

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДИНОЧНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОНТУРОВ

Руководство к лабораторной работе № 6,7 по дисциплине
«Теория электрических цепей»
для студентов радиотехнического факультета
всех специальностей

Разработчики:
доцент кафедры ТОР
И.В. Мельникова
доцент кафедры ТОР
К.Ю.Дубовик

Томск 2013

Мельникова И.В., Дубовик К.Ю.

Исследование одиночных колебательных контуров: Руководство к лабораторным работам по курсу «Основы теории цепей» для студентов радиотехнического факультета всех специальностей – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2008. – 35 с.

Изложены цель, необходимые сведения по теории, домашние задания, методические указания, примеры контрольных вопросов для защиты. Работа предназначена для студентов радиотехнического факультета всех форм обучения всех специальностей, изучающих дисциплины «Основы теории цепей» и «Теория линейных электрических цепей».

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	5
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА»	10
2.1. Цель работы	10
2.2. Домашнее задание	10
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА»	12
3.1. Цель работы	12
3.2. Домашнее задание	12
3.3. Лабораторное задание	13
3.4. Указания к работе	14
3.5. Обработка данных эксперимента.....	15
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	16
5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	19

ВВЕДЕНИЕ

Исследование частотных характеристик последовательного и параллельного колебательных контуров выполняется на панели «Основы теории цепей 1». Идеи лабораторных работ, выполняемых на панели «Основы теории цепей 1», и сама панель разработаны доцентами Гришко В.Н. и Голевым Б.Ф.

Значения параметров последовательного контура (L, R_0) , параллельного контура (L, P_L, R_0) и их резонансные частоты f_p приведены в таблице 2.1.

В процессе подготовки и выполнения лабораторных работ должны быть усвоены основные понятия резонансных цепей: добротность, характеристическое и резонансное сопротивление, сопротивление потерь, резонансная частота, резонансные характеристики, резонанс напряжений, резонанс токов, «контур настроен», «контур расстроен», абсолютная, относительная и обобщенная расстройки, полное и частичное включение параллельного контура.

Работы по одиночным контурам формируют практические навыки снятия резонансных частотных характеристик, умение оценить влияние входных комплексных сопротивлений подключаемых измерительных приборов на значения резонансной частоты f_p и добротности Q , а также влияние внутренних сопротивлений генераторов сигналов на добротность и полосу пропускания контуров.

Так как информация легче воспринимается и усваивается в сравнении, теоретическая часть по последовательному и параллельному контурам, а так же вопросы по защите обеих лабораторных работ являются общими.

1. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Катушка индуктивности и конденсатор, включенные последовательно с источником сигнала или генератором, образуют последовательный контур, а включенные параллельно генератору, образуют параллельный контур. На рисунке 1.1 показаны принципиальные схемы контуров.

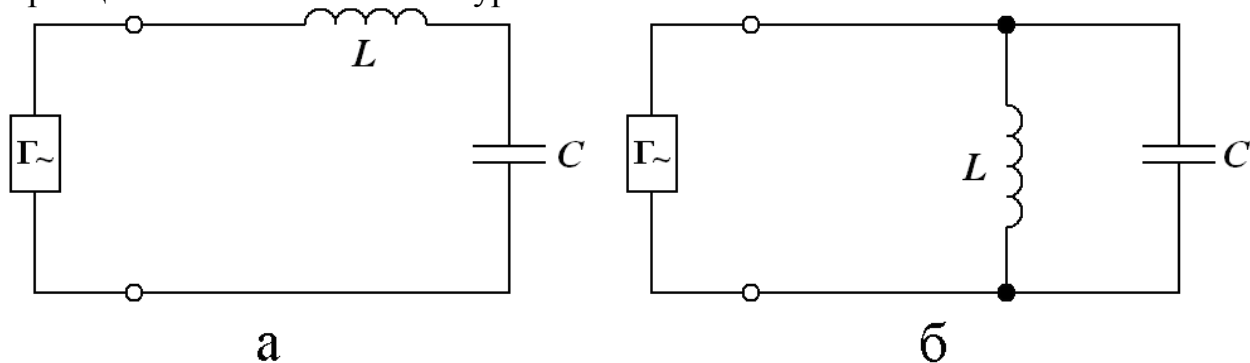


Рисунок 1.1 - Принципиальные схемы контуров.

