

Лабораторная работа № 17

ИЗМЕРЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ МОСТОМ ВИНА

Цель работы: изучение метода измерения индуктивности с помощью моста Вина, исследование чувствительности и точности мостовой схемы измерения.

1. Теоретические сведения

Для измерения индуктивности и добротности катушек применяются схемы, показанные на рис. 1.

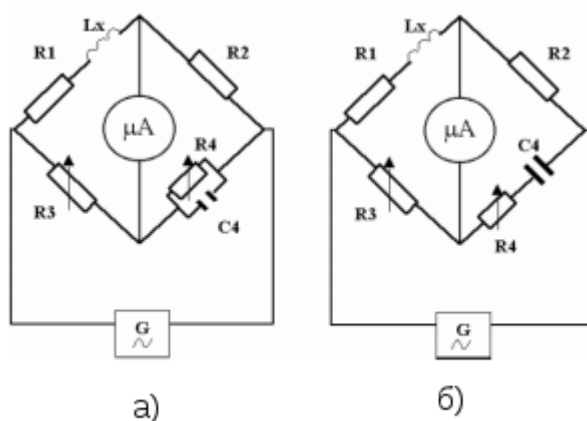


Рисунок 1 – Схемы измерения индуктивности и добротности катушек:
а – при малых добротностях; б – при больших добротностях;

Первая из них предпочтительнее при малых добротностях ($Q < 30$), а вторая - при больших ($Q > 30$). Измеряемая катушка с индуктивностью L_x и сопротивлением R_x включается в первое плечо моста, образцовый конденсатор C_4 и переменный резистор R_4 - в противоположное плечо. Еще одним переменным элементом является резистор R_3 . Резистор R_4 может быть включен либо параллельно, либо последовательно с образцовым конденсатором C_4 . Питание осуществляется от источника переменного тока G .

Условие равновесия моста для рис. 1,а:

$$(R_x + j\omega L_x)[1/(1/R_4 + j\omega C_4)] = R_2 R_3, \quad (1)$$

где ω - частота напряжения питания.

Разделение действительных и мнимых составляющих уравнения приводит к соотношениям:

$$R_x = R_2 R_3 / R_4 \quad (2)$$

$$L_x = C_4 R_2 R_3 \quad (3)$$

В соотношения (2) и (3) не входит частота, следовательно, мост может быть уравновешен, даже если форма кривой питающего напряжения не чисто синусоидальная.

Добротность катушки определяется по формуле:

$$Q = \omega L_x / R_x = \omega C_4 R_4, \quad (4)$$

При фиксированной частоте напряжения питания ω и постоянной емкости C_4 шкалу переменного резистора R_4 можно проградуировать в значениях добротности Q_x ,

Схеме моста, представленной на рис. 1,б, соответствует следующее условие равновесия:

$$(R_x + j\omega L_x)(R_4 + 1/j\omega C_4) = R_2 R_3, \quad (5)$$

которое соответствует системе уравнений:

$$\begin{cases} R_x R_4 + L_x / C_4 = R_2 R_3 \\ \omega L_x + R_4 = R_4 / \omega C_4 \end{cases} \quad (6)$$

решение которой относительно R_x и L_x дает:

$$R_x = \omega^2 C_4^2 R_2 R_3 R_4 / [1 + (\omega C_4 R_4)^2], \quad (7)$$

$$L_x = R_2 R_3 C_4 / [1 + (\omega C_4 R_4)^2], \quad (8)$$

$$Q = \omega L_x / R_x = 1 / \omega C_4 R_4, \quad (9)$$

т.е. шкала переменного резистора R_4 снова может быть проградуирована в значениях добротности Q_x .

В выражения (8) и (9) для R_x и L_x входит частота, поэтому мост является частотно зависимым. Равновесие имеет место только при некоторой частоте ω питающего напряжения. Если ее изменить, то равновесие нарушится.

2. Порядок выполнения работы

1. Собрать схему (рис.2).
2. Включить стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Задать выходной сигнал генератора: форма: синус; амплитуда 10В; смещение 0В; частота 1кГц.
4. Установите резистор R19 в максимальное значение 100 Ом.
5. Установите резистор R17 в максимальное положение 1 кОм.

6. Изменяя значение сопротивлений R2 и R19 добиться показания прибором PV3 близкого к нулю значения.

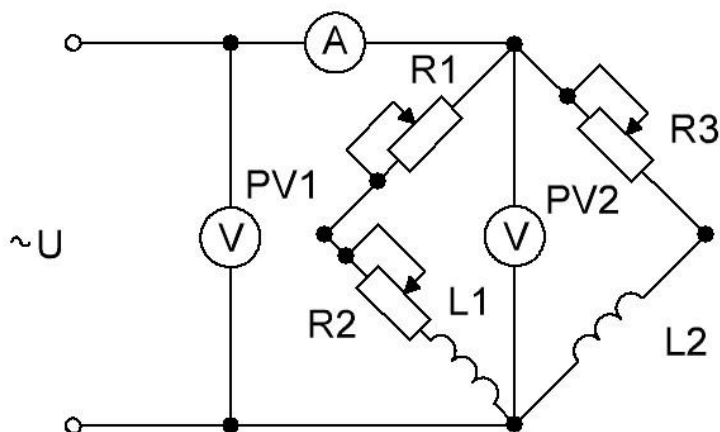


Рисунок 2 - Электрическая схема лабораторной установки

7. Выключить стенд с помощью автоматического выключателя QF1.
8. Вернуть настройки приборов в начальное состояние.
9. Рассчитать неизвестную индуктивность L_X :

$$L_X = \frac{R_2}{R_{17}} L_9 \quad (10)$$

13. Вычислить абсолютную погрешность измерения индуктивности.
Принять фактическую индуктивность $L_{X \text{ ФАКТ}} = 10,0 \text{ мГн}$, индуктивность $L_9 = 5,0 \text{ мГн}$.

$$\Delta L = L_{X \text{ ИЗМ}} - L_{X \text{ ФАКТ}} \quad (11)$$

14. Вычислить относительную погрешность.

$$\gamma_0 = \frac{\Delta L}{L_{X \text{ ФАКТ}}} \cdot 100\% \quad (12)$$

3. Содержание индивидуального отчета

1. Название, цель работы.
2. Схема лабораторной установки с описанием.
3. Таблица с результатами измерений.
4. Результаты расчетов.
5. Выводы.

4. Контрольные вопросы

1. В чем состоит метод измерения по мосту Вина?
2. От каких параметров зависит точность определения мостового метода измерения индуктивностей?
3. Какие требования предъявляют к эталонной индуктивности?
4. Как влияют (не влияют) и почему соотношения между величинами эталонных и измеряемых индуктивностей на точность измерения? Можно ли измерять катушки любых индуктивности?
5. Что такое чувствительность данного метода определения индуктивности? Вычислите ее.