

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра радиотехники и электродинамики

**Разработка методического обеспечения для выполнения лабораторной
работы "Изучение вынужденных колебаний в связанных RLC- контурах"**

наименование темы выпускной квалификационной работы

АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ


Студента 4 курса 4033 группы
направления 03.03.03 «Радиофизика»

института физики

Абдулкарема Ахмеда Хамеда Абдулкарема

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н.

 2.06.26
подпись, дата

П.В. Барков

Зав. кафедрой радиотехники
и электродинамики,
д.ф.-м.н., профессор

 2.06.26
подпись, дата

О.Е. Глухова

Саратов 2026

ВВЕДЕНИЕ

Связанные колебательные контуры являются одной из базовых схем радиотехники и электроники. Они широко применяются в частотно-избирательных устройствах — полосовых фильтрах, усилителях, системах передачи сигналов, антенных согласующих цепях. По сравнению с одиночным контуром система двух связанных контуров позволяет управлять формой резонансной кривой, расширять или сужать полосу пропускания, повышать избирательность и обеспечивать более крутые скаты амплитудно-частотной характеристики.

Целью данной работы является разработка полноценного методического обеспечения для лабораторной работы по изучению вынужденных колебаний в двух индуктивно связанных RLC-контурах. В рамках исследования решаются следующие задачи:

- систематизация теоретических сведений о связанных контурах (коэффициент связи, виды резонансов, вносимые сопротивления, полоса пропускания);
- разработка инструкции по выполнению компьютерного моделирования в среде LTspice для получения семейства резонансных кривых при различных значениях коэффициента связи;
- составление руководства по натурному эксперименту на лабораторном стенде, включая методику снятия частотных характеристик, определение критической связи и частот связи;
- формулировка контрольных вопросов для проверки понимания материала.

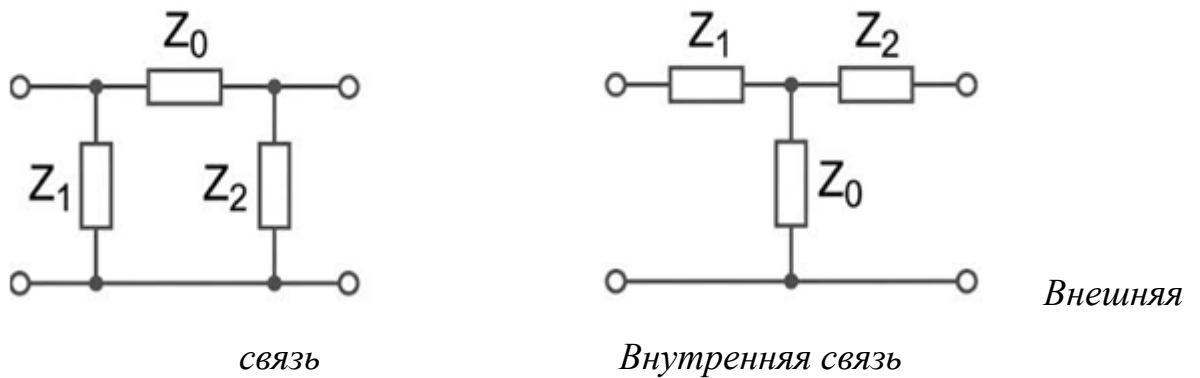
Объектом исследования являются два индуктивно связанных последовательных RLC-контура. Предметом исследования — их резонансные свойства, зависимость формы резонансных кривых от коэффициента связи и добротности.