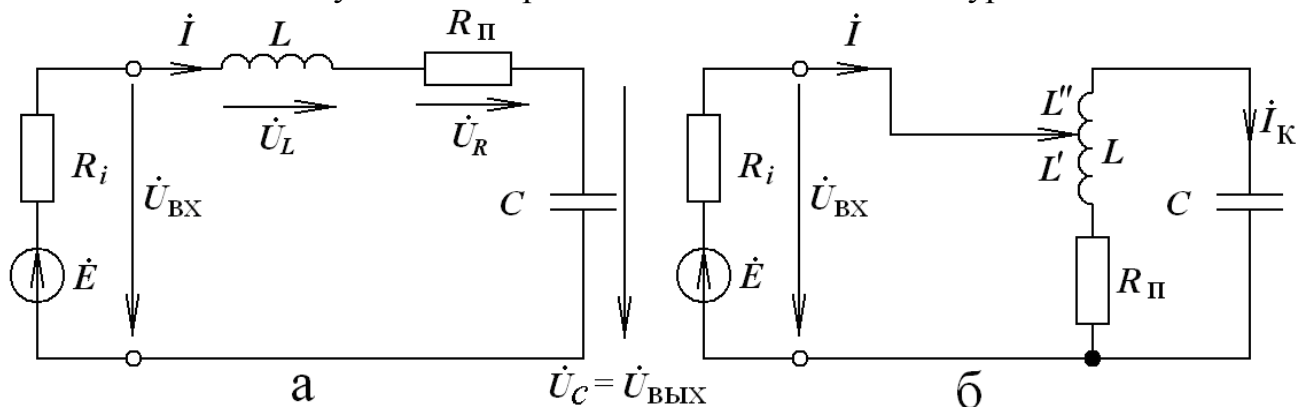


Рисунок 1.2 - Эквивалентные схемы контуров.

Сопротивление контура R_{Π} (рис.1.2) символизирует суммарные потери в катушке индуктивности, конденсаторе, соединительных проводах, потери на излучение и др.

Параллельный контур может подключаться к генератору как простой (рис.1.1б) или как сложный (рис 1.2б), что соответствует полному или частичному включению.

Для исключения влияния внутреннего сопротивления R_i генератора сигнала на характеристики контуров необходимо, чтобы последовательный контур питался от идеального источника э.д.с., а параллельный от идеального источника тока. Но так как это реализовать невозможно, следует обеспечить условия:

$$R_{i1} \ll R_p \quad \text{последовательного контура,}$$

$$R_{i2} \gg R_p \quad \text{параллельного контура.}$$

Для обоих контуров резонансная частота определяется из условия фазового резонанса

$$x_{BX}(\omega_P) = 0$$

и равна

$$\omega_P = 2\pi \cdot f_P = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad (1.1)$$

причем в последовательном контуре независимо от его сопротивления потерь, а в параллельном только при условии

$$R_{II} \ll \rho.$$

Резонансные сопротивления, определяемые условиями

$$Z_{BX}(\omega_P) = R_{BX}(\omega_P) = R_P, \text{ для последовательного контура}$$

$$R_P = R_{II},$$

для параллельного контура с любым включением при условии

$$R_{II} \ll \rho$$

$$R_P = \frac{|x_{1p}|^2}{R_{II}} = \frac{|x_{2p}|^2}{R_{II}}, \quad (1.2)$$

где $|x_{1p}| = |x_{2p}|$ - реактивное сопротивление любой ветви параллельного контура на резонансной частоте.

Из выражения (1.2) следует, что сопротивления простого и сложного параллельных контуров отличаются

$$R_{Pcl} = p^2 R_{Pnp},$$

где p - коэффициент включения реактивностей.

В общем случае

$$p = \frac{x_{OTD}}{x_{\Sigma}},$$

где - сопротивление того же характера, что и x_{OTD} ;

x_{Σ} применительно к сложному контуру II вида (рис.1.2б)

$$\rho = \frac{L'}{L} = \frac{L'}{L' + L''}.$$

Для всех контуров характеристическое сопротивление ρ и добротность Q определяются соотношениями

$$\rho = \omega_P L = \frac{1}{\omega_P C} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{x_L |x_C|}, \quad (1.3)$$

$$Q = \frac{\rho}{R_{\Pi}} = \frac{f_P}{2\Delta f_{\Pi}}, \quad (1.4)$$

где $2\Delta f_{\Pi}$ - полоса пропускания контура, определяемая на уровне $1/\sqrt{2}$ от максимального значения АЧХ.

