

## Лабораторная работа №4

### Исследование параметров индуктивно связанных катушек. Линейный трансформатор.

Цели работы: определение параметров индуктивно связанных катушек и исследование свойств линейного трансформатора.

#### Подготовка к работе

1.1. Для схемы линейного трансформатора (рис.4.1) записать уравнения, связывающие  $\dot{U}_1$ ,  $\dot{I}_1$ ,  $\dot{U}_2$  и  $\dot{I}_2$  при произвольной нагрузке  $Z_H = R_H + jX_H$ .

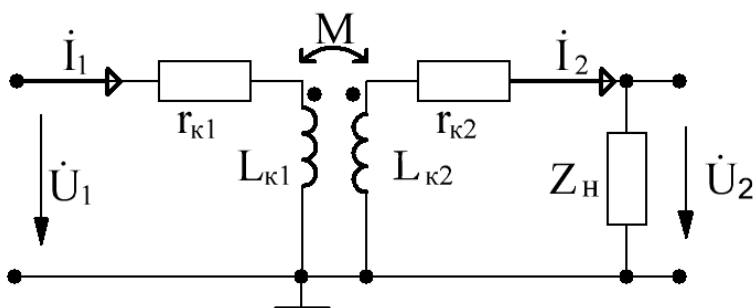


Рис. 4.1 – Схема линейного трансформатора.

1.2. Записать уравнения трансформатора при разомкнутых выходных зажимах ( $\dot{I}_2 = 0$ ). Из полученных уравнений определить взаимную индуктивность  $M$  по известным напряжениям  $\dot{U}_1$ ,  $\dot{U}_2$ .

1.3. Записать выражения для определения параметров первичной и вторичной катушек трансформатора  $r_k$  и  $L_k$ , по измеренным значениям  $\dot{U}_1$  и  $\dot{U}_R$  (схема рис 4.2). Частота генератора  $f = 50(19+N)$  Гц, где  $N$  — номер стенда.

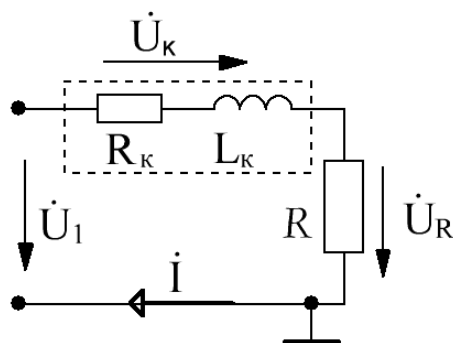


Рис. 4.2. – Схема для определения параметров катушки индуктивности ( $R=100$  Ом)

## Выполнение работы

### 2. Исследование линейного трансформатора.

2.1. Нарисовать и собрать схемы для измерения параметров первичной и вторичной катушек трансформатора. Предусмотреть в схеме генератор синусоидального напряжения с амплитудой 5В и частотой  $f = 50(19+N)$  Гц, (N — номер стенда), а также осциллограф для измерения  $\dot{U}_1 = U_1 \angle \varphi^\circ$  и  $\dot{U}_2 = U_2 \angle 0^\circ$ . Результаты записать в таблицу 4.2.

2.2. По результатам измерений определить  $r_{к1}$ ,  $L_{к1}$  для первичной катушки и  $r_{к2}$ ,  $L_{к2}$  для вторичной катушки трансформатора, используя соотношения п. 1.3. Полученные значения внести в таблицу 4.2.

	$U_1$	$\varphi_1$	$U_2$	$r_k$	$L_k$
Первичная катушка					
Вторичная катушка					

Таблица 4.2.

2.3. С помощью универсального прибора GDM—5135 в режиме омметра (при постоянном токе) измерить  $r_{к1}$  и  $r_{к2}$ . Катушки трансформатора необходимо отключить от всех элементов схемы. Сравнить полученные результаты с данными п. 2.2.

2.4. Нарисовать и собрать схему для определения взаимной индуктивности  $M$  при разомкнутых выходных зажимах ( $\dot{I}_2 = 0$ ).

В схеме предусмотреть генератор синусоидального напряжения с амплитудой  $U_1 = 5В$  и заданной частотой  $f$ , а также осциллограф для измерения  $\dot{U}_1 = U_1 \angle \varphi^\circ$  и  $\dot{U}_R = U_R \angle 0^\circ$ . По измеренным напряжениям  $\dot{U}_1$  и  $\dot{U}_R$  определить величину взаимной индуктивности трансформатора  $M$ , используя соотношение п. 1.2.

2.5. В схеме п. 2.4 к выходным зажимам подключить сопротивление  $Z_H = R_H = R_1 = 1 \text{ кОм}$ . Измерить  $\dot{U}_1 = U_1 \angle \varphi^\circ$  и  $\dot{U}_2 = U_2 \angle 0^\circ$ .

2.6. Для заданной нагрузки ( $R_H = 1 \text{ кОм}$ ) рассчитать  $\dot{U}_2$  при измеренном в п. 2.5 значении  $\dot{U}_1$ , используя соотношения п. 1.1. Сравнить полученный результат с измеренным значением  $\dot{U}_2$  в п. 2.5.

### 3. Исследование линейного трансформатора с помощью численного моделирования

3.1. Собрать виртуальную схему п.2.6, используя модель двухобмоточного трансформатора без потерь (XFRM Linear), где коэффициент связи (CAPLING)  $K = \frac{M}{\sqrt{L_{k1} \cdot L_{k2}}}$ . В схему необходимо добавить

сопротивления  $r_{k1}$  и  $r_{k2}$  последовательного с первичной и вторичной обмоткой соответственно.

3.2. Рассчитать напряжение  $\dot{U}_2$  для заданных  $\dot{U}_1, f, R_n$  (п. 2.4 и 2.5). Сопоставить результаты с рассчитанными и измеренными в предыдущих пунктах.

#### Контрольные вопросы

1. В чем особенности записи уравнений Кирхгофа в цепях содержащих магнитно-связанные катушки?
2. Какие методы расчета цепей с магнитно-связанными катушками Вам известны?
3. Как определить сопротивление магнитной связи у трансформатора?
4. Нарисуйте последовательное согласное (встречное) включение катушек с магнитной связью.