4								
	-3								
	-2								
	-1,5								
	-1								
	-0,5								
	0								Рез.
	+0,5								Частоты выше резонансной
	+1								
	+1,5								
	+2								
	+3								
	+4								
	+5								
	+6								

4.7 Перевести переключатель S2 в положение «2» и снять зависимость напряжения на контуре (прибор P3) от частоты. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.



4.8 Перевести переключатель S2 в положение «3» и снять зависимость напряжения на контуре (прибор P3) от частоты. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

4.9 Перевести переключатель S1 во включенное положение, а переключатель S2 в положение «1» и снять зависимость напряжения на контуре (прибор P3) от частоты при нулевом добавочном сопротивлении и не бесконечным шунтирующем сопротивлении. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

Таблица 2

Во всех режимах поддерживается $E_r=1V=const$		Снять показания с приборов в режиме						Вычислить	Примечание
		$R_d=R1, R_{ш}=\infty$		$R_d=R2, R_{ш}=\infty$		$R_d=0, R_{ш}=R_{шx}$			
		Прибор P3		Прибор P3		Прибор P3			
		Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.		
		0,005 В/дел	0,5 В	0,005 В/дел	0,5 В	0,005 В/дел	0,5 В		
$f_r$	$\Delta f_r$	$\alpha'_{P3}$	$U'_k$	$\alpha''_{P3}$	$U''_k$	$\alpha'''_{P3}$	$U'''_k$	$Z_{вх}$	
кГц	кГц	дел.	В	дел.	В	дел.	В	кОм	
	-10								
	-8								
	-6								
	-5								
	-4								
	-3								
	-2								
	-1								
	0							Рез	
	+1								
	+2								
	+3								
	+4								
	+5								
	+6								
	+8								
	+10								

4.10 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

4.11 По результатам эксперимента сделать расчет и занести результаты в таблицу 3.

Таблица 3

Объекты сравнения	Сравниваемые параметры						Условия сравнения
	$R_{ш}$ кОм	$R_{доб}$ Ом	$Q$ -	$\Delta f$ кГц	$R_{ое}$ кОм	$U_{кр}$ В	
$U_k = \Psi(f_r)$							$I = \text{const}$ $C = \text{const}$ $R_r = \text{const}$ $E_r = \text{const}$
$U_k = \Psi'(f_r)$							
$U_k = \Psi''(f_r)$							
$U_k = \Psi'''(f_r)$							

## 5. Контрольные вопросы.

5.1 Как зависит характер входного сопротивление параллельного контура от частоты?

5.2 Как зависит ток контура и ток генератора от частоты?

5.3 Как определяется полоса пропускания по напряжению параллельного контура?

5.4 Как зависит полоса пропускания от внутреннего сопротивления потерь и от шунтирующего сопротивления?

5.5 Как зависит полоса пропускания параллельного контура по току и по напряжению от внутреннего сопротивления источника питания?

# Лабораторная работа №4

## “Настройка связанных контуров. Исследование зависимости резонансных токов от коэффициента связи”

### 1. Цель работы.

Изучить способы настройки связанных контуров. Исследовать зависимость резонансных токов первичного и вторичного контуров от коэффициента взаимной индукции и шунтов. Снять характеристики контуров при первом частном резонансе.

### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

### 3. Исследуемая схема.

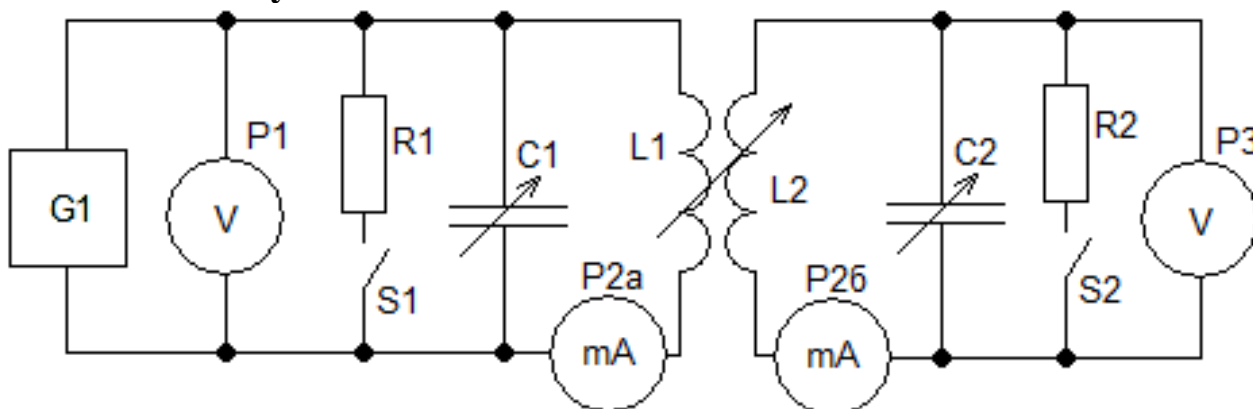


Рисунок 1. Схема исследования настройки и коэффициента связи связанных контуров.

### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « ~ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.5 Установить частоту выходного сигнала генератора 160кГц.

Для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» выбрать вверху экрана пункт меню «Rang», и зафиксировать выбор кратковременным нажатием на переключатель «Rotate to select».

– в появившемся подменю внизу экрана выбрать предел изменения частоты «20к-200к», зафиксировать выбор долговременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить требуемую частоту вращением регуляторов «Coarse»(грубо) и «Fine»(точно). Текущее значение частоты отображается в центре дисплея.

4.6 Если режим генератора установлен верно, то его дисплей будет выглядеть следующим образом:

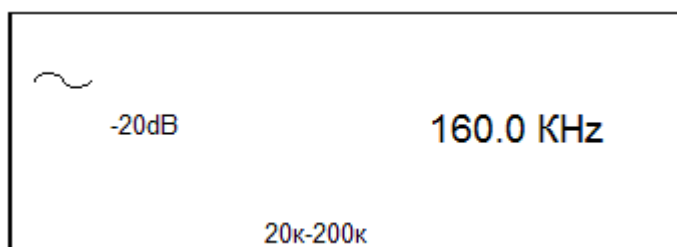


Рисунок 2. Экран генератора.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

4.7 Настроить систему связанных контуров в резонанс.

4.7.1 Установить переключатели S1 и S2 в разомкнутое положение.

4.7.2 Установить минимальную связь между контурами  $M=M_{\min}$ .

4.7.3 Аккуратным вращением ротора конденсатора C1 добиться максимального напряжения на первичном контуре по показаниям прибора P1.

4.7.4 Аккуратным вращением ротора конденсатора C2 добиться максимального напряжения на вторичном контуре по показаниям прибора P3.

4.7.5 Произвести корректировку настройки (первоначально емкостью C1, а затем емкостью C2).

**Внимание!!! После завершения настройки системы в резонанс регуляторы емкости не трогать. Если настройка системы случайным образом была нарушена, то необходимо произвести повторную настройку.**

4.8 Снять зависимость тока первичного контура от коэффициента связи при отсутствии дополнительного шунтирующего сопротивления. Для этого подстыковать входные концы прибора P2 к клеммам "P2a", переключатели S1 и S2 перевести в разомкнутое состояние. Регулятор коэффициента связи перемещать по условной шкале чисел. Результаты измерений занести в соответствующую колонку таблицы 1.

4.9 Исследовать зависимость тока вторичного контура от коэффициента связи при тех же условиях, что и в пункте 4.8. Для этого перестыковать входные концы прибора P2 к клеммам "P2б". Результаты измерений занести в соответствующую колонку таблицы 1.

4.10 Снять зависимость тока первичного контура от коэффициента связи при подключении дополнительного шунтирующего сопротивления. Для этого подстыковать входные концы прибора P2 к клеммам "P2a", переключатели S1 и S2 перевести в замкнутое состояние. Регулятор коэффициента связи перемещать по условной шкале чисел. Результаты измерений занести в соответствующую колонку таблицы 1.

