

## Лабораторна робота №6

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДЖЕРЕЛА НАПРУГИ В РІЗНИХ РЕЖИМАХ

**МЕТА РОБОТИ:** визначити е.р.с. та внутрішній опір джерела, знайти залежність корисної потужності від режиму навантаження.

**ОБЛАДНАННЯ:** джерело напруги з амперметром, вольтметром та ключами, магазин опорів.

#### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Перше електричне джерело створив А.Вольта. Електродами джерела були мідь і цинк, поміщені в розчин гіркої солі. З того часу розроблено багато інших ґальванічних елементів, найпопулярнішими з яких є елементи Лекланше. Крім ґальванічних у техніці використовують термо-, фото-, п'єзоелектричні, електретні, магнетогідродинамічні, електрофорні та інші типи джерел. Найширше практичне застосування набули електромагнетодинамічні генератори та вторинні джерела. Незважаючи на різноманіття принципів дії, з електротехнічного боку всі джерела постійної напруги характеризують двома основними параметрами: електрорушійною силою (е.р.с.)  $\varepsilon$  та внутрішнім опором  $r$ . (Е.р.с. чисельно дорівнює роботі сил неелектростатичної природи по перенесенню одиниці додатного заряду всередині джерела.)

Джерела проектують для роботи в режимі певного навантаження, який називають номінальним (розрахунковим). Більшість джерел допускає можливість зміни навантаження аж до крайніх, які називаються: режим короткого замикання ( $R = 0$ ) та режим холостого ходу ( $R = \infty$ ).

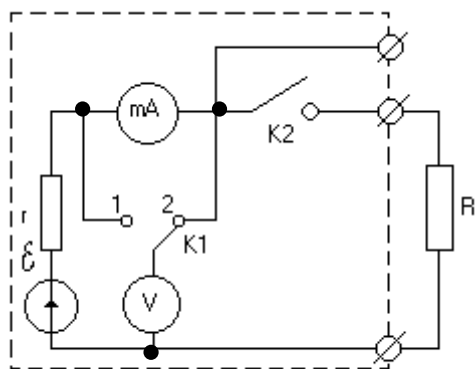


Рис.1.

Розглянемо електричну схему, зображену на рис.1. У режимі холостого ходу, коли ключ K2 розімкнений, джерело живлення з е.р.с.  $\varepsilon$  та внутрішнім опором  $r$  під'єднане виключно до вимірювальних приладів. Зважаючи, що опір вольтметра  $R_V$ , а опір амперметра  $R_A$ , запишемо рівняння закону Ома для повного кола при двох позиціях ключа K1:

$$U_{x1} + r \frac{U_{x2}}{R_V} = \varepsilon, \quad (1)$$

$$I_{x2} R_V = U_{x2}. \quad (2)$$

З виразу (2) просто обчислити опір  $R_V$  вольтметра.

У режимі короткого замикання, коли ключ  $K_2$  замкнений, а опір  $R=0$ , отримуємо два рівняння, які відповідають двом позиціям ключа  $K_1$ :

$$U_{K1} = I_{K1} R_A; \quad (3)$$

$$I_{K2}(r + R_A) = \varepsilon. \quad (4)$$

Зі співвідношення (3) можна визначити опір  $R_A$  амперметра. Розв'язуючи (1), (2) та (3) і (4), отримуємо вирази для обчислення внутрішнього опору:

$$r = \frac{U_{x1} - U_{k1} \frac{I_{K2}}{I_{K1}}}{I_{K2} - I_{k2} \frac{U_{x2}}{U_{x1}}} \quad (5)$$

та електрорушійної сили джерела

$$\varepsilon = U_{x1} + r \frac{U_{x1}}{U_{x2}} I_{x2}. \quad (6)$$

Потужність  $P$ , що виділяється на зовнішньому опорі  $R$  (корисну потужність), можна виразити, виходячи з закону Джоуля-Ленца:

$$P = I^2 R. \quad (7)$$

Враховуючи в (7) закон Ома для повного кола, отримаємо залежність корисної потужності  $P$  від струму  $I$ :

$$P = \varepsilon I - rI^2. \quad (8)$$

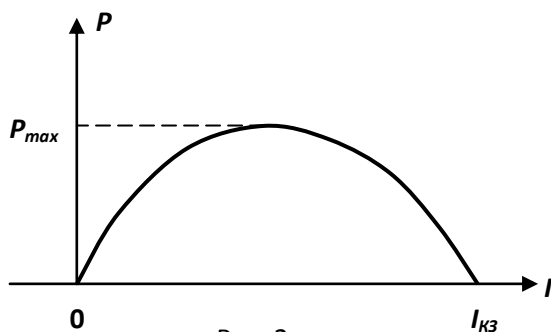


Рис. 2.

Задана функцією (8) крива описує параболу (див. рис.2) з максимумом при

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}. \quad (9)$$

Порівнюючи (9) із законом Ома для повного кола бачимо, що максимальна потужність  $P_{max}$  виділяється за умови:

$$R_1=r. \quad (10)$$

При протіканні струму  $I$  потужність розсіюється не лише на зовнішній, а і на внутрішній ділянці кола

$$P_{вн} = I^2 r. \quad (11)$$

Ефективність роботи джерела характеризують коефіцієнтом корисної дії (к.к.д.)  $\eta$ . Він дорівнює відношенню корисної до повної потужності джерела:

$$\eta = \frac{P}{P + P_{вн}} = \frac{I^2 R}{I^2 R + I^2 r} = \frac{R}{R + r}. \quad (12)$$

Для забезпечення к.к.д. джерела більше 90% внутрішній опір  $r$  не повинен перевищувати  $0,1R$ . Саме тому конструктори реальних джерел живлення прагнуть зменшити до мінімуму величину  $r$ .

### ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Скласти електричне коло за схемою рис.1.
2. Розімкнути ключ K2 і, перемикаючи ключ K1, виміряти значення  $U_{x1}$ ,  $U_{x2}$ ,  $I_{x2}$
3. Замкнути ключ K2 і, перемикаючи ключ K1, зняти покази  $I_{K1}$ ,  $I_{K2}$ ,  $U_{K1}$  при  $R=0$ .
4. Згідно з формулами (5) та (6) обчислити  $r$  та  $\varepsilon$ , а за формулою (3)  $R_A$  (опір амперметра разом з опором фідера). Дані занести в табл.1.

Табл.1.

$U_{x1}$	$U_{x2}$	$I_{x2}$	$U_{K1}$	$I_{K1}$	$I_{K2}$	$R_A$	$r$	$\varepsilon$

5. При замкненому ключі K2 перемкнути ключ K1 у позицію 1 зняти покази  $I$  та  $U$  при різних опорах  $R$ . Дані занести в табл.2.

Табл.2.

№	$R$	$I$	$U$	$P' = IU$	$P = I^2 R$	$\eta$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

6. Побудувати графік залежності  $P$  від  $I$ . Перевірити умову (10), вказати причини можливих відмінностей  $P$  та  $P'$  і зробити висновки .

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Описати будову гальванічного елемента.
2. Записати формулу закону Ома для повного кола.
3. Сформулювати закон Джоуля-Ленца в інтегральній формі.
4. Сформулювати закон Джоуля-Ленца в диференціальній формі.
5. Дати означення потужності струму.
6. Назвати режими роботи джерела.
7. Як визначити опір амперметра?
8. Дати означення електрорушійної сили.
9. Назвати декілька принципів побудови джерел електричного живлення.
10. Дати означення коефіцієнта корисної дії джерела.