

Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана

**Методические указания
к лабораторным работам по курсу
«Основы теории цепей»**

Издание переработанное и дополненное

Кафедра РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Москва

2012 год

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ОДИНОЧНОМ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ РЕЗОНАНСНОМ КОНТУРЕ

Цель работы: исследование колебательных процессов в одиночном параллельном резонансном контуре, измерение резонансных кривых и определение параметров контура.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят лабораторный макет «Колебательные контуры», осциллограф АСК-1022, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112, вольтметр ВЗ-38А и источник питания.

Схема макета «Колебательные контуры» приведена на рис. 1. На этом макете можно исследовать работу одиночных параллельного и последовательного контуров, а также системы из двух связанных контуров. Связь между контурами магнитная и определяется расстоянием между катушками контуров, которое изменяется при вращении ручки на правой боковой панели макета и определяется по указателю в верхней части макета. В данной работе связь между контурами должна быть сведена к минимуму, т. е. катушки контуров должны быть разведены на максимальное расстояние. В этом случае резонансные кривые обоих контуров практически невозмущены, т. е. являются собственными резонансными кривыми одиночного контура. Исследуемый в данной работе параллельный контур образован соединением катушки индуктивности $L1$ и конденсатора $C2$. Номинальное значение индуктивности $L1 = 1700 \text{ мкГн}$; в диапазоне частот 100-300 кГц катушка ин-

дуктивности имеет сопротивление потерь 130 Ом. Конденсатор C2 является переменным ($C2 = 30 \dots 1000$ пФ), благодаря чему колебательный контур можно настроить на заданную резонансную частоту. Дополнительные потери в контур вносятся потенциометром R4 ($R4 = 0 \dots 470$ Ом), включаемым последовательно с L1. Кроме того, контур может быть шунтирован резистором $R2=10$ кОм. Исследуемые схемы собираются на макете с помощью перемычек. В состав макета входит вспомогательный усилитель с высоким выходным сопротивлением ($R_{\text{вых}} \approx 200$ кОм), выполняющий функцию генератора тока. Гармонический сигнал с выхода генератора ГЗ-112 подается на вход усилителя, исследуемый контур подключается к его выходу. Напряжения питания усилителя подаются на макет по кабелю от источника питания. Напряжение на контуре может быть измерено осциллографом АСК-1022 или вольтметром ВЗ-38А.