Резонанс в последовательном контуре (см.рис.1.2а) называется резонансом **н а п р я ж е н и й**, так как

$$U_{CP} = QU_{BX}, \quad U_{LP} = QU_{BX};$$

резонанс в параллельном контуре (см. рис.1.2.б) называется резонансом **т о к о в**, так как в простом контуре

$$I_K = QI.$$

АЧХ обоих контуров удобно выразить через обобщенную расстройку

$$\xi = \frac{x}{R_{\Pi}} = Q \left(\frac{\omega}{\omega_P} - \frac{\omega_P}{\omega} \right);$$

в области частот, близких к резонансным, можно пользоваться

упрощенным выражением
$$\xi \cong Q \frac{2\Delta\omega}{\omega_P}.$$

В последовательном контуре АЧХ тока и в параллельном контуре АЧХ Z_{BX} выражаются одинаково

$$\frac{I(\omega)}{I_D} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}, \quad \frac{Z(\omega)}{R_P} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}. \quad (1.5)$$

Шунтирующее действие генератора сигнала изменяет добротность параллельного контура, а, следовательно, и полосу пропускания (см. выражение (1.4)).

$$Q_3 = \frac{Q}{1 + \frac{R_P}{R_i}}, \quad (1.6)$$

где R_P - резонансное сопротивление простого или сложного контура.

На резонансной частоте для любого вида контуров справедлива схема замещения рис 1.3. Из сопоставления с рис.1.2 видно, что

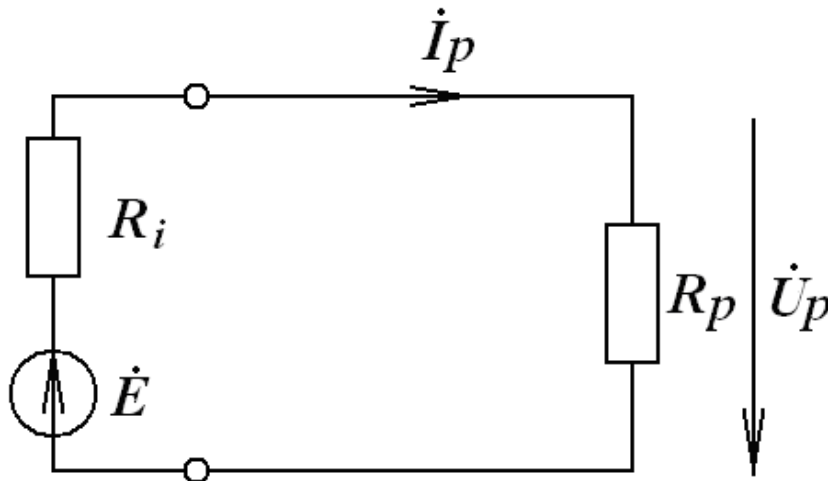


Рисунок 1.3 – Схема замещения на резонансной частоте.

для последовательного контура

$$R_P = R_{\Pi}, \quad \dot{U}_P = \dot{U}_{BX} = \dot{U}_{RP};$$

для параллельных контуров

$$R_P = R_{P_{\Pi\Pi}} \quad \text{или} \quad R_{P_{\text{СЛ}}}, \quad \dot{U}_P = \dot{U}_{\text{ВЫХ}P};$$

$$\dot{U}_P = \dot{I}_P R_P = \frac{\dot{E} R_P}{R_i + R_P}.$$

В сложном параллельном контуре, кроме основного резонанса токов на частоте f_P (выражение (1.1)), имеет место последовательный резонанс (или резонанс напряжений) в ветви $L''C$ (рис.1.2б)

$$f_{PH} = f_{P_{\text{ПОСЛ}}} > f_{PT}.$$

Значение резонансных частот токов и напряжений в сложном контуре жёстко связаны через коэффициент включения P_L

$$\left(\frac{f_{PT}}{f_{PH}} \right)^2 = 1 - P_L.$$

При расстройке ($f \neq f_{PH}$ в последовательном контуре и $f \neq f_{PT}$ в параллельном контуре) входное сопротивление каждого контура носит комплексный характер (рис.1.4), причем характер реактивного сопротивления у последовательного и простого параллельного контуров всегда противоположный.

