

Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева

кафедра «ФТОС»

Отчет по лабораторной работе № 2-28
«Экспериментальные исследования электромагнитной
индукции»
(Рабочая тетрадь для студентов очной формы обучения)

Выполнил:
студент группы

Проверил:

г. Нижний Новгород
20__ г.

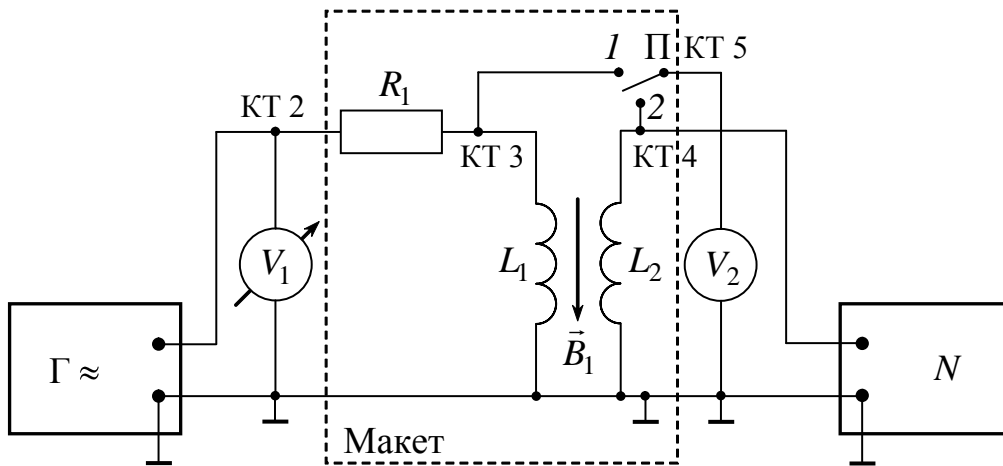
Цель работы:

1. Теоретическая часть

2. Экспериментальная часть

2.1. Исследование электромагнитной индукции, взаимной индукции и самоиндукции.

Экспериментальная схема:



Приборы:

Исходные данные:

2.1.1. Исследование зависимости ЭДС индукции (взаимоиндукции) от частоты магнитного поля.

Параметры подаваемого сигнала $f =$ Гц, $U_1 =$ В

Таблица результатов измерений:

f , Гц	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
E_2 , мВ										

2.1.2. Обработка результатов измерений

Рассчитать амплитудные значения напряжения U_{m1} , силы тока I_{m1} и ЭДС взаимной индукции E_{m2} по формулам:

$$U_{m1} = U_1 \sqrt{2}, \quad U_{m1} =$$

$$I_{m1} = \frac{U_{m1}}{R_1}, \quad I_{m1} =$$

$E_{m2} = E_2 \sqrt{2}$ (результаты расчетов E_{m2} занести в таблицу для построения графика).

f , Гц	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
E_{m2} , мВ										

График зависимости амплитуды ЭДС индукции (взаимной индукции) от частоты $E_{m2} = E_{m2}(f)$

Из графика рассчитать:

1) взаимную индуктивность $L_{21} = \frac{E_{m2}}{2\pi f I_{m1}}$,

отношение $\frac{E_{m2}}{f}$ определяется по тангенсу угла наклона полученной прямой

$$\frac{E_{m2}}{f} = \quad , L_{21} =$$

2) максимальное потокосцепление Ψ_{m21} катушки L_2

$$\Psi_{m21} = L_{21} I_{m1}, \quad \Psi_{m21} =$$

Качественно сравнить экспериментальную кривую с теоретической, полученной по формуле $E_{m2} = 2\pi L_{21} f I_{m1}$

2.1.3. Исследование зависимости ЭДС индукции (взаимоиндукции) от ориентации контура в магнитном поле

Частота синусоидального сигнала $f =$

Результаты измерений эффективного значения $E_2 = E_2(\alpha)$

α°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
$E_2, \text{ мВ}$													

2.1.4. Обработка результатов измерений

Расчет амплитуды ЭДС индукции $E_{m2} = E_2 \sqrt{2}$ и теоретической зависимости

$E_{m2}^{теор} = |E_{m2} \cos \alpha|$, полученной по формуле $E_{m2}^{теор} = 2\pi \psi_m f \cos \alpha$:

$\alpha = 15^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 30^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 45^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 60^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 75^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 90^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 105^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 120^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 135^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 150^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 165^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$
$\alpha = 180^\circ, E_{m2} =$	$E_{m2}^{теор} =$

Таблица результатов расчетов

α°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
$E_{m2}, \text{ мВ}$													
$E_{m2}^{теор}, \text{ мВ}$													