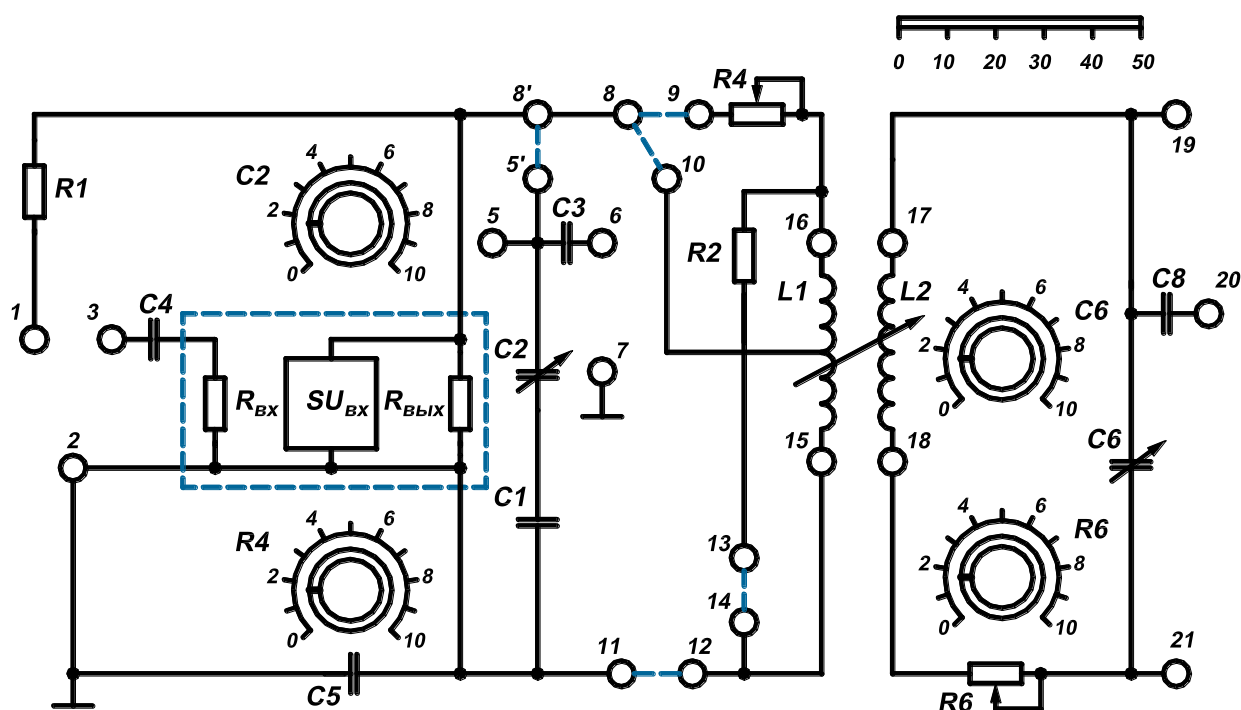


Рис. 1. Схема макета «Колебательные контуры»

Расчетная часть

Рассчитать и построить резонансные кривые параллельного контура для случаев:

- 1) полного включения индуктивности при нулевых дополнительных потерях ($R_4 = 0$);
- 2) полного включения индуктивности при увеличенных дополнительных потерях;
- 3) полного включения индуктивности при нулевых дополнительных потерях ($R_4 = 0$) и зашунтированном контуре;
- 4) половинного включения индуктивности при нулевых дополнительных потерях ($R_4 = 0$) без шунтирования контура.

Для каждого случая определить добротность, полосу пропускания, избирательность и резонансное сопротивление контура. Сравнить результаты расчетов с экспериментальными данными.

Задание и порядок выполнения работы

1. Начертить схему измерения резонансной кривой параллельного контура с указанием точек подключения измерительных приборов и их типов.

2. Измерить резонансную кривую контура при полном включении индуктивности, настроенного на резонансную частоту.

Контур включается в выходную цепь усилителя – генератора тока (замкнуть гнезда 11-12, 8'-5', 8-9) Установить $R_4=0$ (ручка потенциометра R_4 в крайнем левом положении). Подключить генератор ГЗ-112 к гнездам 2-3, осциллограф АСК-1022 (вольтметр ВЗ-38А) – к гнездам 6-

7. Катушки контуров развести на максимальное расстояние. Включить источник питания, установить напряжение питания 150 В.

Настроить контур на резонансную частоту f_p , указанную на макете. Установить на генераторе частоту f_p ; изменяя ёмкость конденсатора С2, добиться максимального напряжения на контуре. Далее при выполнении работы запрещается менять величину С2. Снять резонансную кривую: устанавливая частоту, измерять напряжение на контуре. Измерения проводить в таком диапазоне частот, при котором напряжение на контуре уменьшается не более чем в 10 раз по сравнению с напряжением на резонансной частоте.

3. Измерить резонансную кривую контура при полном включении индуктивности, настроенного на резонансную частоту, с увеличенными потерями (установить регулировкой потенциометра R4 сопротивление потерь, заданное преподавателем).

4. Измерить резонансную кривую контура при полном включении индуктивности, настроенного на резонансную частоту и шунтированного резистором.

Для шунтирования контура резистором R2 замкнуть гнезда 13-14. Ручку потенциометра R4 повернуть в крайнее левое положение.

5. Измерить резонансную кривую контура при половинном включении индуктивности и при неизменной ёмкости конденсатора, настроенного на резонансную частоту.

