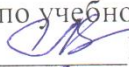


Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Байконурский электrorадиотехнический техникум имени М.И. Неделина»  
(ГБ ПОУ «БЭРТТ»)

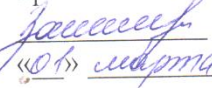
УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по учебной работе  
  
М.М. Иванова  
«16» марта 2021 г.

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине  
«Электротехника»


для специальности  
08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»

Разработал преподаватель:  
Алимбаева М.Б.

г. Байконур  
2021 г.

РАССМОТРЕНО  
Председатель ПЦК  
специальности 08.02.09  
«Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»  
 И.В. Зайнилова  
«01» марта 2021 г.

СОГЛАСОВАНО  
Методист

 С.Б. Сатенова  
«01» 08 2021 г.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

**Наименование работы:** Определение коэффициента магнитной связи между катушками.

**Цель работы:** Исследование зависимости взаимной индуктивности катушек от их взаимного расположения.

### Сведения из теории.

**Электромагнитной индукцией** называется явление возникновения ЭДС в проводниках и в катушках при пересечении ими магнитных силовых линий или при изменении магнитного потока вокруг них. **Взаимоиндукцией** называется возникновение индуцированной ЭДС в контуре при изменении тока в другом контуре, если между этими контурами существует магнитная связь. ЭДС, возникающая в процессе взаимоиндукции, называется **ЭДС взаимоиндукции**  $e_m$ . Причиной возникновения взаимоиндукции является изменение потока магнитной индукции в первичной цепи и пронизывающим витки вторичной катушки, то есть изменение потокосцепления магнитного потока, создаваемого током первичной цепи, с витками вторичной катушки.  $e_m = -d\psi_{1,2}/dt = -M di_1/dt$

$M$  – коэффициент пропорциональности, называемый взаимной индуктивностью или коэффициентом взаимоиндукции. Взаимная индуктивность катушек зависит от их индуктивности и взаимного расположения.  $M = k\sqrt{L_1L_2}$ , где  $k$  – коэффициент связи, показывающий, что взаимная индуктивность зависит от взаимного расположения катушек.  $k$  можно изменять от 0 до 1.  $k = M/\sqrt{L_1L_2}$

Связь между катушками с помощью магнитного потока называется **индуктивной**. Катушки можно включить **согласно** или **встречно**. **Согласным** включением называется такое, при котором намотка катушек выполнена так, что магнитные потоки имеют одинаковое направление. При **встречном** включении магнитные потоки направлены противоположно.

Общая индуктивность двух последовательно включенных катушек при согласном включении определяется по формуле:  $L = L_1 + L_2 + 2k\sqrt{L_1L_2}$

Общая индуктивность двух последовательно включенных катушек при встречном включении определяется по формуле:  $L = L_1 + L_2 - 2k\sqrt{L_1L_2}$

**Приборы и оборудование:** 1. Лабораторный стенд

2. Вольтметр В 3-38

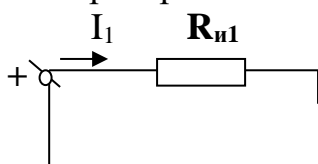
3. Генератор Г 3-109

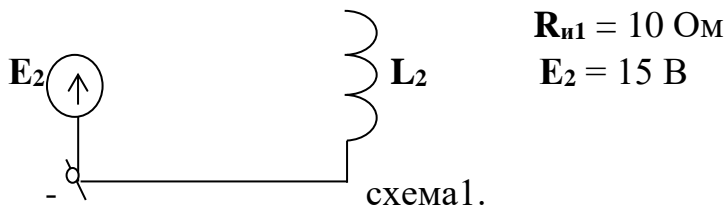
4. Вольтметр В 7-26

### **Задание:**

1. В лабораторной работе необходимо определить индуктивность и взаимную индуктивность катушек, исследовать зависимость индуктивности катушек от способа включения катушек, определить коэффициент магнитной связи между катушками.

