

Лабораторна робота №1

„Дослідження нерозгалуженого кола постійного струму”

Мета роботи. Експериментальна перевірка другого закону Кірхгофа шляхом виміру потенціалів точок замкненого контуру і співставлення цих даних з розрахунками. Набуття навиків в побудові потенціальної діаграми.

Прилади і обладнання.

1. Лабораторний стенд ЛЭС-5.
2. Амперметр Э-537.
3. Вольтметр Э-544.

Методичні вказівки

1. Потенціал точки електричного кола.

Потенціал відноситься до таких величин, які залежать від вибору точки відліку, тобто від точки з нульовим потенціалом.

Тому в ряді випадків зручно рахувати, що в колі існує точка з потенціалом рівним нулю, наприклад точка А (рис.1).

В цьому випадку між точками Б і А (рис.1) різниця потенціалів, або напруга $U_{БА} = \varphi_B - \varphi_A = \varphi_B$, так ми прийняли потенціал точки А $\varphi_A = 0$.

Таким чином, потенціал якої-небудь точки Б кола рівний напрузі $U_{БА}$ між точкою Б і точкою А, для якої потенціал рівний нулю.

2. Визначення знаків потенціалів.

Розглянемо два випадки ділянок кола. По-перше ділянку яка містить тільки опір (наприклад, ділянка АБ на рис.1). Знаки потенціалів на границях такої ділянки (точок А і Б) визначаються по напрямку струму. Відомо, що струм в опорі направлений від точки з вищим потенціалом до точки з нижчим потенціалом. Відповідно для вказаної ділянки $\varphi_B > \varphi_A$. Але $\varphi_B - \varphi_A = U_{БА} = r_1 \cdot I$, звідки $\varphi_B = \varphi_A + U_{БА}$, або при $\varphi_A = 0$ маємо $\varphi_B = U_{БА} = r_1 \cdot I$.

По-друге, ділянка, яка містить тільки е.р.с. (наприклад на рис.1 ділянка ББ'). В цьому випадку знаки потенціалів визначаються по напрямку е.р.с. джерела. Потенціал виводу „+” джерела завжди (при будь-якому напрямку струму) вищий за потенціал виводу „-”, тобто для вказаної ділянки кола $\varphi_B > \varphi_{Б'}$. Але $\varphi_B - \varphi_{Б'} = E_1$, звідки $\varphi_B = \varphi_{Б'} + E_1$.

3. Обчислення потенціалів.

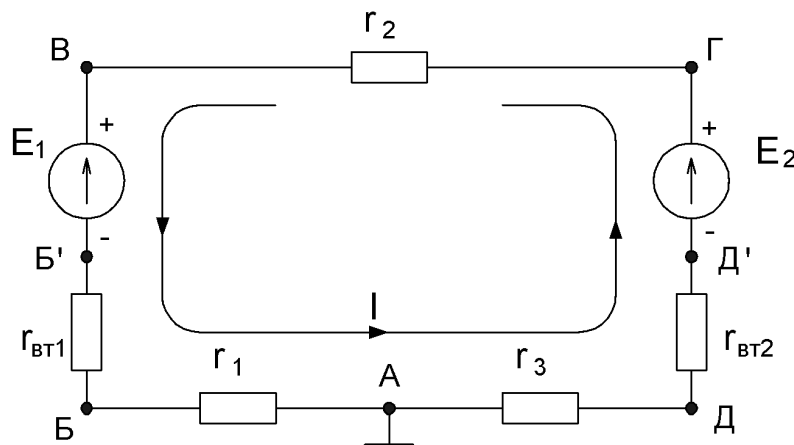


Рис.1

Обчислимо потенціали для кола зображеного на рис.1, для якого $E_1 = 18$ В; $E_2 = 32$ В; $r_1 = 4$ Ом; $r_2 = 3$ Ом; $r_3 = 5$ Ом; $r_{BT1} = r_{BT2} = 1$ Ом.