Обработка экспериментальных данных

По экспериментальным резонансным кривым определить резонансные сопротивления и сопротивления потерь контуров, их добротность, полосу пропускания и избирательность.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название и цель работы;
- 2) схемы проведения измерений с указанием типов измерительных приборов;
- 3) графики измеренных резонансных кривых;
- 4) результаты расчетов и обработки экспериментальных данных;
- 5) выводы по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В СВЯЗАННЫХ КОНТУРАХ

Цель работы: исследование воздействия гармонического колебания на систему связанных контуров; измерение резонансных кривых и определение параметров контуров при различной степени связи.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят лабораторный макет «Колебательные контуры» (рис. 1), осциллограф АСК-1022, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112 и источник питания.

В данной работе проводится исследование системы из двух связанных контуров. Первый контур образован соединением катушки индуктивности L_1 и конденсатора C_2 , второй - соединением катушки индуктивности L_2 и конденсатора C_6 . Номинальное значение индуктивностей $L_1 = L_2 = 1700$ мкГн, сопротивление потерь обеих катушек в диапазоне частот 100-300 кГц равно 130 Ом. Конденсаторы C_2 и C_6 яв-

ляются переменными ($C2 = 30 \dots 1000$ пФ), что позволяет настроить оба контура на заданную резонансную частоту. В обоих контурах можно вводить дополнительные потери с помощью потенциометров R4 и R6. Связь между контурами магнитная и определяется расстоянием между катушками контуров. Катушки обоих контуров расположены соосно. Катушка первого контура неподвижна, а катушка второго контура находится на ходовом винте и перемещается при его вращении (ручка на правой боковой панели макета). Расстояние между катушками определяется по указателю в верхней части макета. Первый колебательный контур является параллельным, поэтому гармонический сигнал с выхода генератора ГЗ-112 подается на вход усилителя – генератора тока, а первый контур подключается к его выходу (см. работу 1). Напряжения питания усилителя подаются на макет по кабелю от источника питания. Использование двухканального осциллографа АСК-1022 позволяет измерять резонансные характеристики обоих контуров одновременно.

Расчетная часть

Рассчитать и построить резонансные кривые для первого и второго контуров для различных коэффициентов связи:

- 1) $K \ll K_{кр}$;
- 2) $K = 0,49K_{кр}$;
- 3) $K = K_{кр}$;
- 4) $K = 2,42K_{кр}$.

Собственные резонансные частоты и добротности обоих контуров принять равными. Вычислить частоты, соответствующие экстремальным значениям тока первого и второго контуров, полосы пропускания и избирательность системы контуров для всех указанных коэф-

фициентов связи. Сравнить результаты расчетов с экспериментальными данными.

Задание и порядок выполнения работы

1. Начертить схему измерения резонансных кривых системы из двух контуров с магнитной связью с указанием точек подключения измерительных приборов и их типов.

2. Настроить оба контура на резонансную частоту f_p , указанную на макете.

Собрать схему первого контура и подключить его к выходу усилителя – генератора тока (замкнуть гнезда 5-8, 8'-9, 11-12). Схема второго контура на макете собрана. Ручки потенциометров R4 и R6 установить в крайнее левое положение ($R4 = R6 = 0$). Катушки контуров развести на максимальное расстояние.

Генератор ГЗ-112 подключить к гнездам 2-3. Канал А осциллографа АСК-1022 подключить к первому контуру (гнезда 6-7), канал В – ко второму контуру (гнезда 20-21). Включить источник питания. Установить на генераторе частоту f_p и режим синусоидального сигнала. Настроить в резонанс первый контур, изменяя емкость конденсатора C2. Регулируя выходное напряжение генератора, добиться того, чтобы напряжение на первом контуре было равно 3-5 В. Настроить в резонанс второй контур, изменяя емкость конденсатора C6. после этого подкорректировать настройку первого контура, а затем снова второго. Далее в процессе работы запрещается изменять C2 и C6.

3. Измерить резонансные кривые обоих контуров при минимальной связи ($K \ll K_{кр}$, катушки разведены на максимальное расстояние).

Частоту колебаний изменять в таком диапазоне, при котором напряжение на первом контуре уменьшается не более чем в 10 раз по сравнению с напряжением на резонансной частоте; амплитуду поддерживать постоянной. Устанавливая частоту, измерять напряжение на контуре. Снятые резонансные кривые первого и второго контуров нанести на разных графиках, на одном из которых далее будут строиться резонансные кривые первого контура, на другом – резонансные кривые второго контура.