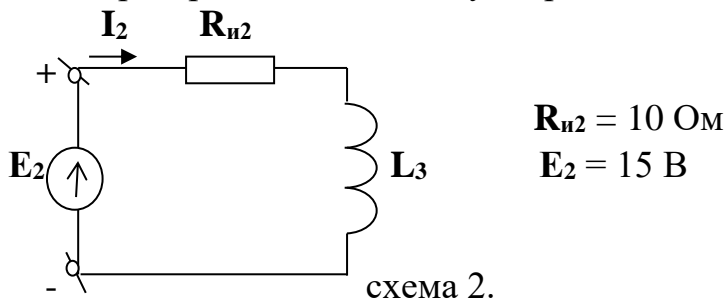
2. Для определения активного сопротивления катушки индуктивности  $L_2$  собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему.





- С помощью вольтметра В 7-26 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{н1}, L_2$ .
- Результаты измерений занести в таблицу 1.
- Рассчитать активное сопротивление  $R_2$  катушки индуктивности  $L_2$  и ток  $I_1$ .  
 $I_1 = U_{н1} / R_{н1}$     $R_2 = U_{L2} / I_1$
- Результаты вычислений занести в таблицу 1.

3. Для определения активного сопротивления катушки индуктивности  $L_3$  собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему.

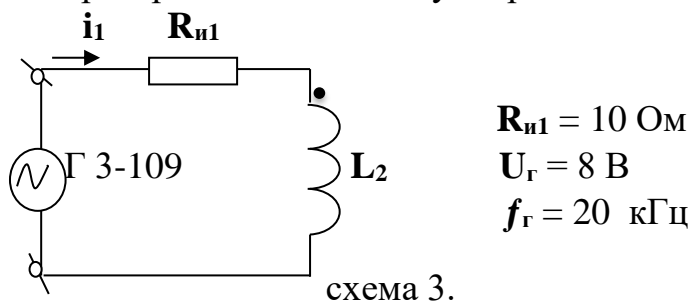


- С помощью вольтметра В 7-26 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{н2}, L_3$ .
- Результаты измерений занести в таблицу 1.
- Рассчитать активное сопротивление  $R_3$  катушки индуктивности  $L_3$  и ток  $I_2$ .  
 $I_2 = U_{н2} / R_{н2}$     $R_3 = U_{L3} / I_2$
- Результаты вычислений занести в таблицу 1.

Таблица 1.

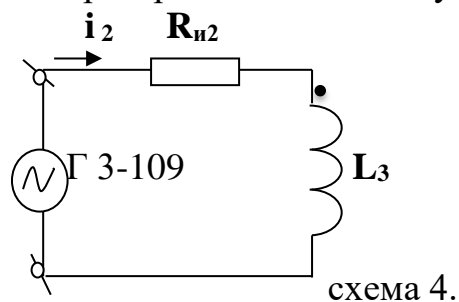
ИЗМЕРИТЬ				ВЫЧИСЛИТЬ			
$U_{н1}$	$U_{L2}$	$U_{н2}$	$U_{L3}$	$I_1$	$R_2$	$I_2$	$R_3$
В	В	В	В	А	Ом	А	Ом

4. Для определения полного сопротивления катушки индуктивности  $L_2$  собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему.



- Установить напряжение на генераторе  $U_{Г} = 8 \text{ В}$ ,  $f_{Г} = 20 \text{ кГц}$

- С помощью вольтметра В 3-38 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{и1}, L_2$ .
  - Результаты измерений занести в таблицу 2.
  - Рассчитать полное сопротивление  $Z_2$ , реактивное сопротивление  $X_{L2}$  и индуктивность катушки  $L_2$ .  
 $I_1 = U_{и1} / R_{и1}$      $Z_2 = U_{L2} / I_1$      $X_{L2} = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$      $L_2 = X_{L2} / 2\pi f_r$
  - Результаты вычислений занести в таблицу 2.
5. Для определения полного сопротивления катушки индуктивности  $L_3$  собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему.



