

11 клас (II курс) Визначення ЕРС та внутрішнього опору джерела струму

Завдання: експериментально визначити ЕРС і внутрішній опір хімічного джерела живлення за допомогою вольтметра і амперметра.

Обладнання:

- Чотири елемента типу АА в касеті;
- Резистори по 51 Ом, 2 Вт 2 шт;
- Мультиметр DT830В, або вольтметр на 10 В і амперметр на 500 мА (200 мА);
- З'єднувальні провідники.

Для цієї лабораторної роботи доцільно використати «Стенд для проведення лабораторних робіт- вимірювання постійного струму при послідовному, паралельному та змішаному з'єднанню опорів», який був виготовлений раніше і має касету з чотирма елементами типу АА, ввімкненими послідовно і мають відводи від -6 В, -4,5 В, -3 В.

Для перевірки ЕРС, достатньо виміряти напругу на відводах батареї без навантаження – це і буде напруга ЕРС, тобто електрорушійна сила, позначимо її буквою **Е**.

Згідно закону Ома для повного кола з навантаженням формула буде мати такий вигляд:

$$I = \frac{E}{R + r}, \quad (1)$$

Де **I** – сила струму в колі, яка вимірюється амперметром (мультиметром в режимі DCA) в схемах приведених на **рис. 4** і **рис 5**.

З формули (1) знаходимо: **E = U + Ir**, (2)

де **U = IR** – напруга на зовнішній ділянці кола, при підключенні навантаження **R**, – вимірюється вольтметром, або мультиметром в режимі вольтметра постійного струму - ACV.

Виконавши два вимірювання напруги (**рис. 2** і **рис. 3**) і сили струму (**рис. 4** і **рис. 4**) при зміні навантаження кола, одержимо систему рівнянь, звідки і отримаємо **r**

$$\begin{cases} E = U_1 + I_1 r \\ E = U_2 + I_2 r \end{cases}, \quad (3)$$

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}, \quad (4)$$

Щоб визначити **E_{розрах.}** можливо скористатись формулою (2). Дані вимірювань і розрахунків слід записати в **таблиці 1**.

Таблиця 1, варіант № _____

| E_{вим.} | U₁ | U₂ | I₁ | I₂ | r | E_{розрах.} |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------------------------|
| | | | | | | |