4. Измерить резонансные кривые обоих контуров при слабой связи ($K = 0,49K_{кр}$), при которой появляется провал в резонансной кривой первого контура.

Установить частоту колебаний f_p ; уменьшая расстояние между катушками и контролируя напряжение на первом контуре (канал А осциллографа), зафиксировать расстояние, при котором напряжение на первом контуре начнёт уменьшаться. Далее снять резонансные кривые обоих контуров аналогично п. 3 задания.

5. Измерить резонансные кривые обоих контуров при критической связи ($K = K_{кр}$), при которой появляется провал в резонансной кривой второго контура на резонансной частоте.

Установить частоту колебаний f_p ; уменьшая расстояние между катушками и контролируя напряжение на втором контуре (канал В осциллографа), зафиксировать расстояние, при котором напряжение на втором контуре возрастает до максимального. Далее снять резонансные кривые обоих контуров аналогично п. 3 задания.

6. Измерить резонансные кривые обоих контуров при сильной связи ($K = 2,42K_{кр}$), при которой провал в резонансной кривой второго контура на резонансной частоте.

Установить частоту колебаний f_p , измерить напряжение на втором контуре при $K = K_{кр}$. Далее, контролируя напряжение на втором контуре (канал В осциллографа), уменьшать расстояние между катушками до тех пор, пока напряжение на втором контуре не станет равным 0,707 от максимальной величины, измеренной при $K = K_{кр}$. Далее снять резонансные кривые обоих контуров аналогично п. 3 задания.

Обработка экспериментальных данных

По экспериментальным резонансным кривым для всех величин связи определить частоты, соответствующие экстремальным значениям. Вычислить полосу пропускания и избирательность системы контуров.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название и цель работы;
- 2) схемы проведения измерений с указанием типов измерительных приборов;
- 3) графики измеренных резонансных кривых обоих контуров;
- 4) результаты расчетов и обработки экспериментальных данных;
- 5) выводы по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОДИНОЧНОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

Цель работы: исследование воздействия прямоугольного импульса на колебательный контур.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят лабораторный макет «Колебательные контуры» (рис. 1), осциллограф АСК-1022, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112, генератор импульсов Г5-63.

Исследуемый в данной работе последовательный контур образован соединением катушки индуктивности $L1$ и конденсатора $C2$. Так как контур последовательный, входное напряжение на него подается от внешнего генератора без использования усилителя – генератора тока (работы 1, 2). Наблюдение переходных процессов проводится в помощь осциллографа АСК-1022. Для первоначальной настройки контура в резонанс на контур подается синусоидальный сигнал с выхода генератора ГЗ-112. При исследовании переходных процессов к контуру подключается генератор импульсов Г5-63.

Расчетная часть

Рассчитать для контура критическое сопротивление $R_{кр}$, декремент затухания d , время переходного процесса $t_{уст}$, перенапряжение на ёмкости $U_{с макс}/U_0$. Параметры для контура взять из работ 1-2.

Задание и порядок выполнения работы

1. Начертить схему исследования переходных процессов в последовательном колебательном контуре с указанием точек подключения измерительных приборов и их типов.

2. Настроить последовательный контур на резонансную частоту f_p , указанную на макете.

Собрать схему последовательного контура (замкнуть гнезда 11-12, 5-8). Подключить генератор ГЗ-112 ко входу контура (гнезда 8'-16) и к каналу А осциллографа. Канал В осциллографа подключить параллельно ёмкости контура С2 (гнезда 14-5). При сборке схемы учесть, что с общим проводом схемы соединены гнезда 5 и 8.

Установить на генераторе частоту f_p и режим синусоидального сигнала. Настроить в резонанс первый контур, изменяя ёмкость конденсатора С2.

3. Исследовать переходной процесс для напряжения на ёмкости последовательного контура с полным включением индуктивности.