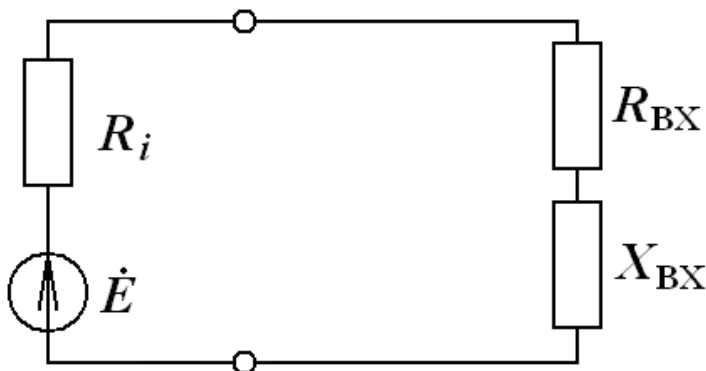


Рисунок 1.4 – Схема замещения контуров при расстройке.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА»

2.1. Цель работы

Исследование основных соотношений на резонансной частоте в последовательном колебательном контуре.

Снятие частотных характеристик и определение параметров контура.

Исследование влияния внутреннего сопротивления генератора на добротность, полосу пропускания и частотные характеристики контура.

2.2. Домашнее задание

Исходные данные: значения резонансной частоты контура f_p , индуктивности контура L и сопротивление потерь контура на постоянном токе R_0 взять из таблицы 2.1; величину входного напряжения U_{BX} (рис. 1.2а) принять равной 1В; сопротивление потерь контура на резонансной частоте принять равным $R_{II} = kR_0$, где $k=1,7-1,8$ – коэффициент, учитывающий рост сопротивления потерь при увеличении частоты.

Таблица 2.1

Параметры колебательных контуров на панели «Линейные цепи»

№ панели	кГц	мГн		Ом	$P_L = \frac{L_2'}{L_2}$
	f_p	L	L_2	R_0	
1	5.78	30	95	2.5	0.25

Вычислить:

- 1) величину емкости C конденсатора контура;
- 2) характеристическое сопротивление ρ ;
- 3) добротность контура Q ;
- 4) полосу пропускания контура $2\Delta f_{II}$;
- 5) резонансное значение тока в контуре I_p ;
- 6) резонансное значение напряжения на емкости U_{CP} ;
- 7) добротность Q_1 , полосу $2\Delta f_{II}$ и напряжение на емкости U_{CP1} с дополнительным сопротивлением $R1=100\text{Ом}$, включенным последовательно (рис.2.1);

8) Q_2 , $2\Delta f_{П2}$, U_{CP2} с дополнительным сопротивлением $R_2=20\text{Ом}$, включенным последовательно.

Изобразить:

1) качественный характер АЧХ коэффициента передачи по напряжению (рис. 1.2а) для трех значений дополнительных сопротивлений ($R_1=10\text{Ом}$, $R_2=20\text{Ом}$, $R_3=50\text{Ом}$) на общем графике с соблюдением относительного масштаба; указать значение $|K|$ для частот $f = 0$, $f = f_p$ и $f \rightarrow \infty$.

2) качественный характер АЧХ входного сопротивления контура (рис. 1.2а) для трех значений дополнительных сопротивлений ($R_1=10\text{Ом}$, $R_2=20\text{Ом}$, $R_3=50\text{Ом}$) на общем графике с соблюдением относительного масштаба; указать значение $|Z_{BX}|$ для частот $f = 0$, $f = f_p$ и $f \rightarrow \infty$.

2.3. Лабораторное задание

Снять АЧХ и ФЧХ Z_L , Z_C , $Z_{вх}$ и коэффициента передачи последовательного контура:

1) снять три частотные характеристики для частот $U_C(f)$ для разных значений сопротивления потерь контура, ($R=0$, $R_1=10\text{Ом}$, $R_2=20\text{Ом}$;

2) вычислить нормированные частотные характеристики

$\frac{U_C}{U_{CP}}(f)$ для разных значений сопротивления потерь контура;

3) снять три частотные характеристики входного сопротивления для разных значений сопротивления потерь контура, ($R=0$, $R_1=10\text{Ом}$, $R_2=20\text{Ом}$).

2.5. Обработка данных эксперимента

1) полосы пропускания на основе экспериментальных АЧХ и полученные в процессе расчета для соответствующих дополнительных сопротивлений свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

Дополнительные сопротивления, Ом	$2\Delta f_{П}$, кГц	$2\Delta f_{П}$, кГц
	эксперимент	расчет
$R = 0$		
$R_2=10$		
$R_1=20$		

2) вычислить добротность контура при разных значениях сопротивлений потерь по отношению напряжений и по полосе пропускания контура, сравнить их между собой и с расчетными значениями, результаты свести в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Дополнительное сопротивление, Ом	Q расчет	Q exper. по отнош. напряжений	Q эксперимент по ППЦ
$R = 0$			
$R_2 = 10$			
$R_1 = 20$			

3) на основе зависимостей $Z_{BX}(f)$ при разных R определить примерное значение потерь в контуре;

4) определить знак и величину смещения резонансной частоты для экспериментальных зависимостей $Z_{BX}(f)$ по сравнению с зависимостями $U_C(f)$ и дать соответствующее пояснение;

5) сделать общее заключение по работе.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА»

3.1. Цель работы

Исследование основных соотношений на резонансной частоте в параллельном колебательном контуре.