4.11 Исследовать зависимость тока вторичного контура от коэффициента связи при тех же условиях, что и в пункте 4.10. Для этого перестыковать входные концы прибора P2 к клеммам “P2б”. Результаты измерений занести в соответствующую колонку таблицы 1.

Таблица 1

Установить $F=160\text{кГц}$ настроить систему на $160\text{кГц}$ при $M=M_{\min}$ , поддерживая $E_T=1\text{В}=\text{const}$	Показания приборов в режиме							
	$R_{ш1}=\infty, R_{ш2}=\infty$				$R_{ш1}=\infty, R_{ш2}=R_2$			
	Прибор P2а		Прибор P2б		Прибор P2а		Прибор P2б	
	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.
	0,1 мА/дел	10 мА	0,1 мА/дел	10 мА	0,1 мА/дел	10 мА	0,1 мА/дел	10 мА
M	$\alpha_{P2a}$	$I_{к1}$	$\alpha_{P2б}$	$I_{к2}$	$\alpha'_{P2a}$	$I'_{к1}$	$\alpha'_{P2б}$	$I'_{к2}$
усл. ед.	дел.	мА	дел.	мА	дел.	мА	дел.	мА
1								
2								
3								
4								
5								
5,5								
6								
6,5								
7								
7,5								
8								
8,5								
9								
9,5								
10								

4.12 Исследовать зависимость напряжения на первичном и на вторичном контуре от частоты.

4.12.1 Установить минимальную связь между контурами ( $M=M_{\min}$ ).

4.12.2 Переключатели S1 и S2 перевести в замкнутое состояние.

4.12.3 Меняя частоту генератора в соответствии с таблицей 2 снять зависимость напряжения на первичном контуре от частоты. Результаты занести в таблицу 2.

4.12.4 Установить связь между контурами  $M=4,5$ .

4.12.5 Меняя частоту генератора в соответствии с таблицей 2 снять зависимость напряжения на вторичном контуре от частоты. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2

Во всех режимах $E_r=1V=const$		Показания приборов в режиме				Примечание	
		$R_{ш1}=\infty, R_{ш2}=\infty,$ $M=4,5$		$R_{ш1}=\infty, R_{ш2}=\infty,$ $M=4,5$			
		Прибор P1		Приор P3			
		Ц/д	Ном.	Ц/д	Ном.		
		0,01 В/дел	1 В	0,01 В/дел	1 В		
$f_r$	$\Delta f_r$	$\alpha_{P1}$	$U_{к1}$	$\alpha_{P3}$	$U_{к3}$	Частоты ниже резонансной	
кГц	кГц	дел.	В	дел.	В		
	-6						
	-5						
	-4						
	-3						
	-2						
	-1,5						
	-1						
	-0,5						
	0						Рез.
	+0,5						Частоты выше резонансной
	+1						
	+1,5						
	+2						
	+3						
	+4						
	+5						
	+6						

4.13 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

### **5. Контрольные вопросы.**

5.1 Почему ток первичного контура при увеличении коэффициента связи падает?

5.2 Как зависит ток вторичного контура от коэффициента связи?

5.3 Как КПД системы связанных контуров от степени связи?

5.4 Как влияет добротность системы связанных контуров на зависимость тока первичного и вторичного контуров от степени связи?

5.5 Для чего необходима коррекция настройки связанных контуров?



# Лабораторная работа №5

## “Исследование параметров и характеристик связанных контуров”

### 1. Цель работы.

Изучить работу связанных контуров. Снять резонансные характеристики напряжения вторичного контура при различных коэффициентах связи. Определить полосы пропускания и частоты связи.

### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

### 3. Исследуемая схема.

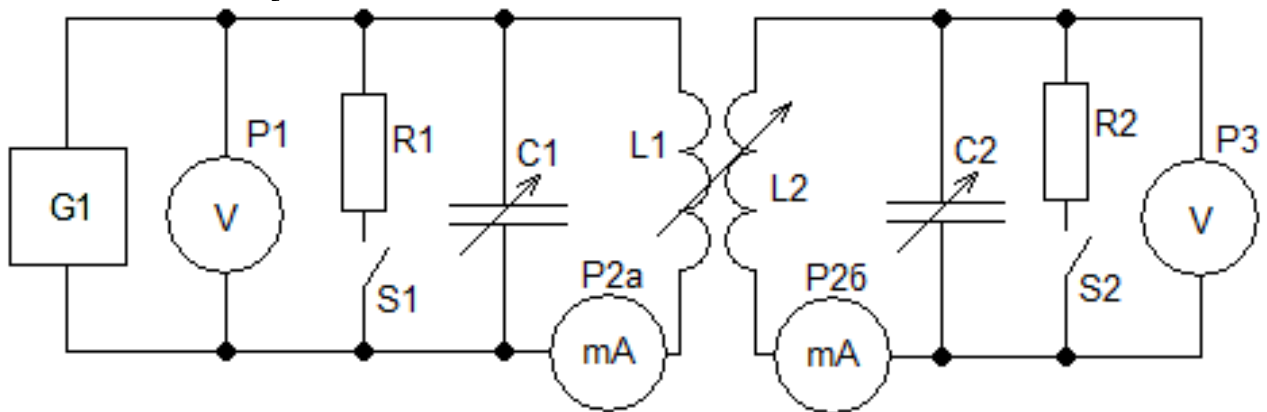


Рисунок 1. Схема исследования настройки и коэффициента связи связанных контуров.

### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.5 Установить частоту выходного сигнала генератора 160кГц.

Для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» выбрать вверху экрана пункт меню «Rang», и зафиксировать выбор кратковременным нажатием на переключатель «Rotate to select».

– в появившемся подменю внизу экрана выбрать предел изменения частоты «20к-200к», зафиксировать выбор долговременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить требуемую частоту вращением регуляторов «Coarse»(грубо) и «Fine»(точно). Текущее значение частоты отображается в центре дисплея.

4.6 Если режим генератора установлен верно, то его дисплей будет выглядеть следующим образом:

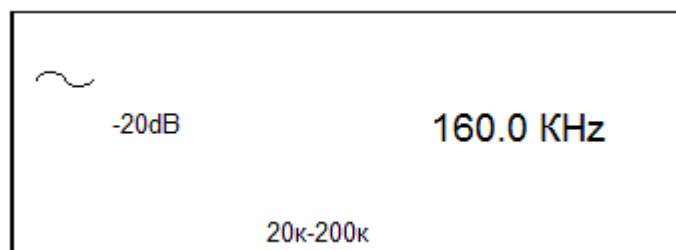


Рисунок 2. Экран генератора.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

4.7 Настроить систему связанных контуров в резонанс.

4.7.1 Установить переключатели S1 и S2 в разомкнутое положение.

4.7.2 Установить минимальную связь между контурами  $M=M_{\min}$ .

4.7.3 Аккуратным вращением ротора конденсатора C1 добиться максимального напряжения на первичном контуре по показаниям прибора P1.

4.7.4 Аккуратным вращением ротора конденсатора C2 добиться максимального напряжения на вторичном контуре по показаниям прибора P3.

4.7.5 Произвести корректировку настройки (первоначально емкостью C1, а затем емкостью C2).

**Внимание!!! После завершения настройки системы в резонанс регуляторы емкости не трогать. Если настройка системы случайным образом была нарушена, то необходимо произвести повторную настройку.**

4.8 Установить связь между контурами  $M=5,5$ .

4.9 Изменяя частоту генератора в соответствии с таблицей 1 снять зависимость напряжения на вторичном контуре (прибор P3) от частоты входного сигнала.

4.10 Установить связь между контурами  $M=M_{\text{кр}}$ . Для этого необходимо добиться максимальных показаний прибора P3.

4.11 Повторить задание пункта 4.9.

4.12 Установить связь между контурами  $M=8$ .

4.13 Повторить задание пункта 4.9.

4.14 Установить связь между контурами  $M=8,5$ .

