**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра информационных и измерительных приборов**

отчет

**по лабораторной работе №8**

**по дисциплине «Метрология»**

Тема:

**«ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 1335 |  | Максимов Ю.Е. |
| Преподаватель |  | Орлова Н.В. |

Санкт-Петербург

2024

**Цель работы:** изучение средств и методов измерения параметров электрических цепей; оценка результатов и погрешностей измерений.

**Задание.**

1. Ознакомиться со средствами измерений параметров электрических цепей в лабораторной работе и соответствующими инструкциями пользователей.

Получить у преподавателя конкретное задание по используемым средствам измерений и объектам измерений.

2. Измерить и оценить погрешности результатов измерений сопротивления резисторов, встроенных в лабораторный модуль, следующими приборами:

- измерителем импеданса («измерителем иммитанса»),

- универсальным электронным вольтметром в режиме измерения сопротивления,

- универсальным цифровым вольтметром в режиме измерения сопротивления,

- комбинированным магнитоэлектрическим измерительным прибором (тестером) в режиме измерения сопротивления (режиме омметра).

Погрешности результатов измерений оценить непосредственно при выполнении работы по имеющимся в лаборатории метрологическим характеристикам используемых средств измерений. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

3. Измерить емкость С и тангенс угла потерь tg конденсатора, индуктивность L и добротность Q катушки измерителем импеданса по параллельной и последовательной схемам замещения; оценить погрешности результатов измерений.

#### Описание и порядок выполнения работы

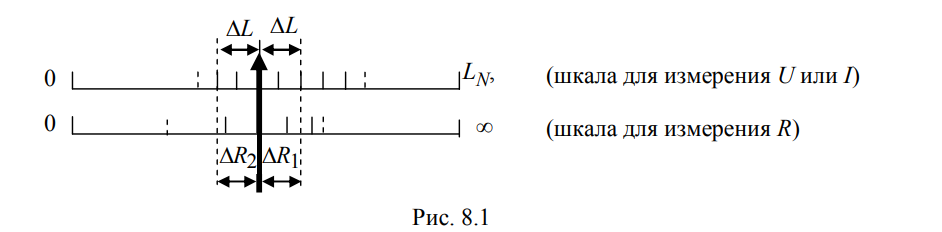
**Измерение сопротивлений.** Объекты измерений – резисторы и используемые средства измерений указываются преподавателем.

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

**где *R*пр – сопротивление измеряемого резистора, определяемое по шкале прибора; *R* – 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∞, ∞0. В таких приборах традиционное понятие «нормирующее значение шкалы», выраженное в единицах измерений – омах, не имеет смысла. За нормирующее значение *LN*

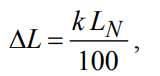


принимают геометрическую длину шкалы, выраженную в делениях любой равномерной шкалы, имеющейся у данного прибора, например шкалы для измерения напряжения или тока (рис. 8.1).

В таких приборах класс точности имеет особое обозначение, например .

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 *LN* 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:

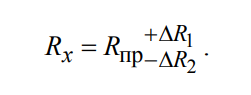


где *LN* – нормирующее значение равномерной шкалы, выраженное в делениях шкалы; *k* – класс точности прибора, например *LN* = 30 дел.

На рисунке показаны «выпрямленные шкалы» и некоторое положение указателя – стрелки при измерении сопротивления, а также интервалы *L* предельной абсолютной погрешности измерений (в делениях шкалы) определяемые в соответствии с (8.2).

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 ∆*L*, рассчитанную по (8.2), 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



**Измерение емкости и тангенса угла потерь конденсаторов, индуктивности и добротности катушек.** Объекты измерений указываются преподавателем; для измерений применяют измеритель импеданса («измеритель иммитанса»). Результаты измерений по каждому параметру представляют в виде, аналогичном (8.1). Оценку погрешностей проводят в лаборатории по методике, указанной в описании прибора.

**Спецификация используемых приборов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование средства измерения | Диапазоны измерений, постоянные СИ | Характеристики точности СИ, классы точности | Рабочий диапазон частот | Параметры входа (выхода) |
| Вольтметр универсальный цифровой GDM-8135 | Измерение на постоянном токе | | | |
| 200 мВ; 2, 20, 200, 1200 В | Пределы максим. абсолют. погрешности  0,001Uизм + 1 ед. мл. разр. | **-** | Rвх ≥ 10 МОм |
| Измерение на переменном токе | | | |
| 200 мВ; 2, 20, 200 В | 0,005 Uизм + 1 ед. мл. разр.  0,01 Uизм + 1 ед. мл. разр.  0,02 Uизм + 1 ед. мл. разр.  0,05 Uизм + 1 ед. мл. разр | 40 Гц…1 кГц 1…0 кГц 10…20 кГц 20…40 кГц | Rвх ≥ 10 МОм Свх < 100 пФ |
|  | | | |
| 200 Ом – 2000 кОм, 20МОм | 0,002Rизм+1ед.мл.разряда 0,005Rизм+1ед.мл.разряда | - | - |
| Электронный вольтметр В7-26 | 10мВ÷300В  10Ом÷1000МОм | ±2,5% | - | Rвх….10МОм |
| Измеритель иммитанса Е7-21 | 0,1мкГн -16кГн  0,1пФ -20мФ  1мОм -20МОм | ±(1+0,2(Rk/(RH-1))  ±(0,15+0,01(Ck/(C-1))\*(1+tg2)0.5)  ±(0,3+0,06(Lk/(L-1))\*(1+tg2)0.5) | 0,1 Гц  1 кГц |  |

**Обработка результатов.**

1. **Измерение сопротивлений.**
2. Электронный вольтметр В7-26.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Rпр, Ом | LN, дел | Li, дел | кл.т, % | ΔR ,Ом | δ , % |
| R1 | 1.2\*102 | 50 | 27 | 2,5 | 5.5 | 4.58 |
| R3 | 0.8\*104 | 50 | 23 | 434,8 | 5.43 |

δR =

δR1 =

δR3 =

1. Вольтметр универсальный цифровой GDM-8135

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Rпр, Ом | ΔR ,Ом | δ , % |
| R1 | 116.5 | 0.35 | 0.26 |
| R3 | 8110.0 | 17.2 | 0.21 |

1. Измеритель иммитанса Е7-21

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Rпр, Ом | ΔR ,Ом | δ , % |
| R1 | 116,5 | 0.26 | 0.225 |
| R3 | 8133.0 | 17.9 | 0.22 |

1. **Измерение емкости и тангенса угла потерь конденсаторов, индуктивности и добротности катушек.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сопротивление | Измеритель иммитанса Е7-21 | Вольтметр универсальный цифровой GDM-8135 | Вольтметр универсальный В7-26 |
| R1 |  |  |  |
| R3 |  |  |  |

**Вывод**

При измерении сопротивлений предоставленными в работе приборами, значения измерителя иммитанса Е7-21 и цифрового вольтметра GDM-8135 являются более близкими по значению. Цифровые приборы удобнее и точнее аналоговых, так как отсутствует субъективная погрешность наблюдателя, связанная с тем, что показатель стрелки мы визуально соотносим с одним из делений на приборе.

**Протокол:**

