

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра информационно-измерительных систем и технологий

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №8
по дисциплине «Метрология»
Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Студенты гр. 0203

Преподаватель

Терентьев Е.А.
Хлебникова Е.А.
Визорный А.С.

Микус О.А.

Санкт-Петербург

2021

Цель работы.

Изучение средств и методов измерения параметров электрических цепей; оценка результатов и погрешностей измерений.

Основные теоретические положения.

Объекты измерений – резисторы и используемые средства измерений указываются преподавателем.

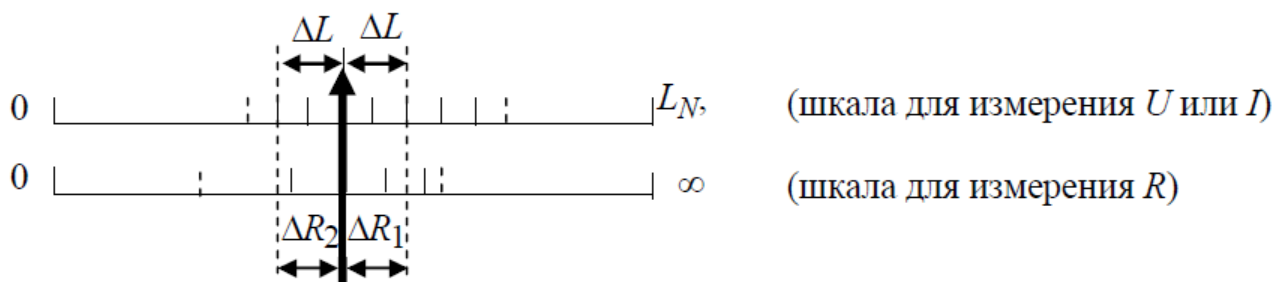
Измерение сопротивлений проводится по методике, представленной в инструкциях пользователя соответствующих приборов. Результаты измерений должны быть представлены в виде:

$$R_x = R_{np} \pm \Delta R$$

где R_{np} – сопротивление измеряемого резистора, определяемое по шкале прибора; ΔR – абсолютная погрешность измерения сопротивления.

Погрешности результатов измерений определяются непосредственно при выполнении работы в лаборатории на основании указанных в инструкциях классов точности или предельных значений инструментальных погрешностей средств измерений (см. также введение).

Дополнительно поясним оценку погрешностей для ряда омметров, имеющих неравномерную шкалу с диапазонами показаний $0-\infty$, $\infty-0$. В таких приборах традиционное понятие «нормирующее значение шкалы», выраженное в единицах измерений – Омах, не имеет смысла.



За нормирующее значение L_N принимают геометрическую длину шкалы, выраженную в делениях любой равномерной шкалы, имеющейся у данного прибора.

Численное значение класса точности при таком его представлении означает максимальную допустимую приведенную погрешность омметра, в данном

случае определяемую как отношение максимально допустимой абсолютной погрешности прибора, выраженной в делениях, к длине L_N шкалы омметра в тех же делениях.

Отсюда следует двухступенчатая процедура оценки погрешности результата измерений сопротивления омметрами по его классу точности. Сначала определяют предельную абсолютную погрешность прибора, выраженную в делениях любой равномерной шкалы:

$$\Delta L = \frac{k L_N}{100}$$

где L_N – нормирующее значение равномерной шкалы, выраженное в делениях шкалы; k – класс точности прибора.

На рисунке показаны «выпрямленные шкалы» и некоторое положение указателя – стрелки при измерении сопротивления, а также интервалы $\pm \Delta L$ предельной абсолютной погрешности измерений (в делениях шкалы) определяемые в соответствии с представленной выше формулой.

Для того чтобы определить погрешность в единицах измерения сопротивления, необходимо подключить магазин сопротивлений к вольтметру и установить полученное значение сопротивления резистора на магазине сопротивлений. Далее с помощью магазина сопротивлений, изменяя значения сопротивления магазина, отложить по равномерной шкале вправо, а затем влево предельную абсолютную погрешность ΔL , фиксируя при этом получаемые значения магазина сопротивлений.

Определив разность между показаниями магазина сопротивлений и номинальным значением, полученным с помощью вольтметра, результат измерения следует записать в виде

$$R_x = R_{np} \begin{matrix} +\Delta R_2 \\ -\Delta R_2 \end{matrix}$$

Протокол наблюдений
к лабораторной работе № 8
„Измерение параметров электрических цепей“

$$R_1 = 1,1 \text{ Ом} \cdot 10^3$$

$$R_2 = 5,0 \text{ Ом} \cdot 10^3$$

$$R_3 = 9,0 \text{ Ом} \cdot 10^3$$

$$L_{\text{ин}} = 50 \text{ пГн}$$

$$R_1' = 120 \text{ Ом}$$

$$R_2' = 940 \text{ Ом}$$

$$R_3' = 8200 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 115 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 922 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 8050 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 115,7 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 923,5 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 8067 \text{ Ом}$$

$$L_1 = 195,2 \cdot 10^{-3}$$

$$L_2 = 117,2 \cdot 10^{-3}$$

$$C_1 = 2 \cdot 10^{-9}$$

$$C_4 = 63,71 \cdot 10^{-9}$$

$$Q_1 = 22,53$$

$$Q_2 = 23,00$$

$$Q_1 = 0,01$$

$$Q_2 = 0,023$$

B7-26

SDM-B135

E7-21

12.11.2021

Визирный Терентьев Клебникова

Микус О.А.