Вместо генератора ГЗ-112 подключить к схеме генератор импульсов Г5-63. Выходное напряжение Г5-63 подать на канал А осциллографа, канал В должен быть подключен к гнездам 14-5 (параллельно ёмкости контура). Выход синхроимпульсов генератора соединить коаксиальным кабелем со входом синхронизации осциллографа, перевести осциллограф в режим внешней синхронизации.

Установить на генераторе длительность импульсов, значительно превышающую время установления ($t_{и} \geq 10 t_{уст}$). Период повторения импульсов выбрать равным 10 - 20 $t_{и}$. Амплитуду сигнала на выходе Г5-63 подобрать такой, чтобы максимальное напряжение на ёмкости контура находилось в пределах 1-5 В. Зарисовать осциллограмму

напряжения на ёмкости контура с указанием цены деления по времени и напряжению. По осциллограмме определить частоту колебаний f , декремент затухания d , время переходного процесса $t_{уст}$, перенапряжение на ёмкости $U_{с\ макс}/U_0$. Вычислить добротность контура Q .

Изменить длительность импульса таким образом, чтобы выполнялось условие $t_{и} < t_{уст}$. Зарисовать осциллограмму в масштабе таком же, как в предыдущем случае.

4. Исследовать переходной процесс для напряжения на ёмкости последовательного контура с половинным включением индуктивности.

Подключить генератор импульсов Г5-63 к гнездам 10-8. Величину ёмкости $C2$ оставить прежней. Зарисовать осциллограмму переходного процесса в предыдущем масштабе; по осциллограмме определить частоту колебаний f' декремент затухания d' , время переходного процесса $t'_{уст}$, перенапряжение на ёмкости $U'_{с\ макс}/U_0$. Вычислить добротность контура Q' .

Обработка экспериментальных данных

Используя результаты измерений, вычислить внутреннее сопротивление генератора импульсов $R_{г}$ и сопротивление потерь в контуре $R_{к}$. Сравнить с параметрами контура, определёнными в работах 1, 2.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название и цель работы;
- 2) схемы проведения измерений с указанием типов измерительных приборов;

- 3) осциллограммы переходных процессов с указанием измеренных параметров;
- 4) результаты расчетов и обработки экспериментальных данных;
- 5) выводы по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРОВ ТИПА «К»

Цель работы: исследование прохождения гармонических сигналов через фильтры типа «К», измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров основных типов при различных сопротивлениях нагрузки.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят лабораторные макеты «Фильтры. Макет № 1» и «Фильтры. Макет № 2» (рис. 3), осциллограф АСК-1022, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112.

На макете «Фильтры. Макет № 1» с помощью перемычек могут быть собраны схемы фильтров верхних и нижних частот (ФНЧ и ФВЧ). Схема для реализации ФНЧ расположена в верхней части макета, схема для реализации ФВЧ – в нижней части. Т-звено ФНЧ и ФВЧ образуется при замыкании гнезд 4-5, 6-7; П-звено ФНЧ и ФВЧ образуется при замыкании гнезд 3-4, 7-8. Подключение различных сопротивлений нагрузки фильтров происходит при замыкании гнезд 9-10, 9-11 или 9-12.