Снятие частотных характеристик контура при полном и частичном включении.

Исследование влияния внутреннего сопротивления генератора на добротность, полосу пропускания, коэффициент передачи напряжения и частотные характеристики параллельных контуров.

3.2. Домашнее задание

Исходные данные: значения $f_{рт}$ – резонансной частоты токов, индуктивности L_2 , сопротивления потерь R_0 и коэффициента включения

P_L взять из табл.2.1; величину напряжения источника $\dot{E} = \dot{U}_{xx}$ (рис.1.2б) принять равной 1 В; сопротивление потерь контура на резонансной

частоте принять равным $R=k \cdot R_0$, где $k=1.7-1.8$ – коэффициент, учитывающий рост сопротивления потерь при увеличении частоты.

Рассчитать для простого контура:

1) добротность контура Q , резонансное сопротивление R_p и полосу пропускания $2\Delta f_{П}$ без учета влияния внутреннего сопротивления генератора;

2) эквивалентную добротность $Q_{Э1}$ и полосу пропускания $2\Delta f_{П1}$ с учетом внутреннего сопротивления генератора $R_{i1}=60,6\text{кОм}$ (рис.3.1а);

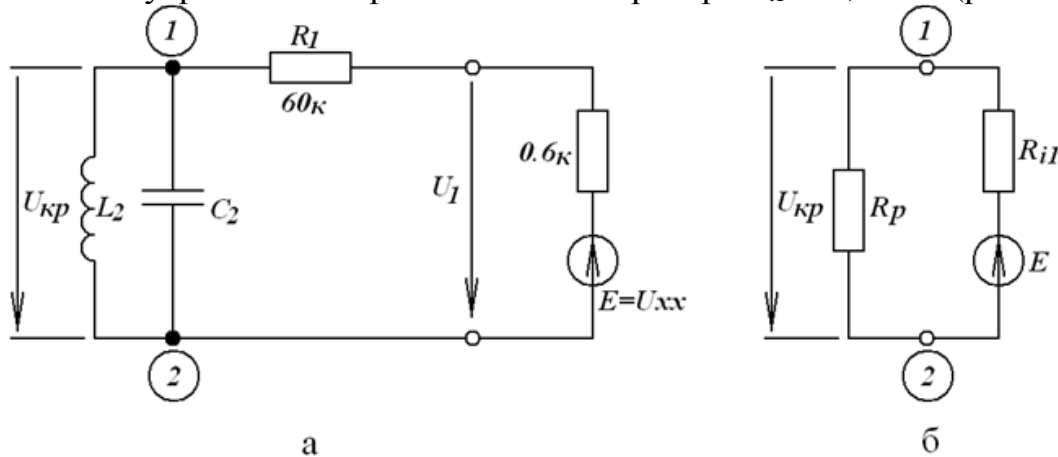


Рисунок 3.1 – Подключение параллельного колебательного контура к генератору и его эквивалентная схема на резонансе

3) $Q_{Э2}$, $2\Delta f_{П2}$ для $R_{i2}=6,6\text{кОм}$;

4) резонансное напряжение на контуре $U_{кр}$ при подключении его к генератору с внутренним сопротивлением $R_{i1}=60,6\text{кОм}$ и $R_{i2}=6,6\text{кОм}$ (рис.3.1б);

5) коэффициент передачи напряжения к контуру для заданных R_{i1} и R_{i2} .
$$K = \frac{U_{кр}}{E}$$

Рассчитать для сложного контура:

1) резонансное сопротивление $R_{p\text{сл}}$ (рис.1.2б);

2) $Q_{Э}$, $2\Delta f_{П}$ и $U_{кр}$ при подключении к генератору с внутренним сопротивлением $6,6\text{кОм}$;

3) коэффициент передачи напряжения к контуру от генератора с внутренним сопротивлением $6,6\text{кОм}$;

4) частоту последовательного резонанса $f_{p\text{ посл.}}$ (на рис.1.2б $L'+L''=L_{\Sigma}=L_2$).