Спочатку обчислимо струм в колі. За другим законом Кірхгофа $E_1 + E_2 = r_1 \cdot I + r_{\text{вт1}} \cdot I + r_2 \cdot I + r_{\text{вт2}} \cdot I + r_3 \cdot I$, звідки

$$I = \frac{E_2 - E_1}{r_1 + r_2 + r_3 + r_{\text{вт1}} + r_{\text{вт2}}} = \frac{32 - 18}{4 + 3 + 5 + 1 + 1} = 1 \text{ A}$$

Визначаємо потенціали точок кола. Потенціал точки А приймемо рівним нулю $\varphi_A = 0$. Потенціал $\varphi_B > \varphi_A$, так як струм направлений від точки Б до точки А, тобто $\varphi_B - \varphi_A = r_1 \cdot I$, звідки

$$\varphi_B = \varphi_A + r_1 \cdot I = 0 + 4 \cdot 1 = 4 \text{ В.}$$

Джерело е.р.с. E_1 і внутрішнім опором $r_{\text{вт1}}$, яке працює в режимі споживача, приєднано до точок Б і В, тому

$$\varphi_V = \varphi_B + E_1 + r_{\text{вт1}} \cdot I = 4 + 18 + 1 \cdot 1 = 23 \text{ В.}$$

Отже потенціал точки В по відношенню до точки Б підвищується за рахунок E_1 (оскільки до точки В підключено його „+”) на величину $E_1 = 18 \text{ В}$ і за рахунок падіння напруги на опорі $r_{\text{вт1}}$ на величину $r_{\text{вт1}} \cdot I = 1 \cdot 1 = 1 \text{ В}$. Якби ми нехтували внутрішнім опором джерела, то потенціал точки В підвищувався б тільки на $E_1 = 18 \text{ В}$.

Потенціал $\varphi_\Gamma > \varphi_B$, так як струм тече від точки Г до точки В, тому

$$\varphi_\Gamma = \varphi_B + r_2 \cdot I = 23 + 3 \cdot 1 = 26 \text{ В.}$$

Джерело з е.р.с. E_2 і внутрішнім опором $r_{\text{вт2}}$ працює в режимі споживача, причому до точки Д підключено його „-”, тому

$$\varphi_D = \varphi_\Gamma - E_2 + r_{\text{вт2}} \cdot I = 26 - 32 + 1 \cdot 1 = -5 \text{ В.}$$

Потенціал $\varphi_A > \varphi_D$, тому

$$\varphi_A = \varphi_D + r_3 \cdot I = -5 + 5 = 0.$$

Отриманий результат підтверджує вірність розв’язку.

4. Побудова діаграма.

По обраних значеннях потенціалів різних точок кола будемо потенціальну діаграму рис.2.

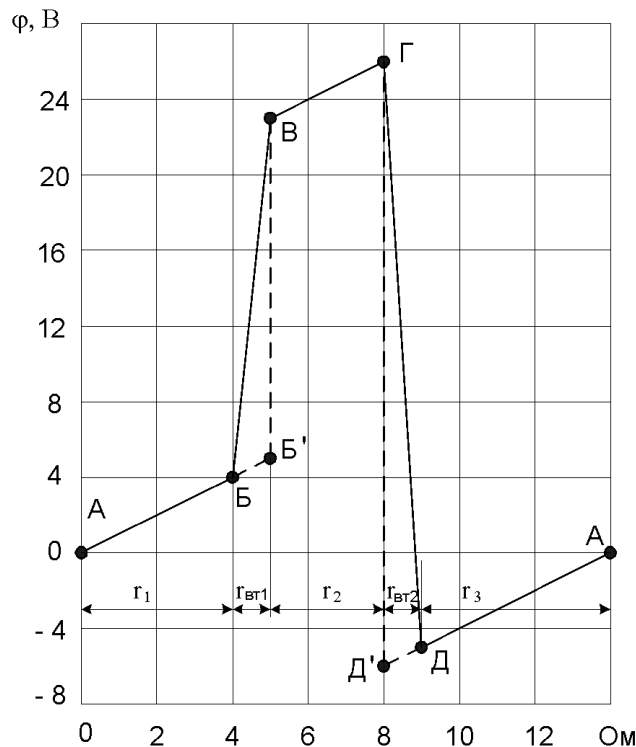


Рис.2

По осі x (або r) відкладаємо опори всіх опорів ділянок ($r_1, r_{вт1}, r_2, r_{вт2}, r_3$). Вони розміщуються в такій послідовності, як вони ввімкнені в колі на рис.1.

Так як вісь r являє собою ніби лінійну розгортку опорів замкненого контура, то на початку і в кінці цієї осі знаходиться одна і та ж точка A .

По осі y (або ϕ) відкладаються потенціалів точок з врахуванням їх знаку.

Робоче завдання

1. Ознайомитися з прикладами, необхідними для виконання роботи і записати основні технічні дані опорів і приладів.