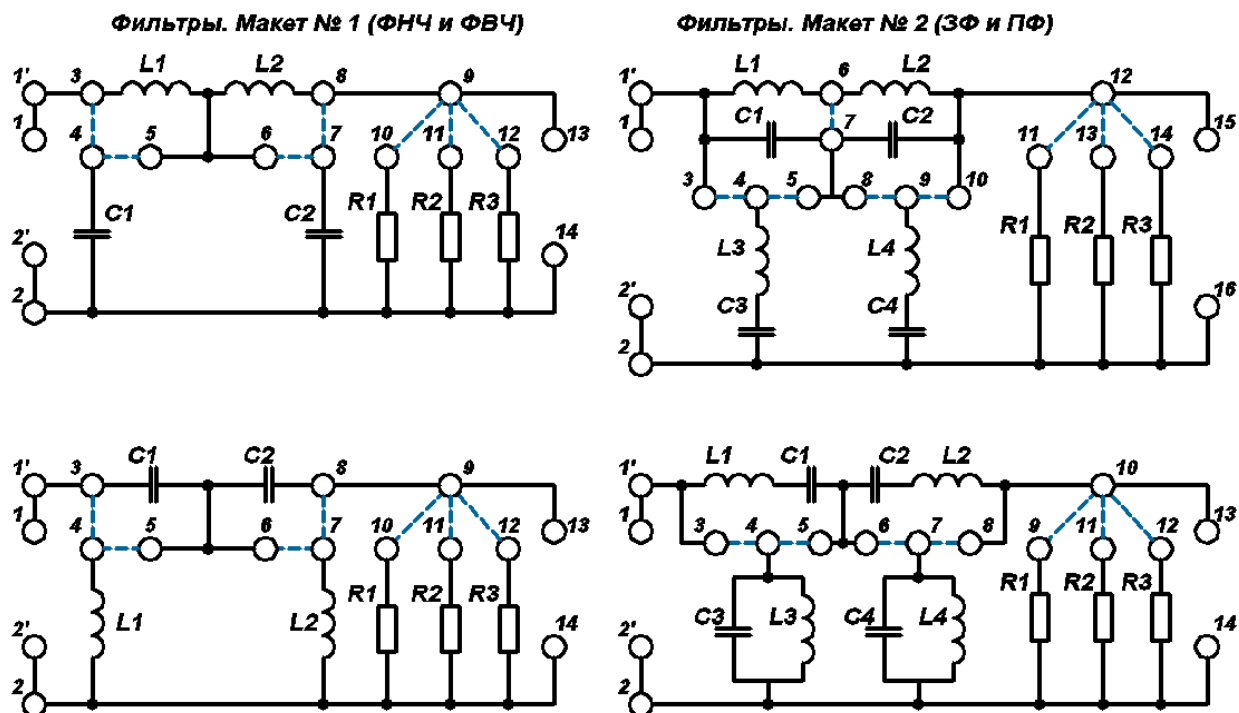


Рис. 2. Схемы макетов для исследования электрических фильтров

На макете «Фильтры. Макет № 2» собираются схемы полосовых и заградительных фильтров (ПФ и ЗФ). В верхней части макета расположена схема для реализации ЗФ, в нижней части - схема для реализации ПФ. Т-звено ПФ образуется при замыкании гнезд 4-5, 6-7, Т-звено ЗФ – при замыкании гнезд 4-5, 6-7, 8-9. П-звено ПФ образуется при замыкании гнезд 3-4 и 7-8, П-звено ЗФ – при замыкании гнезд 3-4 и 9-10. Различные сопротивления нагрузки ЗФ могут быть подключены замыканием гнезд 12-11, 12-13 или 12-подключение различных сопротивлений нагрузки ПФ просходит при замыкании гнезд 10-9, 10-11 или 10-12.

На обоих макетах входом фильтра являются гнезда 1-2, выходом являются гнезда 13-14 для ФНЧ, ФВЧ и ПФ и гнезда 15-16 для ЗФ. Номиналы элементов фильтров приведены на макетах. При измерении

АЧХ фильтров всех типов в качестве источника входного сигнала используется генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112. Для измерения входного и выходного напряжений используется двухканальный осциллограф АСК-1022.

Расчетная часть

1. Рассчитать частоты среза заданных фильтров.
2. Рассчитать и построить зависимость характеристического сопротивления от частоты для заданных фильтров. Расчет выполнить для диапазона частот 50 кГц – 2 МГц.
3. Рассчитать и построить теоретические АЧХ заданных фильтров при согласованной нагрузке для того же диапазона частот.