3.3. Лабораторное задание

Исследовать частотные характеристики параллельного контура при полном и частичном включении:

- 1) снять нормированные ЧХ простого параллельного контура при двух различных значениях внутреннего сопротивления генератора сигнала;
- 2) снять нормированную частотную характеристику сложного параллельного контура, определить значение частоты резонанса напряжений.

3.4. Указания к работе

Схемы измерения и используемые приборы

Схемы параллельных контуров собираются на лабораторном стенде панели «Линейные цепи». Для схемы параллельного контура используются элементы C_2 и L_2 , расположенные в правой верхней части панели; катушка L_2 имеет отвод, который делит ее на части L'_2 и L''_2 , обеспечивая коэффициент включения $p_L \approx 0,25$.

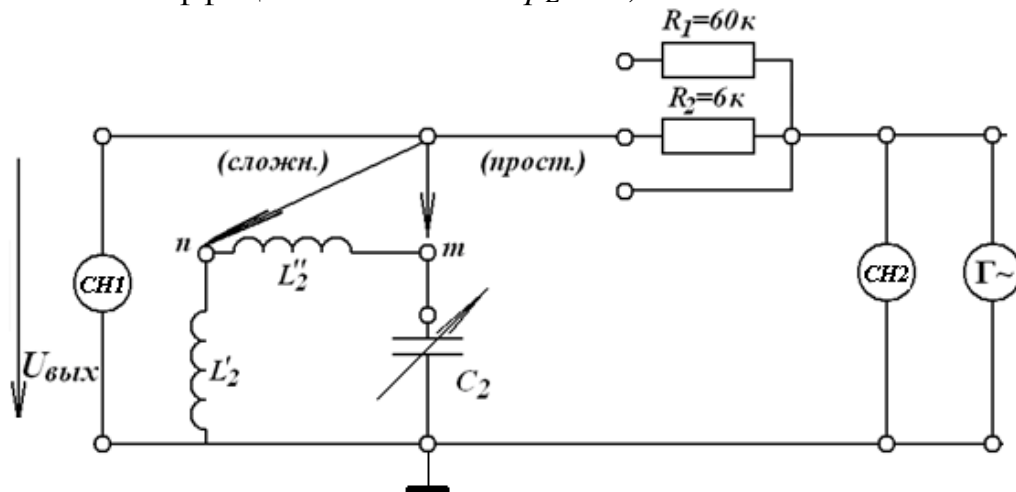


Рисунок 3.2 – Схема исследования входных характеристик параллельного контура.

Подключение измерительных приборов для исследования резонансных характеристик $Z_{вх}(f) \equiv U_{к}(f)$ показано на рис.3.2:

Порядок выполнения работы и указания:

- 1) подготовить к работе PCLab;
- 2) собрать схему рис.3.2 с $R_2=6кОм$ и полным включением контура (простой контур) (питание, CH2 и CH1 к точке m);
- 3) построить с помощью VodePlotter частотные характеристики простого параллельного контура
- б) зарисовать в масштабе нормированную частотную характеристику ($U_{к}/U_{кр}=1$), записать значения $f_{зр1}$ и $f_{зр2}$; ППЦ сравнить с расчетной;

- 7) записать показания каналов СН2 и СН1 на резонансной частоте;
- 8) измерить по СН1 значение $U_{xx}=E$ на частоте резонанса, отключив контур от генератора; сравнить E и показания СН1 из предыдущего пункта, результат объяснить (см. рис.3.1а);
- 9) повторить пункты 5)-7) для простого контура, подключенного к генератору сигнала через сопротивление $R_1=60\text{кОм}$, оба графика для простого контура совместить на общем рисунке;
- 10) повторить пункты 5)-7) для сложного контура, подключенного к генератору через сопротивление $R_2=6\text{кОм}$ (питание, В2 и индикатор к точке n);

ВНИМАНИЕ: резонансную частоту сложного контура не подстраивать с помощью конденсатора C_2 ; f_p сложного контура измерить, записать; объяснить смещение f_p сложного относительно f_p простого контура;

- 11) найти частоту резонанса напряжений и определить ее значение с помощью маркеров;

ПРИМЕЧАНИЕ: последовательный резонанс в сложном контуре выражен ярче при отсутствии дополнительного сопротивления R_1 или R_2 , т.к. при этом значительно увеличивается сигнал на входе КВО; однако и в этом случае сигнал для работы частотомера может оказаться слишком мал (закорачивающий эффект последовательного контура CL_2 на резонансе); тогда, зафиксировав луч в точке минимума (f_p посл.), надо временно отключить контур, при этом на входе частотомера будет напряжение, равное U_{xx} , достаточное для его работы.

