Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова**»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | **Институт судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз)** | | | | | | | | | | | |  | | |
|  | (наименование высшей школы/ филиала/ института/ колледжа) | | | | | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | | | | | | | | |  | | |
| **ОТЧЕТ**  **о лабораторном практикуме** | | | | | | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | | | | | | | | |  | | |
| По дисциплине  Теоретические основы электротехники | | | | | | | | | | | | |  | | |
|  | | |
| На тему Исследование цепи синусоидального тока с индуктивно связанными | | | | | | | | | | | | |  | | |
| элементами | | | | | | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | Выполнил обучающийся: | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | Самсонов Павел Сергеевич | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | (ФИО) | | | | | | | |  | | |
|  |  | | | | Направление подготовки / специальность: | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | 27.03.04 Управление в технических системах | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | (код и наименование) | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | Курс: 2 | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | Группа: 521325 | | | | | | | |  | | |
|  | | | | |  | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | Руководитель: | | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | Коновалова Александра Игоревна | | | | | | | |  | | |
|  | | | | | (ФИО руководителя) | | | | | | | | | |  | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |  | | |
| Отметка о зачете | | |  |  | | | | |  |  | | | | |  | | | |
|  | | |  | (отметка прописью) | | | | |  | (дата) | | | | |  | | | |
| Руководитель | | |  |  | | | | |  | А.И. Коновалова | | | |  | | |
|  | | |  | (подпись руководителя) | | | | |  | (инициалы, фамилия) | | | |  | | |
|  |  |  | | | |  |  |  | | |  |  | | | |  | |
|  |  |  | | | |  |  |  | | |  |  | | | |  | |
|  |  |  | | | |  |  |  | | |  |  | | | |  | |
|  | Северодвинск 2025 | | | | | | | | | | | |  | | |

# 1 Выполнение лабораторной работы

## 1.1 Цель работы

Экспериментальное исследование цепи синусоидального тока, содержащей участки с индуктивно связанными элементами.

## 1.2 Расчёт параметров индуктивно связанных катушек

Для изучения параметров индуктивно связанных катушек была собрана цепь по схеме, представленной на рисунке 1.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Схема электрической цепи для определения параметров индуктивно связанных катушек

Экспериментальные данные первого опыта и их обработка представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Экспериментальные данные для определения параметров катушек

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| К выходу генератора подключена катушка | | | | К выходу генератора подключена катушка | | | |
| , В | , мА | , град | , В | , В | , мА | , град | , В |
| 6,40 | 43 | 45 | 1,33 | 6,45 | 104 | 32 | 3,20 |

Таблица 2 – Предварительные расчёты параметров катушек

|  |  |
| --- | --- |
| К выходу генератора подключена катушка | |
|  |  |
|  |  |

Окончание таблицы 2

|  |  |
| --- | --- |
| К выходу генератора подключена катушка | |
|  |  |
|  |  |

Как мы видим из предварительных расчётов, взаимное реактивное сопротивление почти совпало, как и должно было получиться.

## 1.3 Исследование цепи с последовательным соединением катушек

Для исследования цепи с последовательным соединением катушек соберем электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке 2.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Цепь с последовательным соединением катушек

Снятые во втором опыте данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментальные данные при последовательном соединении взаимоиндуктивных катушек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Согласное соединение катушек | | | | | Встречное соединение катушек | | | | |
| , В | , мА | , В | , В | , град | , В | , мА | , В | , В | , град |
| 6,4 | 25 | 4,3 | 2,1 | 51 | 6,4 | 36 | 4,7 | 1,9 | 25 |
|  | | | | |  | | | | |

Расчеты действующих значений напряжений при последовательном соединении катушек представлены в листинге 1.

Листинг 1 – Расчёты действующих значений напряжений при последовательном соединении катушек

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, документ

Автоматически созданное описание

Векторные диаграммы для согласного и встречного соединений представлены на рисунках 3 и 4.