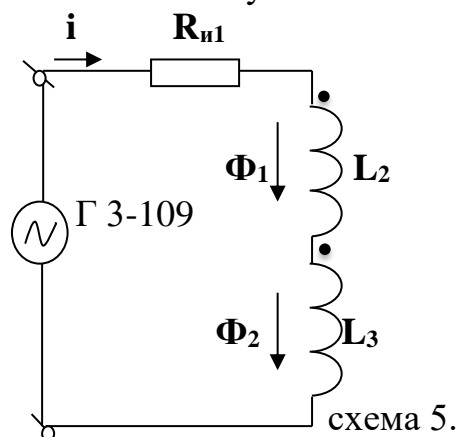
$R_{и2} = 10 \text{ Ом}$   
 $U_r = 8 \text{ В}$   
 $f_r = 20 \text{ кГц}$

- Установить напряжение на генераторе  $U_r = 8 \text{ В}$ ,  $f_r = 20 \text{ кГц}$
- С помощью вольтметра В 3-38 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{и2}, L_3$ .
- Результаты измерений занести в таблицу 2.
- Рассчитать полное сопротивление  $Z_3$ , реактивное сопротивление  $X_{L3}$  и индуктивность катушки  $L_3$ .  
 $I_2 = U_{и2} / R_{и2}$      $Z_3 = U_{L3} / I_2$      $X_{L3} = \sqrt{Z_3^2 - R_3^2}$      $L_3 = X_{L3} / 2\pi f_r$
- Результаты вычислений занести в таблицу 2.

Таблица 2.

ИЗМЕРИТЬ						ВЫЧИСЛИТЬ							
$U_r$	$f_r$	$U_{и1}$	$U_{L2}$	$U_{и2}$	$U_{L3}$	$I_1$	$Z_2$	$X_{L2}$	$L_2$	$I_2$	$Z_3$	$X_{L3}$	$L_3$
В	кГц	В	В	В	В	А	Ом	Ом	Гн	А	Ом	Ом	Гн
8	20												

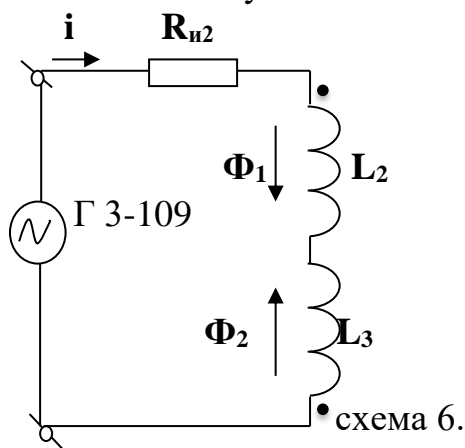
6. Для определения взаимной индуктивности  $M$  необходимо рассмотреть согласное и встречное включения катушек индуктивности.
7. Собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему согласного включения катушек.



$R_{и1} = 10 \text{ Ом}$   
 $U_r = 8 \text{ В}$   
 $f_r = 20 \text{ кГц}$

- Установить напряжение на генераторе  $U_r = 8 \text{ В}$ ,  $f_r = 20 \text{ кГц}$

- С помощью вольтметра В 3-38 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{и1}, L_2, L_3$ .
  - Результаты измерений занести в таблицу 3.
  - Рассчитать ток  $I_{согл.}$ , полное сопротивление  $Z_{согл.}$ , реактивное сопротивление  $X_{согл.}$  и индуктивность катушек  $L_{согл.}$
8. Собрать на лабораторном стенде данную принципиальную схему встречного включения катушек.