4.15 Повторить задание пункта 4.9.

4.16 Установить связь между контурами  $M=8$ , а переключатель S2 перевести в замкнутое состояние.

4.17 Повторить задание пункта 4.9.

4.18 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

Таблица 1

Номинал P3=1В, во всех режимах Rш1=∞ EГ=const		Отсчитать по прибору P3 (0,5 В/дел) в режиме										Примечание
		Rш2=∞ M=5,5		Rш2=∞ M=M <sub>кр</sub>		Rш2=∞ M=8		Rш2=∞ M=8,5		Rш2=50 кОм M=8		
fr	Δfr	U <sub>к2</sub>		U <sub>к2</sub> '		U <sub>к2</sub> ''		U <sub>к2</sub> '''		U <sub>к2</sub> ''''		Частоты ниже резонансной
кГц	кГц	дел	В	дел	В	дел	В	дел	В	дел	В	
	-5,5											Частоты выше резонансной
	-5											
	-4,5											
	-4											
	-3,5											
	-3											
	-2,5											
	-2											
	-1,5											
	-1											
	-0,5											
	0											
	+0,5											
	+1											
	+1,5											
	+2											
	+2,5											
	+3											
	+3,5											
	+4											
	+4,5											
	+5											
	+5,5											

## **5. Контрольные вопросы.**

- 5.1 Как зависит напряжение на вторичном контуре от степени связи между контурами?
- 5.2 Поясните механизм формирования двугорбой характеристики?
- 5.3 При каких условиях связь между контурами называют критической?
- 5.4 Как влияет добротность системы связанных контуров на величину коэффициента критической связи?
- 5.5 Как определяется полоса пропускания связанных контуров при сильной связи?

## Лабораторная работа №6

### «Исследование фильтров нижних и верхних частот типа «К»»

#### 1. Цель работы.

Изучить работу и способы построения Г-, Т-, и П-образных фильтров нижних и верхних частот. Снять амплитудно-частотные характеристики фильтров. Определить полосы прозрачности, непрозрачности и частоты среза.

#### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

#### 3. Исследуемая схема.

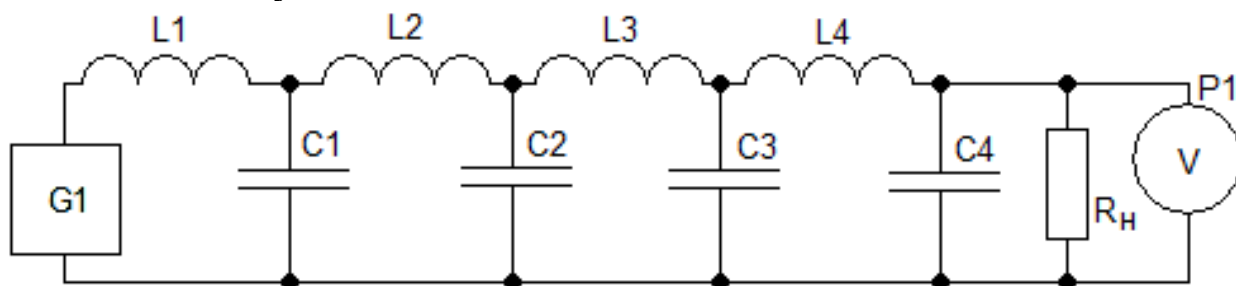


Рисунок 1. Фильтр нижних частот (ФНЧ) типа «К»