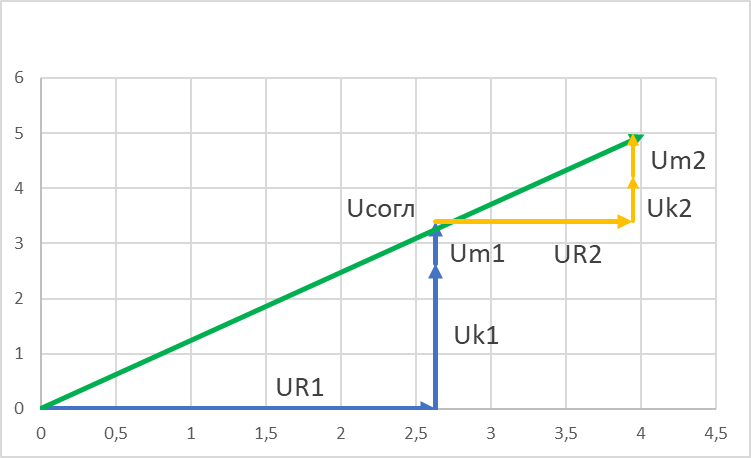


Рисунок 3 – Векторная диаграмма для согласного соединения

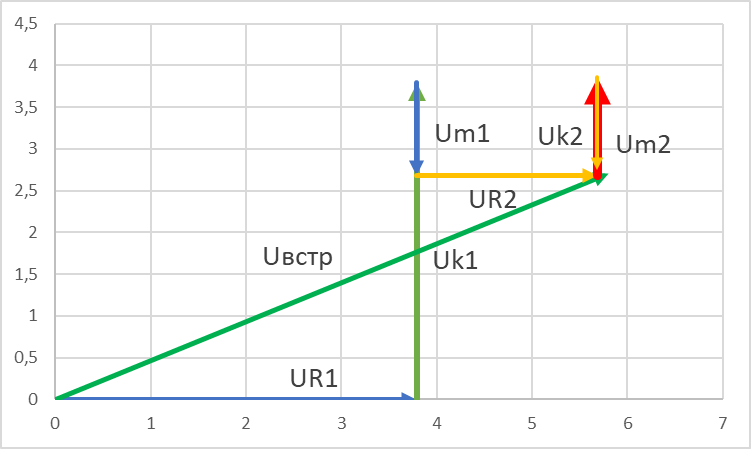


Рисунок 4 – Векторная диаграмма для встречного соединения

## 1.4 Исследование цепи с параллельным соединением катушек

Для исследования цепи с параллельным соединением катушек соберем электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке 5.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рисунок 5 – Цепь с параллельным соединением катушек

Снятые во втором опыте данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Экспериментальные данные при параллельном соединении взаимоиндуктивных катушек

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Согласное соединение катушек | | | | | Встречное соединение катушек | | | | |
| , В | , мА | , мА | , мА | , град | , В | , мА | , мА | , мА | , град |
| 6,3 | 117 | 35 | 85 | 45 | 6,4 | 170 | 56 | 114 | 20 |

Расчеты действующих значений напряжений при параллельном соединении катушек представлены в листинге 2.

Листинг 2 – Расчёты действующих значений напряжений при параллельном соединении катушек

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Токи на катушках были рассчитаны по законам Кирхгофа. Расчёты представлены в листинге 3.

Листинг 3 – Расчёты токов по законам Кирхгофа

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, документ

Автоматически созданное описание

Окончание листинга 3

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, документ

Автоматически созданное описание

Векторные диаграммы для согласного и встречного соединений представлены на рисунках 6 и 7.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, Параллельный, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 – Векторная диаграмма при согласном соединении

Изображение выглядит как линия, диаграмма, скат, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 7 – Векторная диаграмма при встречном соединении

## 1.5 Вопрос к лабораторной работе

Как определить полярность напряжения на индуктивно связанных катушках (правило знаков)?

Полярность напряжения на выводах катушек зависит от направления намотки и взаимного расположения элементов. Для определения знака ЭДС взаимной индукции используют правило Ленца или точки (англ. *dot convention*):

1. Если ток входит в помеченный вывод одной катушки, то напряжение на помеченном выводе другой катушки будет положительным.

2. Если ток входит в непомеченный вывод, знак меняется на противоположный.

## 1.6 Вывод к лабораторной работе

В результате эксперимента подтверждено, что взаимная индуктивность влияет на общее сопротивление цепи: при согласном соединении катушек индуктивность увеличивается, при встречном — уменьшается. Расчёты и векторные диаграммы показали соответствие теории: эквивалентная индуктивность зависит от направления токов и взаимного расположения катушек. Полученные данные согласуются с формулой

,

что доказывает правильность используемой модели.