$R_{и1} = 10 \text{ Ом}$   
 $U_{г} = 8 \text{ В}$   
 $f_{г} = 20 \text{ кГц}$

- Установить напряжение на генераторе  $U_{г} = 8 \text{ В}$ ,  $f_{г} = 20 \text{ кГц}$
  - С помощью вольтметра В 3-38 измерить падения напряжений на элементах цепи  $R_{и2}, L_2, L_3$ .
  - Результаты измерений занести в таблицу 3.
  - Рассчитать ток  $I_{встр.}$ , полное сопротивление  $Z_{встр.}$ , реактивное сопротивление  $X_{встр.}$  и индуктивность катушек  $L_{встр.}$
- Результаты вычислений занести в таблицу 3.

Таблица 3.

ИЗМЕРИТЬ				ВЫЧИСЛИТЬ									
$U_{и1}$	$U_{Lсогл}$	$U_{и2}$	$U_{Lвстр}$	$I_{согл}$	$Z_{согл}$	$X_{согл}$	$L_{согл}$	$I_{встр}$	$Z_{встр}$	$X_{встр}$	$L_{встр}$	$M$	$R_{согл} = R_{встр.}$
В	В	В	В	А	Ом	Ом	Гн	А	Ом	Ом	Гн	Гн	Ом

- Сравнить значения  $L_{согл.}$  и  $L_{встр.}$ . При этом должно выполняться соотношение  $L_{согл.} > L_{встр.}$ .
- Рассчитать взаимную индуктивность  $M = (L_{согл.} - L_{встр.}) / 4$
- Рассчитать коэффициент магнитной связи  $k = M / \sqrt{L_2 L_3}$ . Значение  $k < 1$ .
- Оформить отчет по проделанной работе.
- Сделать соответствующие выводы по работе.

**Порядок выполнения работы.**

- В соответствии с принципиальной схемой, используя предлагаемые комплектующие, собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 1.
- В качестве источника питания использовать источник постоянного напряжения  $E_2$ .

3. С помощью вольтметра В 7-26 измерить падения напряжений  $U_{н1}, U_{L2}$ .
4. Собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 2.
5. В качестве источника питания использовать источник постоянного напряжения  $E_2$ .
6. С помощью вольтметра В 7-26 измерить падения напряжений  $U_{н2}, U_{L3}$ .
7. Собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 3.
8. Установить на генераторе напряжение **8 В**, частоту **200 кГц**.
9. С помощью вольтметра В 3-38 измерить действующие значения падений напряжения  $U_{н1}, U_{L2}$
10. Собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 4.
11. Установить на генераторе напряжение **8 В**, частоту **200 кГц**.
12. С помощью вольтметра В 3-38 измерить действующие значения падений напряжения  $U_{н2}, U_{L3}$ .
13. Собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 5.  
Катушки индуктивности  $L_2 L_3$  включить согласно.
14. С помощью вольтметра В 3-38 измерить действующие значения падений напряжения  $U_{н1}, U_{L\text{согл}}$ .
15. Собрать на лабораторном стенде электрическую цепь схема 6.  
Катушки индуктивности  $L_2 L_3$  включить встречно.
16. С помощью вольтметра В 3-38 измерить действующие значения падений напряжения  $U_{н2}, U_{L\text{встр}}$ .
17. По окончании измерений – отключить источник питания, отключить измерительные приборы, разобрать электрическую цепь.

### **Содержание отчета.**

1. Цель работы.
2. Приборы и оборудование.
3. Принципиальные электрические схемы.
4. Таблицы с результатами измерений.
5. Формулы, необходимые для расчета.
6. Вывод по работе.

### **Контрольные вопросы.**

1. Явление электромагнитной индукции.
2. Явление взаимной индукции.
3. Согласно включение катушек индуктивности.
4. Встречное включение катушек индуктивности.
5. Что учитывает коэффициент связи?

### **Литература.**

1. Ф.Е.Евдокимов. Теоретические основы электротехники.- М.: Высшая школа, 2004.  
Стр. 187 – 196, 201-204.
2. Рекус Г.Г. Основы электротехники и электроники: Учеб.пособие.М.:  
Высш.шк.,2005. Стр. 228-250