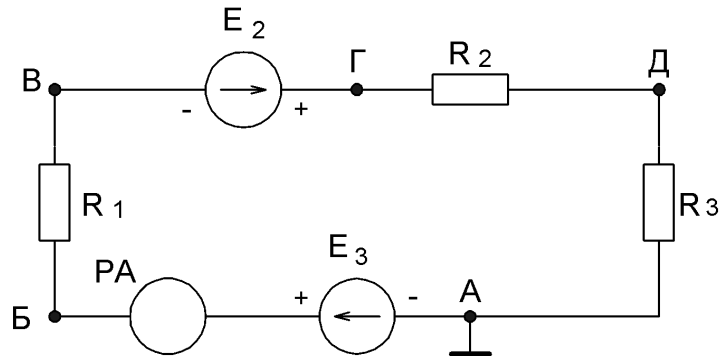


Рис.3

2. Зібрати схему (рис.3) і після її перевірки керівником занять ввімкнути загальний вимикач. Виміряти вольтметром е.р.с. кожного джерела живлення (E_2 - на щиту позначено U_2 , E_3 - на щиту позначено U_3). Після цього виміряти потенціали точок $B, В, Г, Д, A$, а також струм в колі. Результати вимірів записати в табл. 1.

Табл. 1

Результати вимірів								Результати розрахунків									
E_3 , В	E_2 , В	I , А	ϕ_A , В	ϕ_B , В	$\phi_{В}$, В	$\phi_{Г}$, В	$\phi_{Д}$, В	I , А	$U_{БВ}$, В	$U_{ГД}$, В	$U_{ДА}$, В	ϕ_A , В	ϕ_B , В	$\phi_{В}$, В	$\phi_{Г}$, В	$\phi_{Д}$, В	ϕ'_A , В

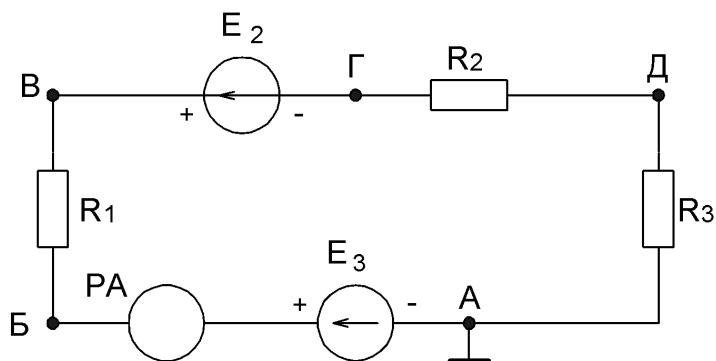


Рис.4

3. Зібрати схему (рис.4) і після перевірки її керівником виміряти струм в колі і потенціали точок $B, В, Г, Д, A$. Виміряти також струм в колі I . Результати вимірів записати в табл. 2.

Табл. 2

Результати вимірів								Результати розрахунків									
E_3 , В	E_2 , В	I , А	ϕ_A , В	ϕ_B , В	$\phi_{В}$, В	$\phi_{Г}$, В	$\phi_{Д}$, В	I , А	$U_{БВ}$, В	$U_{ГД}$, В	$U_{ДА}$, В	ϕ_A , В	ϕ_B , В	$\phi_{В}$, В	$\phi_{Г}$, В	$\phi_{Д}$, В	ϕ'_A , В

4. Використовуючи відомі значення R_1, R_2, R_3 , ($R_1=100\Omega$; $R_2=36\Omega$; $R_3=75\Omega$), а також виміряні значення E_2 і E_3 за другим законом Кірхгофа розрахувати струм в колі і падіння напруги на резисторах $U_1=U_{БВ}$, $U_2=U_{ГД}$, $U_3=U_{ДА}$. Обчислити потенціали точок $B, В, Г, Д$. Розрахунки провести для обох варіантів кола.

5. Побудувати на одному рисунку потенціальну діаграму по результатах вимірів і розрахунків для першого кола. На другому рисунку побудувати потенціальну діаграму по результатах вимірів і потенціальну діаграму по результатах розрахунків для другого кола.

Контрольні питання

1. Що таке електричний потенціал?
2. Як виміряти потенціал будь-якої точки електричного кола?
3. Що таке електрична напруга?
4. Назвіть ділянки та елементи електричного кола.
5. В чому полягає відмінність фізичної суті понять: електрична напруга та е.р.с.? Які їх напрямки?
6. Чому дорівнює напруга на затискачах джерела в різних режимах його роботи?
7. Що таке потенціальна діаграма?
8. Потенціал якої точки вважається рівним нулю?
9. Який порядок відкладання опорів на осі потенціальної діаграми?