Обработка результатов эксперимента

1. Рассчитаем абсолютную погрешность $\Delta L = \frac{k L_N}{100}$ при измерениях

сопротивлений на соответствующих измерительных приборах на требуемом диапазоне измерений:

1) R1

$$\text{Аналоговый вольтметр} - \Delta L = \frac{7.5 \cdot 100}{100} = 7,5$$

$$\text{Цифровой вольтметр} - \Delta L = \frac{0.02 \cdot 150}{100} = 0,03$$

$$\text{Измеритель иммитанса} - \Delta L = \frac{0.16 \cdot 125}{100} = 0,2$$

2) R2

$$\text{Аналоговый вольтметр} - \Delta L = 75$$

$$\text{Цифровой вольтметр} - \Delta L = 0,03$$

$$\text{Измеритель иммитанса} - \Delta L = 0,2$$

3) R3

$$\text{Аналоговый вольтметр} - \Delta L = 750$$

$$\text{Цифровой вольтметр} - \Delta L = 0,3$$

$$\text{Измеритель иммитанса} - \Delta L = 0,2$$

Результаты измерений для аналогового вольтметра:

$$R_1 = 120 \pm_{5}^0 \text{Ом};$$

$$R_2 = 940 \pm_{50}^{50} \text{Ом};$$

$$R_3 = 8200 \pm_{500}^{500} \text{Ом};$$

Результаты измерений для цифрового вольтметра:

$$R_1 = 115 \pm_0^0 \text{Ом};$$

$$R_2 = 922 \pm_0^0 \text{Ом};$$

$$R_3 = 8050 \pm_0^0 \text{Ом};$$

Результаты измерений для измерителя имметанса:

$$R_1 = 116,4 \pm_{0,1}^0 \text{Ом};$$

$$R_2 = 904,8 \pm_{0,1}^0 \text{Ом};$$

$$R_3 = 8046 \pm_0^0 \text{ Ом};$$

2. Погрешность при измерении индуктивности, емкости, добротности и тангенса угла потерь.

L ₂	195.2	мГн
L ₄	117.2	мГн
Q ₂	22.53	
Q ₄	23.00	

Относительная погрешность

$$\pm [0,25(Q + 1/Q) + 0,1 L_k / L(Q + 1)] \%$$

$$\delta Q_2 = 5.65\%$$

$$\delta Q_4 = 5.77\%$$

C ₃	2.00	нФ
C ₅	63.71	нФ
tg ₃	0.01	
tg ₅	0.023	

Для C₃ (C_к = 160нФ)

$$\pm \left[2,5(1 + \text{tg}^2 \delta) + C_k / C(1 + \text{tg} \delta) \right] 10^{-3}$$

$$\Delta \text{tg}_3 = 8,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\pm \left[0,15 + 0,01(C_k / C - 1) \right] \sqrt{1 + \text{tg}^2 \delta}$$

$$\delta C_3 = 1,75\%$$

Для C₅ (C_н = 160нф)

$$\pm \left[2,5(1 + \text{tg}^2 \delta) + C / C_H (1 + \text{tg} \delta) \right] 10^{-3}$$

$$\Delta \text{tg}_5 = 2,9 \cdot 10^{-3}$$

$$\pm \left[0,15 + 0,01(C / C_H - 1) \right] \sqrt{1 + \text{tg}^2 \delta}$$

$$\delta C_5 = 14.4\%$$

Вывод:

В ходе проведения работы были измерены значения эталонных резисторов R_1 , R_2 , R_3 с помощью аналогового вольтметра, цифрового вольтметра, измерителя имметанса. Также с помощью измерителя имметанса были измерены значения C_3 , C_5 , L_2 , L_4 и показатели добротности и тангенса угла потерь.

Результаты измерения аналоговым вольтметром не соответствуют его классу точности (класс точности 2,5 соответствует погрешности в $\pm 2,5 \cdot 10^n$, где n порядок максимального значения на шкале, а выявленные отклонения в 50 и 500 ом говорят о несоответствии заявленной точности);

Результаты измерения цифровым вольтметром соответствуют его классу точности;

Результаты измерения измерителем имметанса соответствуют его классу точности.