Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)»
кафедра физики

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 9

«ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЦЕПЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЕНСАЦИОННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ »

Автор: Стукен В.А.
Группа: 2307
Факультет: ФКТИ
Преподаватель: Харитонский П.В.

Санкт-Петербург, 2022
LaTeX

Ответы на вопросы

- **Вопрос №24:** *"Что такое шунт? Для чего его применяют?"*
  Шунт - это дополнительное сопротивление, которое подключается последовательно вольтметру или параллельно амперметру, чтобы изменить величину тока, протекающего через измерительный прибор.

- **Вопрос №36:** *"Сформулируйте первое правило Кирхгофа. Сколько независимых уравнений можно написать, используя это правило?"* Алгебраическая сумма токов ветвей , сходящихся в каждом узле любой цепи равна 0, т.е $\sum_{i=1}^{N} I_i = 0$.
  Соответственно, можно написать столько независимых уравнений для цепи, сколько в ней узлов.

Протокол измерений

		1	2	3	4	5
G_2	n_0					
G_1	n_x					
G_1, R	n_x					

$E_0 = 1.275$ V; $R_2 = 3$ кОм $n_{max} = 10$

Обработка результатов измерений

Рассчитаем среднее значение n_0

$$\bar{n_0} = \frac{\sum n_{0i}}{N} = 1.22$$

$$S_{n_0} = \sqrt{\frac{(\bar{n_0} - n_{01})^2 + (\bar{n_0} - n_{02})^2 + (\bar{n_0} - n_{03})^2 + (\bar{n_0} - n_{04})^2 + (\bar{n_0} - n_{05})^2}{N-1}} = 0.016$$

$$\bar{S_{n_0}} = \frac{S_{n_0}}{\sqrt{N}} = \frac{0.016}{\sqrt{5}} = 0.007$$

$$\Delta n_{0(\bar{S_{n_0}})} = \bar{S_{n0}} \cdot t_{PN} = 0.007 \cdot 2.8 = 0.02$$

$$\Delta \bar{n_0} = \sqrt{\Delta n_0^2 + \theta^2} = \sqrt{0.02^2 + 0.0005^2} = 0.02$$

$$n_0 = \bar{n_0} \pm \Delta \bar{n_0} = 1.22 \pm 0.02$$

Рассчитаем среднее значение n_x

$$\bar{n_x} = \frac{\sum n_{xi}}{N} = 2.316$$

$$S_{n_x} = \sqrt{\frac{(\bar{n_x} - n_{x1})^2 + (\bar{n_x} - n_{x2})^2 + (\bar{n_x} - n_{x3})^2 + (\bar{n_x} - n_{x4})^2 + (\bar{n_x} - n_{x5})^2}{N-1}} = 0.009$$

$$\bar{S_{n_x}} = \frac{S_{n_x}}{\sqrt{N}} = \frac{0.009}{\sqrt{5}} = 0.004$$

$$\Delta n_{x(\bar{S_{n_x}})} = \bar{S_{nx}} \cdot t_{PN} = 0.004 \cdot 2.8 = 0.011$$

$$\Delta \bar{n_x} = \sqrt{\Delta n_x^2 + \theta^2} = \sqrt{0.011^2 + 0.0005^2} = 0.011$$

$$n_x = \bar{n_x} \pm \Delta \bar{n_x} = 2.316 \pm 0.011$$

Рассчитаем среднее значение $n_{x'}$

$$\bar{n_{x'}} = \frac{\sum n_{x'}}{N} = 2.328$$

$$S_{n_{x'}} = \sqrt{\frac{(\bar{n_{x'}} - n_{x'1})^2 + (\bar{n_{x'}} - n_{x'2})^2 + (\bar{n_{x'}} - n_{x'3})^2 + (\bar{n_{x'}} - n_{x'4})^2 + (\bar{n_{x'}} - n_{x'5})^2}{N-1}} = 0.008$$