Задание и порядок выполнения работы

1. Начертить принципиальные схемы заданных фильтров; схему измерения АЧХ фильтров с указанием точек подключения измерительных приборов и их типов.
2. Собрать на макете схему заданного фильтра. Ко входу фильтра и к каналу А осциллографа подключить генератор ГЗ-112, к выходу фильтра подключить канал В осциллографа. Амплитуду входного напряжения установить равной 1 В. Перестраивая генератор по частоте в пределах 50 кГц – 2 МГц, снять зависимости выходного напряжения от частоты для трех возможных сопротивлений нагрузки. Амплитуду входного напряжения следует поддерживать постоянной. Построить АЧХ фильтра как зависимость выходного напряжения от частоты, про-

нормированную по входному напряжению. По описанной методике построить АЧХ для фильтров всех типов, заданных преподавателем.

Обработка экспериментальных данных

Перенести экспериментально полученные АЧХ исследованных фильтров на графики расчётных АЧХ. Сравнить расчётные и экспериментальные АЧХ.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название и цель работы;
- 2) схемы проведения измерений с указанием типов измерительных приборов; схемы исследуемых фильтров;
- 3) графики расчётных и экспериментальных АЧХ;
- 4) выводы по результатам работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ RC- И RL-ЦЕПЕЙ

Цель работы: исследование прохождения прямоугольного импульса через простые RC- и RL-цепи, экспериментальное исследование условий дифференцирования и интегрирования импульса.

Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят лабораторный макет «Дифференцирующие и интегрирующие цепи» (рис. 4), осциллограф АСК-1022, генератор импульсов Г5-63.

На макете могут быть собраны схемы дифференцирующих и интегрирующих RC- и RL-цепей с различными постоянными времени. Входной сигнал для любой исследуемой цепи с выхода генератора импульсов Г5-63 подается на гнезда 1-2 макета, а также на канал А осциллографа АСК-1022. Канал В осциллографа подключается к выходу исследуемой цепи.

Дифференцирующая RC-цепь состоит из резистора R1 и конденсатора C1, C2 или C3 (выбор конденсатора происходит при замыкании гнезд 01-5, 01-6, 01-7); выходное напряжение измеряется между гнездами 3-4. Дифференцирующая RL-цепь состоит из индуктивности L1 и резистора R2, R3 или R4 (выбор резистора происходит при замыкании гнезд 01-8, 01-9, 01-10), выходное напряжение измеряется между гнездами 11-12.

В состав интегрирующей RC-цепи входят резистор R5 и конденсатор C4, C5 или C6 (при замыкании гнезд 03-16, 03-17 или 03-18 соот-

ветственно). Для подачи в данную цепь напряжения с генератора Г5-63 следует также замкнуть гнезда 02-14. Выходное напряжение измеряется между гнездами 13-12. Интегрирующая RL-цепь состоит из индуктивности L2 и резистора R6, R7 или R8 (выбор резистора осуществляется замыканием гнезд 03-19, 03-20 или 03-21 соответственно). Также должны быть замкнуты гнезда 02-15. Выходное напряжение измеряется между гнездами 22-12.

Номиналы резисторов, конденсаторов и индуктивностей указаны на макете.

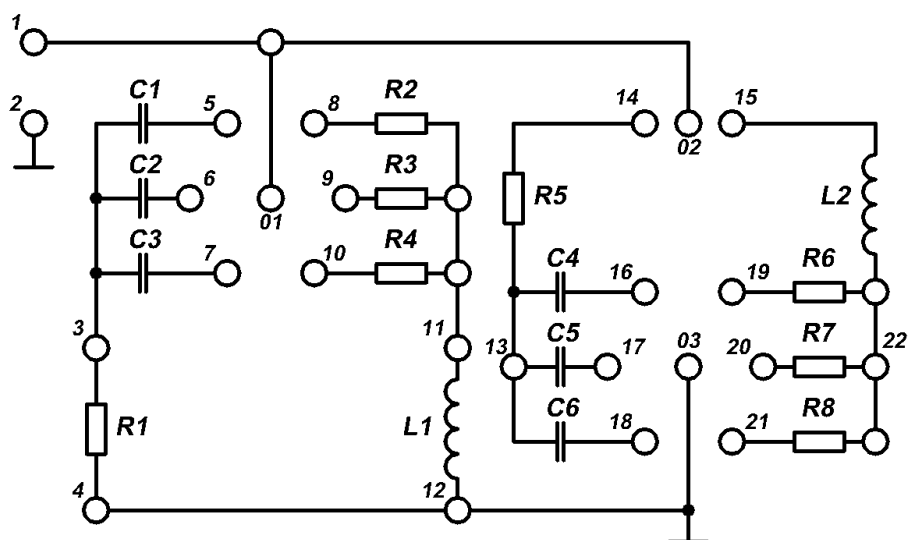


Рис. 3. Схема макета «Дифференцирующие и интегрирующие цепи»