Работа состоит из теоретической части, описания методик

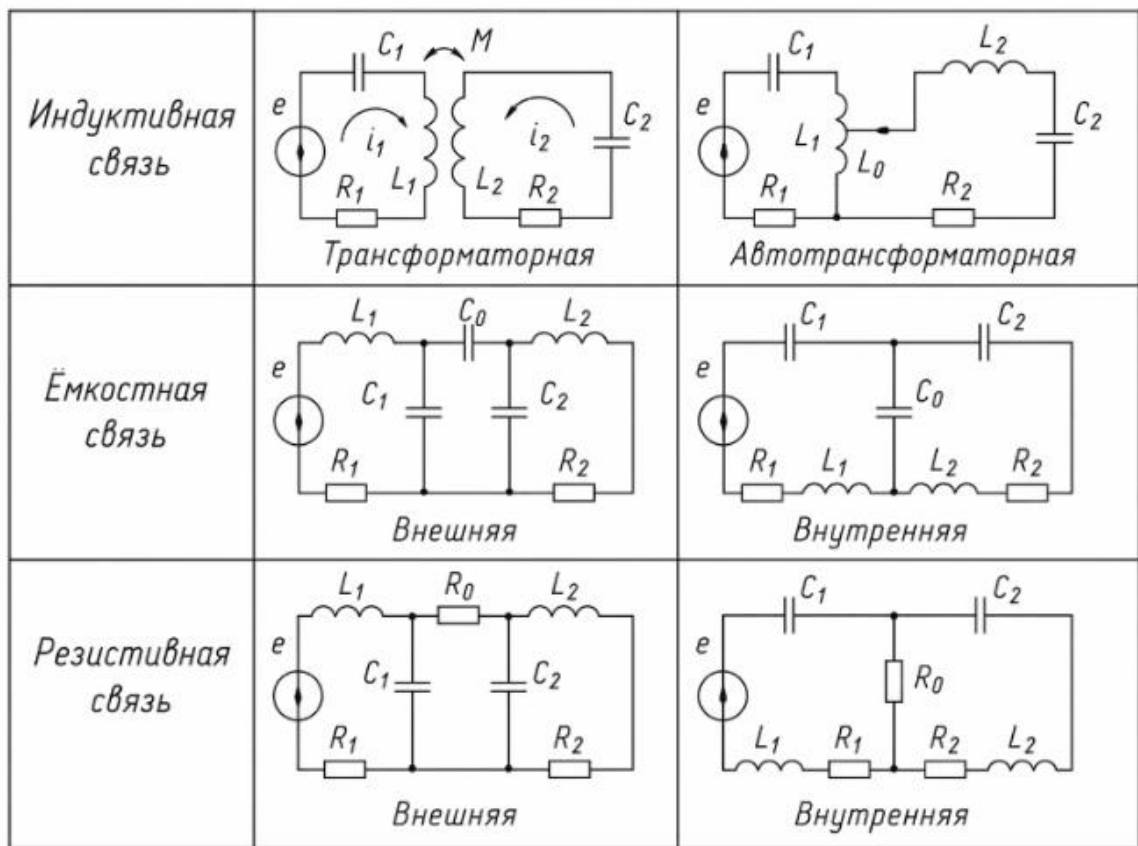
моделирования и эксперимента, а также анализа полученных результатов. Разработанное методическое обеспечение может быть использовано в учебном процессе при изучении курсов радиотехники, теории электрических цепей и радиофизики.

Краткие теоретические сведения

Различают три основных вида связи (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Виды связи колебательных контуров: а) обобщенные схемы связи; б) принципиальные схемы связанных контуров

Резонансные кривые контуров (рис. 2).

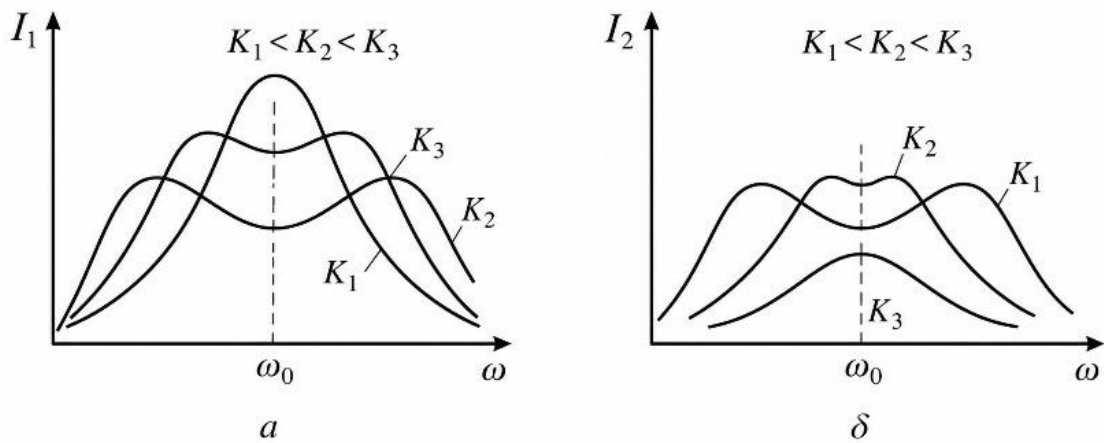


Рисунок 2 – Резонансные кривые связанных контуров: а) первичного; б) вторичного

Связанные колебательные контуры: резонансные кривые и частотные характеристики

Результаты моделирования в программе LTspice (рис. 3-4).