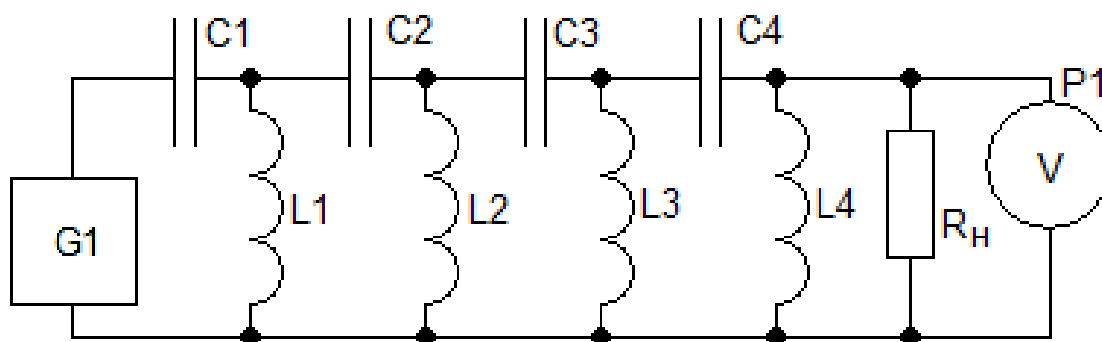


Рисунок 2. Фильтр верхних частот (ФВЧ) типа «К»

#### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

4.7 Снять зависимость напряжения на выходе ФНЧ от частоты входного сигнала задавая частоту указанную в таблице 1. Результаты измерений занести в соответствующую строку таблицы 1.

4.8 Собрать схему изображенную на рисунке 2.

4.9 Повторить задание пункта 4.7 для ФВЧ.

4.10 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

Таблица 1

Частота входного сигнала	Напряжение на выходе		Частота входного сигнала	Напряжение на выходе	
	ФВЧ	ФНЧ		ФВЧ	ФНЧ
кГц	мВ	мВ	кГц	мВ	мВ
100			182		
120			184		
130			186		
135			188		
140			190		
142			192		
144			194		
146			196		
148			198		
150			200		
152			202		
154			204		
156			206		
158			208		
160			210		
162			212		
164			214		
166			216		
168			218		
170			220		
172			230		
174			240		
176			260		
178			280		
180			300		



## **5. Контрольные вопросы.**

- 5.1 В чем различие между ФНЧ и ФВЧ?
- 5.2 Какие достоинства имеют Т- и П-образных звеньев по сравнению с Г-образными вы знаете?
- 5.3 Как работает фильтр верхних частот?
- 5.4 Как работает фильтр нижних частот?

## Лабораторная работа №7

### “Исследование полосовых и заградительных фильтров”

#### 1. Цель работы.

Изучить работу и способы построения полосовых и заградительных фильтров. Снять амплитудно-частотные характеристики фильтров. Определить полосы прозрачности, непрозрачности и частоты среза.