Расчетная часть

Рассчитать постоянные времени для всех вариантов дифференцирующих и интегрирующих цепей. Номиналы резисторов, конденсаторов и индуктивностей указаны на макете.

Задание и порядок выполнения работы

1. Начертить схему исследования переходных процессов в дифференцирующих и интегрирующих цепях с указанием точек подключения измерительных приборов и их типов. Получить у преподавателя задание на исследование конкретных типов RC- и RL-цепей и далее исследовать работу заданных цепей по единой методике, изложенной ниже.

2. Исследовать изменение формы импульса на выходе заданной RC- или RL-цепи при изменении длительности входного прямоугольного импульса.

Собрать схему исследуемой цепи и подключить измерительные приборы в соответствии с описанием лабораторной установки.. Выбрать один из трёх вариантов заданной цепи (например со средним значением постоянной времени). Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжений при подаче на вход цепи импульса положительной полярности амплитудой 1 В для трёх значений длительности импульса:

1) длительность импульса на порядок меньше постоянной времени цепи ($t_{\text{и}} = 0,1 \tau_0$);

2) длительность импульса равна постоянной времени цепи ($t_{\text{и}} = \tau_0$);

3) длительность импульса на порядок больше постоянной времени цепи ($t_{\text{и}} = 10 \tau_0$).

Осциллограммы зарисовать в одинаковом масштабе для всех трёх случаев. Совместить осциллограммы входного и выходного импульсов для каждого варианта. Для всех случаев измерить по осциллограммам

длительность входного и выходного импульсов (по уровню 0, 1 от амплитудного значения).

3. Исследовать изменение формы выходного импульса исследуемой цепи при изменении ее постоянной времени.

Собрать исследуемую цепь с постоянной времени средней из трёх возможных вариантов t_{cp} . Подать на вход цепи импульс положительной полярности амплитудой 1 В и длительностью равной t_{cp} . Зарисовать осциллограммы входного и выходного напряжений при неизменной длительности импульса для трёх вариантов цепи:

1) $t = 0,1 t_{cp}$;

2) $t = t_{cp}$;

3) $t = 10 t_{cp}$.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) название и цель работы;
- 2) схемы проведения измерений с указанием типов измерительных приборов;
- 3) осциллограммы переходных процессов для всех исследованных цепей;
- 4) результаты расчетов;
- 4) выводы по результатам работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атабеков Г.И. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Специальная литература – СПб.: Лань, 2009.

Баскаков С.И. Лекции по теории цепей: Учебное пособие. Изд. 5-е – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

Бирюков В.Н., Попов В.П., Семенцов В.И. Сборник задач по теории цепей. Учебное пособие для студентов вузов спец. "Радиотехника". – М.: Высшая школа, 1985.

Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

Матханов П.Н. Основы синтеза линейных электрических цепей. Учебное пособие для радиотехнических и электротехнических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1987.

Попов В.П. Основы теории цепей. Учебник для вузов спец. "Радиотехника". – М.: Высшая школа, 2000.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1

Вынужденные колебания в одиночном параллельном резонансном контуре	3
---	---

Лабораторная работа № 2

Вынужденные колебания в связанных колебательных контурах.....	6
--	---

Лабораторная работа № 3

Переходные процессы в одиночном последовательном колебательном контуре	8
---	---

Лабораторная работа № 4

Исследование фильтров типа «К».....	10
-------------------------------------	----

Лабораторная работа № 5

Исследование RC- и RL-цепей.....	13
----------------------------------	----