3.5 Обработка данных эксперимента

- 1) вычислить значения коэффициентов передачи напряжения к простому и сложному контурам при R_1 и R_2 , сравнить с расчетными данными в виде таблицы; прокомментировать результаты сравнения;
- 2) по нормированным резонансным характеристикам определить полосы пропускания простого и сложного контуров; сравнить их с расчетными в виде таблицы; результаты прокомментировать;
- 3) сравнить резонансные частоты токов простого и сложного контуров, определить численное значение и знак ухода $f_{pT\text{ сл}}$ относительно $f_{pT\text{ пр}}$, объяснить расхождение данных эксперимента и теоретических значений f_{pT} .

4) по экспериментальным данным f_{pT} и f_{pH} сложного контура вычислить коэффициент включения P_L и сравнить с заданным (табл.2.1);

5) сделать общее заключение по работе.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

При защите работы умейте ответить на следующие вопросы:

1) поясните, из каких условий определяются резонансные частоты цепи и как записывается f_p для цепи из последовательного и параллельного соединения катушки индуктивности с потерями и конденсатора с пренебрежительно малыми потерями;

2) поясните, почему резонанс в последовательном контуре называется резонансом напряжений, а в простом параллельном резонансом токов;

3) поясните, как и почему осуществляется экспериментальная настройка на резонансную частоту в последовательном контуре, на резонансную частоту токов в параллельном контуре, на частоту последовательного резонанса в сложном параллельном контуре;

4) запишите, каковы резонансные сопротивления последовательного и параллельного контуров и как они зависят от добротности при неизменных значениях L и C ;

5) запишите, каковы резонансные сопротивления последовательного и параллельного контуров без потерь; изложите методику определения резонансных сопротивлений RLC - цепи;

6) поясните, почему частоту последовательного резонанса в сложном контуре определяют по минимуму напряжения на вольтметре, включенном параллельно контуру; что покажет на этой же частоте вольтметр, включенный параллельно емкости сложного контура с разделенными индуктивностями;

8) запишите коэффициент включения индуктивности и поясните, как он влияет на резонансное сопротивление контура;

9) установите связь между f_{pT} и f_{pH} в сложном контуре через коэффициент включения P_L ;

10) назовите, какие экспериментальные способы определения добротности Вы использовали в этой работе;

11) объясните, почему подключение источника сигнала с конечным внутренним сопротивлением R_i снижает добротность параллельного контура;

12) поясните, какой из параллельных контуров (простой или сложный) испытывает меньшее шунтирующее действие генератора сигнала и почему;

13) поясните, будет ли изменяться и почему напряжение на параллельном контуре с изменением частоты сигнала при питании его от идеального источника э.д.с.;

14) поясните методику снятия резонансных кривых

а) по точкам,

б) с помощью прибора VodePlotter;

15) изобразите зависимость резонансного напряжения на емкости

а) последовательного контура,

б) простого параллельного контура

при изменении сопротивления потерь;

16) сформулируйте, какие требования и почему предъявляются к генератору сигнала для питания

а) последовательного контура,

б) параллельного контура;

17) поясните, как отличаются значения входного сопротивления последовательного и простого параллельного контуров

а) на частоте резонанса,

б) по модулю $|Z|$ от частоты,

в) по характеру реактивных сопротивлений;

18) изобразите диаграммы реактивных сопротивлений $X(\omega)$ для реактивных двухполосников из последовательного и параллельного соединений индуктивности и емкости;

19) на входе настроенного последовательного контура напряжение 2 В, $Q=50$; вычислить напряжение на R_{II} ;

20) изобразите схему и графики $Z_{ex}(f)$ и $\varphi_{Z_{ex}}(f)$ для сложного параллельного контура

а) с разделенными индуктивностями,

б) с разделенными емкостями;

запишите выражения резонансных сопротивлений и резонансных частот через параметры контура;

21) изобразите схемы реактивных двухполосников, образованных из параллельных контуров 2-го и 3-го вида и постройте соответствующие диаграммы реактивных сопротивлений $X(\omega)$;

22) изобразите с соблюдением относительного масштаба графики напряжения $U_k(f)$ на простом контуре ($R_p=4\text{кОм}$) при питании от генератора с $R_{i1}=4\text{кОм}$ и $R_{i2}=16\text{кОм}$;

23) простой и сложный контуры (коэффициент включения 0,5) с одинаковыми параметрами L , C , R_n подключают поочередно к одному и тому же генератору ($R_i=R_{p\text{ np}}$); изобразите в одинаковом масштабе $U_k(f)$ обоих контуров;