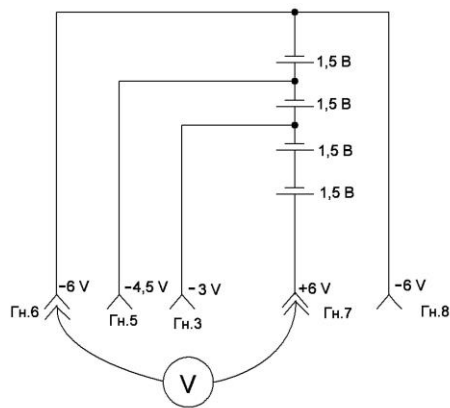


Рис. 1

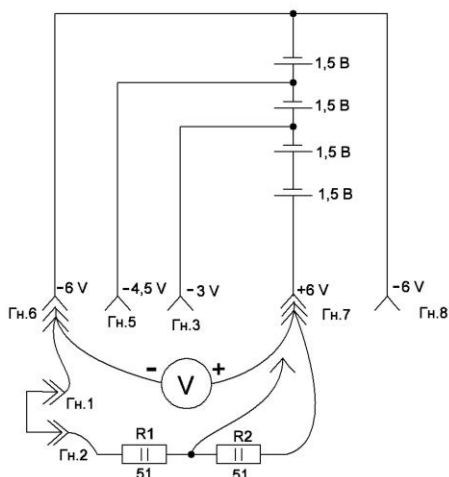


Рис. 2

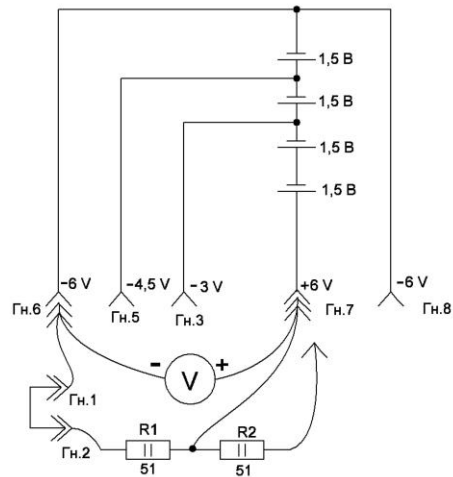


Рис. 3

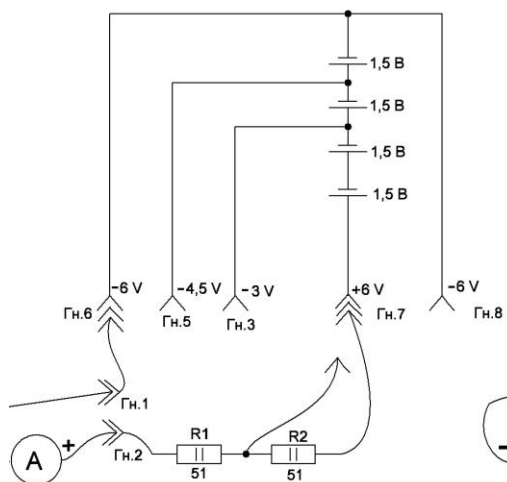


Рис. 4

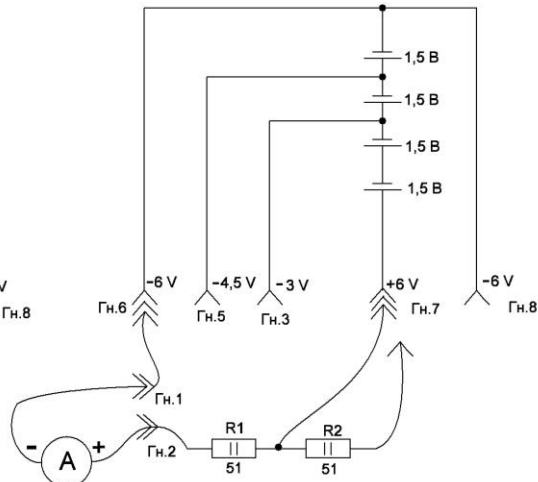


Рис. 5

Хід роботи:

1. Ознайомитись з правилами техніки безпеки при роботі з електричними схемами
2. Виміряти вольтметром (мультиметром) напругу від джерела живлення, згідно заданого варіанту, тобто ± 3 В, $\pm 4,5$ В, ± 6 В. (без навантаження) і записати отримане значення електрорушійної сили $E_{\text{вим.}}$
3. Виміряти вольтметром (мультиметром) напругу від джерела живлення, згідно заданого варіанту, тобто ± 3 В, $\pm 4,5$ В, ± 6 В. з підключеним навантаженням 102 Ом (два резистори по 51 Ом ввімкнені послідовно) і отримати значення напруги U_1 (схема рис. 2).
4. Виміряти вольтметром (мультиметром) напругу від джерела живлення, згідно заданого варіанту, тобто ± 3 В, $\pm 4,5$ В, ± 6 В. з підключеним

навантаженням 51 Ом (один резистор на 51 Ом) і отримати значення напруги U_2 (схема рис. 3).

5. Виміряти амперметром (мультиметром) струм від джерела живлення, згідно заданого варіанту, тобто ± 3 В, $\pm 4,5$ В, ± 6 В. з підключеним навантаженням 102 Ом (два резистори по 51 Ом ввімкнені послідовно) і отримати значення напруги I_1 (схема рис. 4).
6. Виміряти амперметром (мультиметром) струм від джерела живлення, згідно заданого варіанту, тобто ± 3 В, $\pm 4,5$ В, ± 6 В. з підключеним навантаженням 51 Ом (один резистор на 51 Ом) і отримати значення напруги I_2 (схема рис. 5).
7. Провести обчислення внутрішнього опору джерела живлення r заданого варіанту використавши формулу (4), записати формулу і розрахунок.
8. Провести обчислення $E_{\text{розрах.}}$, використавши формулу (5), записати формулу і розрахунок.
9. Записати дані вимірювань і розрахунків в таблицю 1.
10. Накреслити схеми **рис. 1...рис. 5**.

Вимірювання по лабораторній роботі виконується протягом 2...3-х хвилин. Обчислення і оформлення лабораторної роботи протягом 20...25 хвилин. По обчисленому r можливо розрахувати струм короткого замикання – так при нарузі 6 В струм при короткому замиканні великої величини і може розплавити алюмінієву смужку. Внутрішній опір елементів типу АА невеликий, тому світлодіоди до такої батареї необхідно підключати через додатковий опір, а якщо підключити безпосередньо, то можна вивести їх з ладу.

Приклад проведення лабораторного практикума:

1. Проведемо вимірювання напруги на батареї без навантаження – $U_{\text{вим}} = 6,3$ В.
2. Проведемо вимірювання напруги на батареї з навантаженням опором на 102 Ом – $U_1 = 6,1$ В.
3. Проведемо вимірювання напруги на батареї з навантаженням опором 51 Ом – $U_2 = 5,9$ В.
4. Проведемо вимірювання струму в ланцюгу з навантаженням 102 Ом – $I_1 = 0,06$ А.
5. Проведемо вимірювання струму в ланцюгу з навантаженням 51 Ом – $I_2 = 0,116$ А.
6. Зробимо обчислення r по формулі 4, отримаємо $r = 3,57$ Ом.
7. Зробимо обчислення E по формулі 2, отримаємо $E_{\text{розрах.}} = 6,31$ В.

При виконанні лабораторного практикума можуть бути інші дані в зв'язку з тим, що батарея із «свіжих» елементів має r - невелике, а батарея після використання має значно більший внутрішній опір.

Література:

1. Бабин Дмитро Святославович, Інтернет, 11 клас (II курс) Визначення ЕРС та внутрішнього опору джерела струму

<https://radioelectronics-ur5ydn.jimdofree.com/11-клас-ii-курс-лабораторний-практикум-визначення-ерс-та-внутрішнього-опору-джерела-струму/>

Автор: Бабин Дмитро Святославович