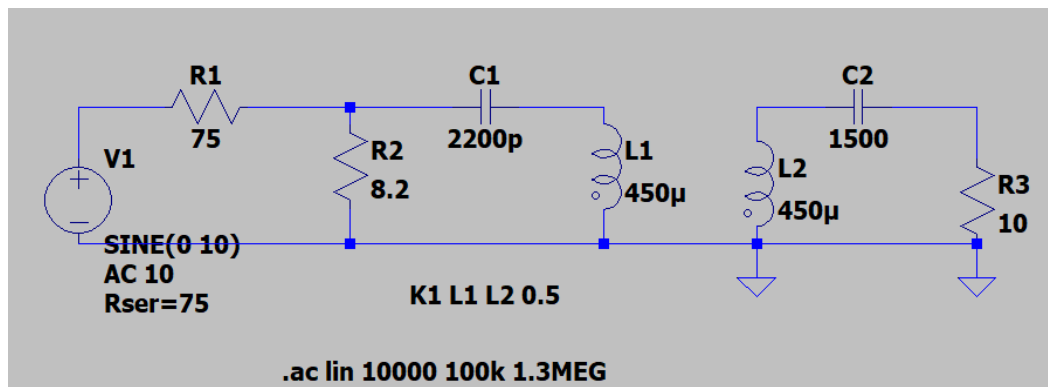


Рисунок 3 – Электрическая цепь связанных контуров

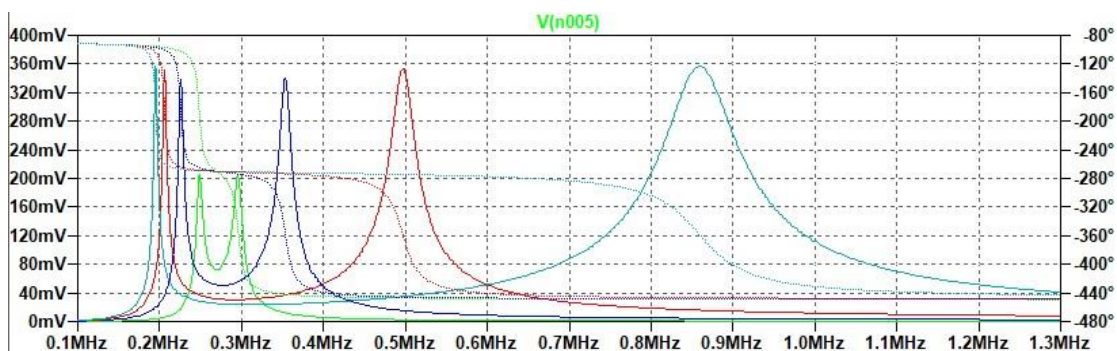


Рисунок 4 – Семейство резонансных кривых связанных колебательных контуров

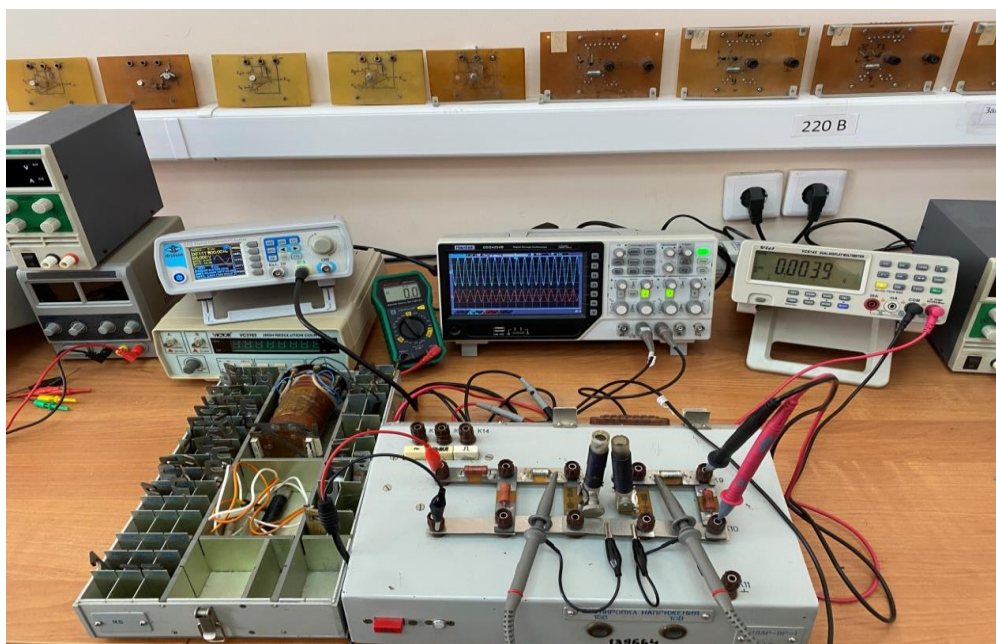
Выбор номиналов элементов согласно варианту работы из таблицы 1.