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Попов В.П. Основы теории цепей.- М.: Высш.шк.,2005.-574с.(252 экз.)\$
2. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб: Лань,2009.-432с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=95\$
3. Мельникова И.В., Дубовик К.Ю. Теория электрических цепей: Учебное пособие к практическим занятиям / Под общей ред. Мельниковой И.В.- Томск. 2012.- 156 с. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1432>
4. Теория радиотехнических цепей/Н.В.Зернов, В.Г.Карпов.-М.:Энергия, 1972-787с.
5. Теория радиотехнических цепей/Н.В.Зернов, В.Г.Карпов.-Л..Энергия, 1965.-890с.
6. Теория линейных электрических цепей/Б.П.Афанасьев, О.Е.Гольдин, И.Г.Кляцкин, Г.Я.Пинес.-М..Высш.шк., 1973.-592с.

МЕТОДИКА СНЯТИЯ АЧХ ПО ТОЧКАМ

При снятии ЧХ по точкам с помощью вольтметров, фазометра и источника сигнала с перестраиваемой частотой сигнала надо оценить общий характер частотных зависимостей в исследуемом диапазоне без фиксации показаний приборов.

В тех цепях, где частотные характеристики носят монотонный характер, для построения ЧХ достаточно снять показания приборов для 5-6 значений частоты.

В резонансных цепях, где АЧХ имеют экстремумы, количество точек необходимо увеличить, при этом шаг по частоте можно выбрать неравномерный. Предварительный «просмотр» частотной зависимости позволяет оценить резонансные значения f_p и U_p и правильно выбрать частотный диапазон для измерения $f_{min} - f_{max}$ (рис.П1.1).

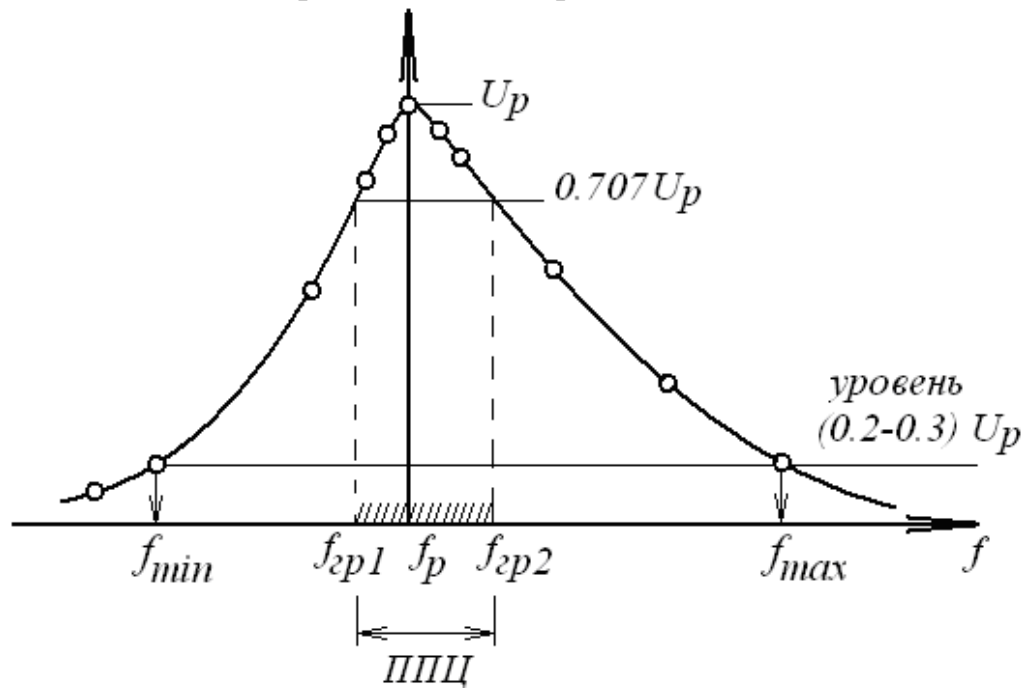


Рисунок П.1.

В области ППЦ следует снять не менее пяти точек, точку резонанса обязательно зафиксировать, частоту изменять в одну сторону, обычно от f_{min} к f_{max} .

При наличии нескольких резонансных точек на частотной зависимости все они должны быть обязательно зафиксированы (не пропустите резонансное значение «внутри» жестко выбранного шага на частоте!).

ВНИМАНИЕ: В процессе измерения входное напряжение поддерживать неизменным.