$$\bar{S_{n_{x'}}} = \frac{S_{n_{x'}}}{\sqrt{N}} = \frac{0.008}{\sqrt{5}} = 0.004$$

$$\Delta n_{x'(\bar{S_{n_{x'}}})} = \bar{S_{n_{x'}}} \cdot t_{PN} = 0.004 \cdot 2.8 = 0.011$$

$$\Delta \bar{n_{x'}} = \sqrt{\Delta n_{x'}^2 + \theta^2} = \sqrt{0.011^2 + 0.0005^2} = 0.011$$

$$n_{x'} = \bar{n_{x'}} \pm \Delta \bar{n_{x'}} = 2.328 \pm 0.011$$

Рассчитаем среднее значение ε_x

$$\bar{\varepsilon_x} = \bar{\varepsilon_0}\frac{\bar{n_x}}{\bar{n_0}} = 2.42\,V$$

$$a_{n_0} = \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial n_0} = -\frac{\varepsilon_0 \cdot n_x}{n_0^2}$$

$$a_{n_x} = \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial n_x} = \frac{\varepsilon_0}{n_0}$$

$$\bar{a_{n_0}} = -1.98$$

$$\bar{a_{n_x}} = 1.04$$

$$\delta\bar{\varepsilon_x} = \sqrt{(\bar{a_{n_0}} \cdot \Delta\bar{n_0})^2 + (\bar{a_{n_x}} \cdot \Delta\bar{n_x})^2} = 0.04$$

$$\varepsilon_x = \bar{\varepsilon_x} \pm \Delta\bar{\varepsilon_x} = 2.42 \pm 0.04\,V$$

Рассчитаем среднее значение $\varepsilon_{x'}$

$$\bar{\varepsilon_{x'}} = \bar{\varepsilon_0}\frac{\bar{n_{x'}}}{\bar{n_0}} = 2.43\,V$$

$$a_{n_0} = \frac{\partial \varepsilon_{x'}}{\partial n_0} = -\frac{\varepsilon_0 \cdot n_{x'}}{n_0^2}$$

$$a_{n_{x'}} = \frac{\partial \varepsilon_{x'}}{\partial n_{x'}} = \frac{\varepsilon_0}{n_0}$$

$$\bar{a_{n_0}} = -2$$

$$\bar{a_{n_{x'}}} = 1.05$$

$$\delta\bar{\varepsilon_{x'}} = \sqrt{(\bar{a_{n_0}} \cdot \Delta\bar{n_0})^2 + (\bar{a_{n_{x'}}} \cdot \Delta\bar{n_x})^2} = 0.04$$

$$\varepsilon_{x'} = \bar{\varepsilon_{x'}} \pm \Delta\bar{\varepsilon_{x'}} = 2.43 \pm 0.04\,V$$

Рассчитаем значение ε_{max}

$$\varepsilon_{max} = \varepsilon_0\frac{n_{max}}{n_0} = 10.45\,V$$

Найдем внутреннее сопротивление микроамперметра r_0, полагая, что $r_1 = r_3 = 0$

$$\begin{cases} I_2 - I_3 - I_1 = 0, \\ I_1(r_1 + r_0) + I_2 R_x = \varepsilon_x, \\ I_3 r_3 + I_3(R_2 - R_x) + I_2 R_x = \varepsilon_3. \end{cases}$$

$$r_0 = \frac{\varepsilon_x - I_2 R_x}{I_1}$$

$$r_0 = \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_3 + I_3(R_2 - R_x)}{I_1}$$

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{n'}{n_{max}}$$

$$R_x = 2660\,\Omega$$

$$r_0 = 15 \cdot 10^3 \Omega$$

Вывод

В ходе лабораторной работы ознакомились с компенсационным методом измерения на примере ЭДС, с помощтю которого вычислили значение ЭДС источника тока, а также применили правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.