Таблица 1. Номиналы элементов согласно варианту работы

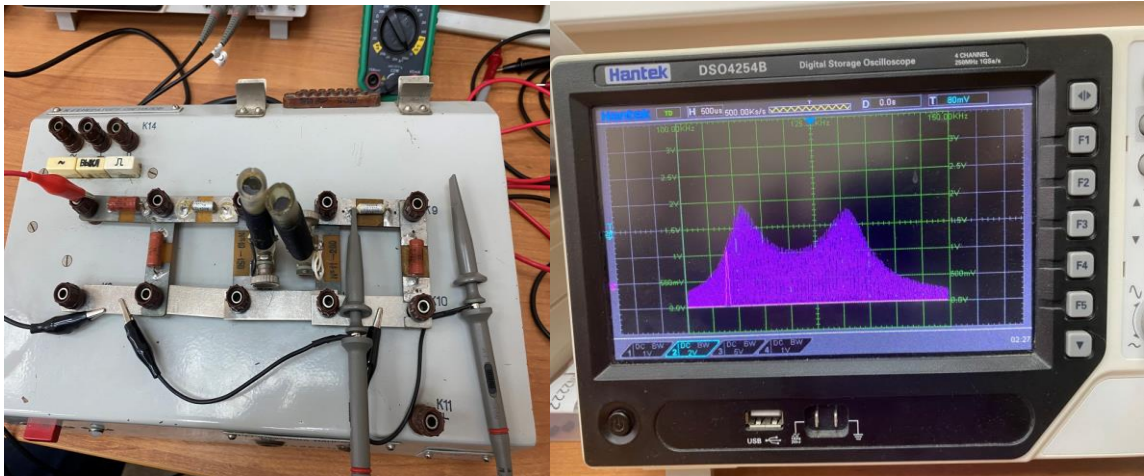
Задание	U_1 , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	C_1 , пФ	C_2 , пФ	L_1 , мкГн	L_2 , мкГн
1	10	75	8,2	10	2200	1500	450	450
2			10	8,2	1500	2200	450	450
3			13	20	1000	1500	450	450
4			20	13	1500	1000	450	450

Экспериментальная проверка работы

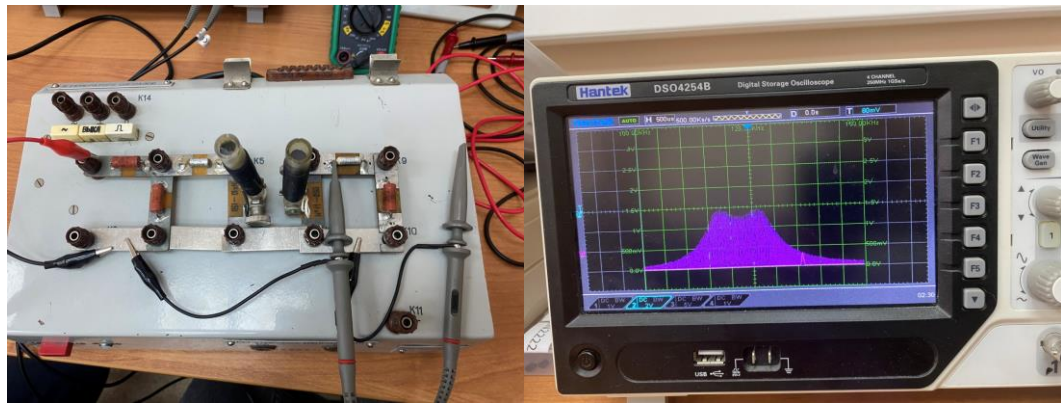
Исследование частотных характеристик в связанных LCR- контурах



