

Лабораторна робота №5

ВИМІРЮВАННЯ ОПОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МІСТКА УІТСТОНА

МЕТА РОБОТИ: навчитись визначати величини невідомих опорів.

ОБЛАДНАННЯ: джерело напруги, магазин опорів, невідомі опори, гальванометр, міст МО-62.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Одним з елементів електричного кола є резистор. Останній перетворює енергію електричного струму I в теплову. Електричною характеристикою резистора є його опір R , який зв'язує струм I та напругу U згідно з законом Ома:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

Вираз (1) характеризує інтегральні властивості зразка. Диференціальною характеристикою речовини є її питомий опір ρ чи електропровідність $\sigma = 1/\rho$. Для циліндричного однорідного зразка опір R між торцями:

$$R = \rho \frac{l}{S}. \quad (2)$$

Тут l – довжина, а S – площа поперечного перерізу зразка.

Механізм перенесення зарядів різний для різних речовин. У металах – впорядкований дрейф електронів провідності на фоні теплового руху; в електролітах – зустрічний рух йонів протилежних знаків; у йонізованих газах – рухи електронів та йонів; у напівпровідниках – дрейф електронів чи дірок.

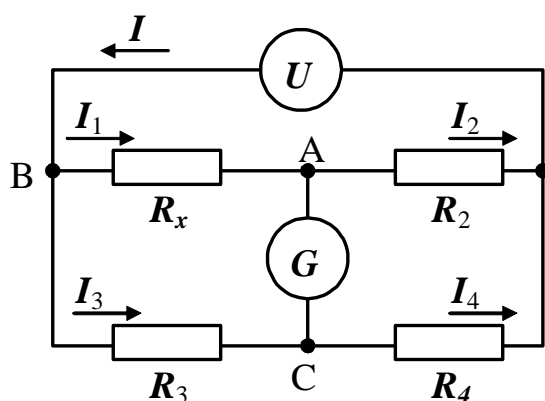


Рис.1.

Електропровідність залежить від концентрації та рухливості носіїв струму. В металах з ростом температури електропровідність зменшується, а в газах, електролітах та напівпровідниках – зростає. За дуже низьких температур деякі речовини стають надпровідниками.

При вимірюванні опорів резисторів використовують різні схеми,

найпоширенішою з яких є місткова. Місток Ч.Уїтстона, схема якого наведена на рис.1, складається з гальванометра G та чотирьох опорів R_x, R_4, R_2, R_3 . Струм I у вузлі В розгалужується на I_1 та I_3 . Змінюючи опір R_3 , можна добитись того, що потенціали φ в точках А і С будуть однаковими, тобто $\varphi_A = \varphi_C$. Тоді струм через гальванометр не протікатиме, а

$$I_1 = I_2; I_3 = I_4 . \quad (3)$$

Для аналізу розгалужених електричних мереж користуються правилами Кірхгофа. Перше правило: алгебрична сума струмів у вузлі дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 . \quad (4)$$

Тут n - кількість віток, які сходяться у вузлі. Струми, що входять у вузол, умовно вважаються додатними, а струми, які виходять з вузла – від'ємними. Друге правило: алгебрична сума добутків струмів віток на опори резисторів віток для довільного замкненого контура дорівнює алгебричній сумі е.р.с. ε_k , що діють у цьому контурі:

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{k=1}^m \varepsilon_k . \quad (5)$$

Якщо напрям обходу контура не співпадає з напрямком струму (або з напрямком е.р.с.) у контурі, то спад напруги (або е.р.с.) у контурі необхідно брати зі знаком мінус.

Запишемо друге правило Кірхгофа для контурів ВАС і ADC, вибравши обхід контура за годинниковою стрілкою:

$$I_1 R_x - I_3 R_3 = 0; \quad (6)$$

$$I_2 R_2 - I_4 R_4 = 0. \quad (7)$$

Поділивши рівняння (6) на рівняння (7) та врахувавши співвідношення (3), одержимо умову рівноваги моста:

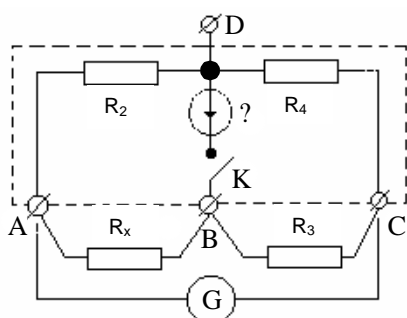


Рис.2.

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} . \quad (8)$$

З (8) отримуємо робочу формулу для знаходження невідомого опору:

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}. \quad (9)$$

Монтажна схема лабораторного обладнання наведена на рис.2.

Невідомий опір можна виміряти також за допомогою моста постійного струму МО-62 або омметром. Щоб виміряти невідомий опір мостом МО-62 необхідно:

1. Увімкнути прилад у сітку змінного струму.
2. Під'єднати невідомий опір до клем R_x .
3. На декадах множників встановити приблизне значення R_x .
4. Натиснути кнопку "грубо" і, повертаючи ручки множників " $\times 100\Omega$ ", " $\times 10\Omega$ ", " $\times 1\Omega$ " добитися, щоб стрілка гальванометра була на нулі. Відпустити кнопку "грубо".
5. Натиснути кнопку "точно" і знову встановити стрілку гальванометра на нуль.
6. При різких відхиленнях стрілки гальванометра кнопку "грубо" або "точно" негайно відпустити і покликати викладача. Не можна натискувати обидві кнопки одночасно.
7. Підрахувати невідомий опір згідно з формулою:

$$R_x = N(x_1 \cdot 100 + x_2 \cdot 10 + x_3 \cdot 1 + x_4 \cdot 0,1 + x_5 \cdot 0,01),$$

де x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 – відповідні покази множників, а N – показ перемикача відношення плечей моста.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Мостом МО-62 поміряти постійні опори R_2 та R_4 .
2. Зібрати електричне коло за схемою на рис. 2 і, після перевірки кола викладачем, приступити до роботи.
3. Знаючи приблизне значення невідомого опору R_x , за формулою (8) підрахувати приблизне значення R_3 .
4. На магазині опорів встановити одержане значення R_3 і замкнути вимикач K . Змінюючи опір R_3 добитись, щоб стрілка гальванометра була на нулі.
5. Згідно з формулою (9) підрахувати значення опору R_x .
6. Дослід проробити для трьох різних невідомих опорів.
7. Результати вимірювань і обчислень занести в таблицю.

№ п /п	R_2	R_4	R_x номінал	R_3 пораховане	R_3 поміряне	R_x пораховане	ΔR_x
1.							
2.							
3.							

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Сформулювати перше та друге правила Кірхгофа.
2. Описати роботу містка Уїтстона.
3. При якій умові струм через гальванометр не проходить?
4. Записати формулу закону Ома для однорідної ділянки кола в інтегральній формі.
5. Записати формулу закону Ома для повного кола.
6. Записати формулу для обчислення опору циліндричного металевого зразка.
7. Розказати правила роботи з мостом МО-62.
8. Записати робочу формулу для обчислення невідомого опору.
9. Що таке питомий опір та питома електропровідність.
10. Назвати розмірності питомих опору та електропровідності.