По результатам измерений построить на одном графике экспериментальную $E_{m2} = E_{m2}(\alpha)$ и теоретическую $E_{m2}^{теор} = |E_{m2} \alpha|$ зависимости амплитуды ЭДС индукции от угла

График зависимости амплитуды ЭДС индукции от угла $E_{m2} = E_{m2}(\alpha)$ и $E_{m2}^{теор} = |E_{m2} \alpha|$

Сравнить экспериментальную кривую с теоретической

2.1.5. Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от частоты синусоидального тока

Таблица результатов измерений:

f , Гц	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
E_1 , В							

2.1.6. Обработка результатов измерений

Расчет амплитуды ЭДС самоиндукции $E_{m1} = E_1 \sqrt{2}$

f , Гц	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
E_{m1} , В							

График зависимости амплитуды ЭДС самоиндукции от частоты $E_{m1} = E_{m1}(f)$

Рассчитать индуктивное сопротивление катушки по формуле $X_L = \left(\frac{R_1}{U_1} \right) E_1 \cdot f$:

$f = 500$ Гц, $X_L =$

$f = 750$ Гц, $X_L =$

$f = 1000$ Гц, $X_L =$

$f = 1250$ Гц, $X_L =$

$f = 1500$ Гц, $X_L =$

$f = 1750$ Гц, $X_L =$

$f = 2000$ Гц, $X_L =$

f , Гц	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
X_L , Ом							

График зависимости индуктивного сопротивления катушки от частоты $X_L(f)$

Из экспериментального графика $X_L(f)$ определить индуктивность катушки L_1 по формуле $L_1 = \frac{X_L}{2\pi f}$ (результаты расчетов записать с точностью до 0,01Гн)

$L_1 =$

Качественно сравнить экспериментальную кривую с теоретической, полученной на основе формулы $X_{Lтеор} = 2\pi f L_1$

2.2 Исследование переходных процессов в LR – цепи

2.2.1 Экспериментальная схема (нарисовать самостоятельно):

Приборы :

Исходные данные:

Параметры подаваемого сигнала:

длительность $\tau =$, частота повторений $f_{п} =$, амплитуда $U_m =$

Экспериментальная зависимость $U_R(t)$

2.2.2. Обработка результатов измерений

Построить график зависимости тока i в процессе его нарастания $i^{пост} = i t$

По закону Ома $i = \frac{U}{R_2}$ рассчитать ток для различных моментов времени:

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

$$t = \quad , i =$$

График зависимости $i^{пост} = i t$

Построить график зависимости $R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right)$, где I - установившийся в цепи

ток, $I =$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , R \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right) =$$

График зависимости функции $R \hookrightarrow$

Из экспериментального графика зависимости $R \hookrightarrow \ln\left(1 - \frac{i}{I}\right)$ определить постоянную времени цепи τ , а затем рассчитать индуктивность $L_1 = \tau R_2$ (результаты расчетов записать с точностью до 0,01Гн)

$\tau =$

$L_1 =$

Построить график зависимости тока i в процессе его спада $i^{cnao} = i t$

По закону Ома $i = \frac{U}{R_2}$ рассчитать ток для различных моментов времени:

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

$t =$, $i =$

График зависимости $i^{cnao} = i t$

Построить график зависимости функции $F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right)$, где I - установившийся в цепи ток,
 $I =$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

$$t = \quad , i = \quad , F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right) =$$

График зависимости $F t$

Из экспериментального графика зависимости $F t = \ln\left(\frac{i}{I}\right)$ определить постоянную времени цепи τ , а затем рассчитать индуктивность $L_1 = \tau R_2$ (результаты расчетов записать с точностью до 0,01Гн)

$$\tau =$$

$$L_1 =$$

Вычислить среднее значение индуктивности цепи $\langle L_1 \rangle$ по двум значениям, полученным из графиков нарастания и спада тока

$$\langle L_1 \rangle = \frac{L_1^{рост} + L_1^{спад}}{2}$$

$$\langle L_1 \rangle =$$

Сравнить значения индуктивности L_1 , рассчитанные при исследовании явления самоиндукции (п. 2.1.6) и при изучении переходных процессов

3. Выводы:

4. Контрольные вопросы

1. Магнитное поле. Его основные характеристики.
2. Сила Ампера. Сила Лоренца.
3. Магнитный поток, потокосцепление.
4. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
5. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность.
6. Самоиндукция. Индуктивность.
7. Переходные процессы в LR - цепи (нарастание и спад тока в LR - цепи, время релаксации τ)
8. Методика эксперимента. Назначение и функциональные возможности используемой в установке аппаратуры.