#### 2. Оборудование.

- лабораторный стенд
- генератор

#### 3. Исследуемая схема.

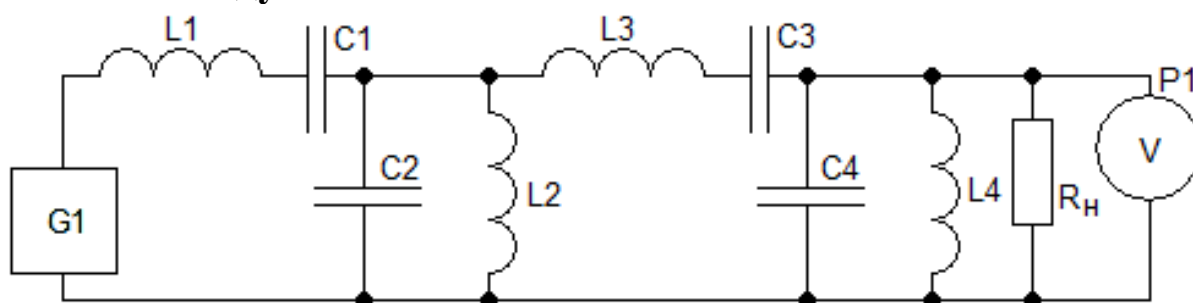


Рисунок 1. Полосовой фильтр

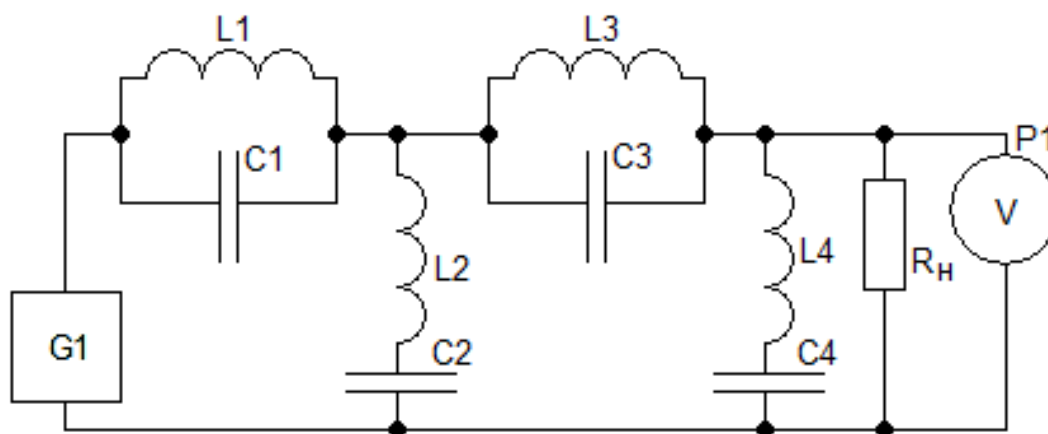


Рисунок 2. Заградительный (режекторный) фильтр

#### 4. Порядок выполнения работы.

4.1 Собрать исследуемую схему согласно рисунка.

4.2 Включить тумблер сетевого питания генератора FG-515.

4.3 Установить гармоническую форму выходного воздействия генератора, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «func» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся на экране слева подменю, выбрать пункт « $\sim$ » и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

4.4 Установить амплитуду выходного сигнала генератора 1В, для этого:

– вращением переключателя «Rotate to select» вверху экрана выбрать пункт меню «ATTN» и зафиксировать выбор кратковременным нажатием переключателя «Rotate to select».

– в появившемся подменю экрана, слева, выбрать пункт «-20dB» и зафиксировать выбор продолжительным нажатием переключателя «Rotate to select».

– установить регулятор «Amplitude» в крайнее правое положение.

4.6 Собрать схему изображенную на рисунке 1.

4.7 Снять зависимость напряжения на выходе полосового фильтра от частоты входного сигнала задавая частоту указанную в таблице 1. Результаты измерений занести в соответствующую строку таблицы 1.

4.8 Собрать схему изображенную на рисунке 2.

4.9 Повторить задание пункта 4.7 для заградительного (режекторного) фильтра.

4.10 Предъявить результаты преподавателю для проверки. Выключить генератор. Разобрать схему соединений. Прибрать рабочее место и сдать его преподавателю (лаборанту).

Таблица 1

Частота входного сигнала	Напряжение на выходе		Частота входного сигнала	Напряжение на выходе	
	ПФ	ЗФ		ПФ	ЗФ
кГц	мВ	мВ	кГц	мВ	мВ
100			182		
120			184		
130			186		
135			188		
140			190		
142			192		
144			194		
146			196		
148			198		
150			200		
152			202		
154			204		
156			206		
158			208		
160			210		
162			212		
164			214		
166			216		
168			218		
170			220		
172			230		
174			240		
176			260		
178			280		
180			300		

## **5. Контрольные вопросы.**

- 5.1 В чем различие между ПФ и ЗФ?
- 5.2 Как выглядит передаточная ?
- 5.3 Как работает фильтр верхних частот?
- 5.4 Как работает фильтр нижних частот?

## **Рекомендуемая литература**

- 1 Белоцерковский Г.Б. Основы радиотехники и антенны, Ч.1. -М.: Советское радио, 1983.
- 2 Калашников А.М., Степук Я.В. Колебательные системы. - М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1972.
- 3 Дубровский В.А., Гордеев В.А. Радиотехника и антенны. - М.: Радио и связь, 1992.
- 4 Румянцев К.Е., Землянухин П.А., Окорочков А.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: АСАДЕМА, 2005.
- 5 Белоцерковский Г.Б. Сборник задач и упражнений по курсу ОРТ и антенны. - М.: Советское радио, 1986.