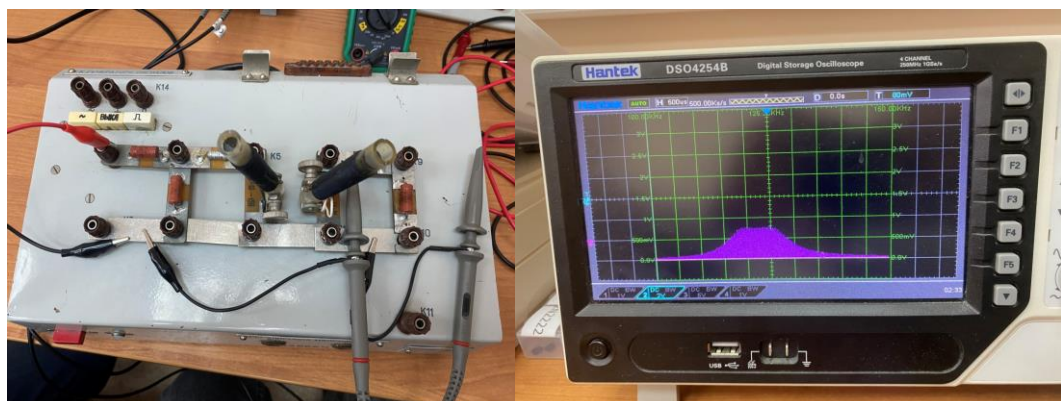
Исследование частотных характеристик в связанных LCR- контурах
(максимальная индуктивная связь между контурами)



Исследование частотных характеристик в связанных LCR- контурах
(«средняя» индуктивная связь между контурами)



Исследование частотных характеристик в связанных LCR- контурах
(минимальная индуктивная связь между контурами)



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы разработано методическое обеспечение для лабораторной работы «Изучение вынужденных колебаний в связанных RLC-контурах», включающее теоретическую базу, пошаговые инструкции для компьютерного моделирования и натурального эксперимента, а также задания для самостоятельного анализа результатов.

Систематизированы теоретические положения о связанных колебательных контурах: даны определения коэффициента связи, вносимых активного и реактивного сопротивлений, рассмотрены первый, второй частные, сложный и полный резонансы, показана зависимость частот связи от коэффициента связи и добротности.

Разработана методика моделирования в LTspice, позволяющая:

- построить резонансные кривые одиночного контура;
- создать семейство нормированных АЧХ для индуктивно связанных контуров при различных значениях коэффициента связи (от слабой до сильной связи);
- наглядно продемонстрировать переход от одnogорбой резонансной кривой к двугорбой при превышении критической связи;
- определить полосу пропускания и частоты связи.

Составлена подробная программа натурального эксперимента на универсальном лабораторном стенде, включающая:

- снятие резонансных кривых для одиночного контура и определение его добротности;
- экспериментальное определение коэффициента связи по напряжению на катушках;
- исследование первого частного, сложного и полного резонансов;
- построение резонансных кривых для случаев $K < K_{кр}$, $K = K_{кр}$ и $K > K_{кр}$;
- сравнение экспериментально полученных частот связи с расчётными значениями.

Подготовлены контрольные вопросы, охватывающие ключевые понятия темы: виды связи, коэффициент и критическая связь, способы настройки контуров, зависимость резонансных частот и полосы пропускания от связи, практическое применение связанных контуров.

Таким образом, созданное методическое обеспечение полностью охватывает теоретические, расчётные и экспериментальные аспекты изучаемой темы. Оно позволяет студентам не только освоить базовые принципы работы связанных колебательных систем, но и получить навыки работы как с современными средствами схемотехнического моделирования, так и с реальным измерительным оборудованием. Разработанные материалы могут быть непосредственно внедрены в учебный процесс по дисциплинам «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы радиоэлектроники» и «Теория электрических цепей».