

Дата: 01.02.01.2022

Викладач: Біяковська Тетяна Леонідівна

Предмет: Електротехнічні вимірювання

Група № 2Е-1

Урок № 39-40

Тема: Амперметри і вольтметри. Вимірювання електричних струмів і напруг.

Тема уроку: Вимірювання напруги, сили струму, опору та потужності

Мета уроку: ознайомитися та вивчити будову вимірювального приладу, визначити принцип його дії.

Тип уроку: комбінований.

ХІД УРОКУ:

**Вимірювання напруги.** Напруга вимірюється **вольтметром**. Умовне позначення вольтметра на електричних схемах приведено на рис. 6.1.а. Вольтметр вмикається паралельно ділянці кола, напруга на якій вимірюється.

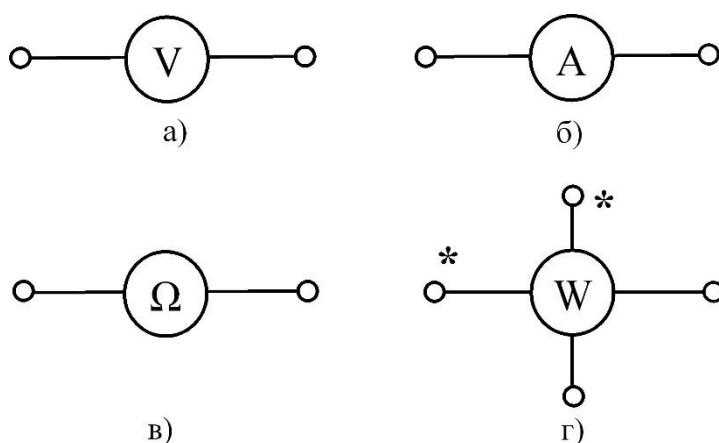


Рис. 6.1 – Умовні позначення на електричних схемах: а – вольтметр, б – амперметр, в – омметр, г – ватметр

**Вимірювання сили струму.** Сила струму вимірюється **амперметром**. Умовне позначення амперметра на електричних схемах приведено на рис. 6.1, б. Амперметр вмикається послідовно ділянці кола, сила струму в якій вимірюється (рис. 1.3).

**Вимірювання опору.** Найбільш просто виміряти опір за допомогою амперметра та вольтметра (рис. 1.3). Амперметром вимірюється сила струму  $I$  в опорі. Вольтметром вимірюється напруга  $U$  на затискачах опору. За законом Ома розраховується величина

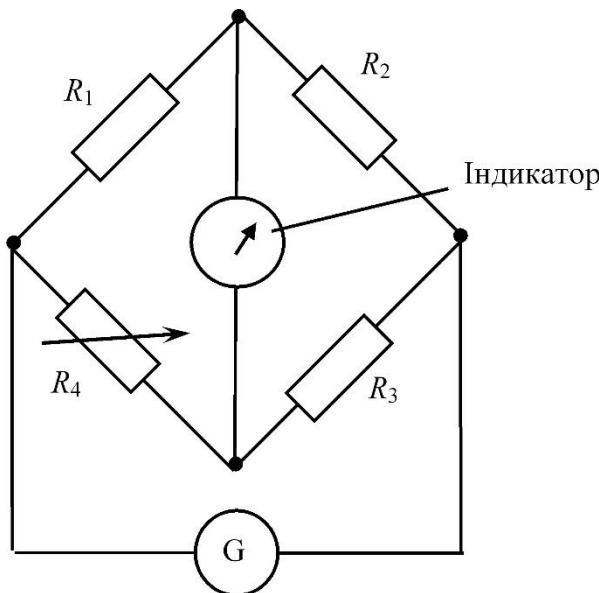
$$R = \frac{U}{I}$$

опору:

Другим способом вимірювання опору є застосування спеціального приладу – **омметра**. Умовне позначення омметра на електричних схемах приведено на рис. 6.1, в. Залежно від конструкції омметр вмикається послідовно або паралельно ділянці кола, опір якої вимірюється.

Третім способом вимірювання опору є застосування мостових схем.

**Одинарний вимірювальний міст** – прилад для вимірювання електричного опору постійному або змінному струму методом порівняння зі зразковим опором у схемі замкнутого чотирикутника (рис. 6.2).



**Рис. 6.2 – Одинарний міст для вимірювання опору**

Плечі з резисторами з опорами  $R_1$  і  $R_2$  називають **плечима відношення**. Ці резистори виконуються постійними або ступенево-змінними. Плече з резистором з опором  $R_3$  називають **плечем виміру**. Плече з резистором з опором  $R_4$  називають **плечем порівняння**. Резистор з опором  $R_4$  виконують змінним.

При співвідношеннях між опорами плечей моста

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$$

напруга на його плечі виміру дорівнює нулю і струм в індикаторі напруги відсутній – міст знаходиться в рівновазі. З умови рівноваги моста, знаючи опір трьох його плечей, можна визначити невідомий опір за формулою:

$$R_3 = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_4$$

За допомогою одинарного вимірювального мосту можна вимірювати опори величиною від одного Ом до десятків МОм. Менші значення опорів (наприклад, переходні опори електричних контактів) вимірюються за допомогою **подвійного вимірювального мосту** (рис. 6.3).

На рис. 6.3 позначено:  $R_3$  – вимірюваний опір,  $R_4$  – зразковий опір.

Умова рівноваги подвійного мосту:

$$R_3 = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_4 \quad R_2 = \frac{R'_2}{R'_1} \cdot R_1$$

Опір  $R_4$  до умови рівноваги не входить.

**Вимірювання потужності.** Активну потужність електричного кола постійного струму або однофазного змінного струму можна виміряти за допомогою амперметра та вольтметра (рис. 1.3). Амперметром вимірюється сила **струму**  $I$  в опорі. Вольтметром вимірюється напруга  $U$  на затискачах опору. Активна потужність розраховується за формулою:

$$P = U \cdot I$$

Для безпосереднього **вимірювання активної потужності однофазного кола змінного струму** застосовують спеціальний прилад – **ватметр**. Умовне позначення ватметра на електричних схемах приведено на рис. 6.1, г. Ватметр відноситься до приладів електродинамічної системи, має дві обмотки (струмову обмотку та обмотку напруги) та, відповідно, чотири затискачі (виводи) для підключення в електричне коло. Два затискачі називаються генераторними (позначаються зіркою), інші два затискачі служать для підключення навантаження. При помилковому вмиканні затискачів стрілка ватметра буде відхилятися у зворотному напрямку.

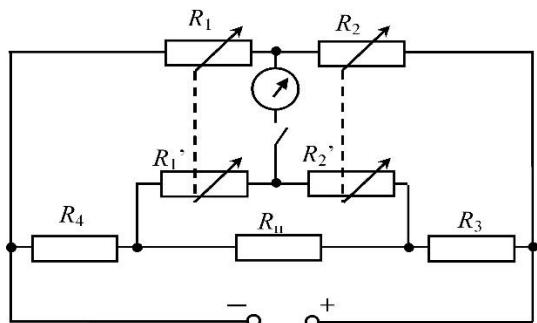


Рис. 6.3 – Подвійний міст для вимірювання малих опорів

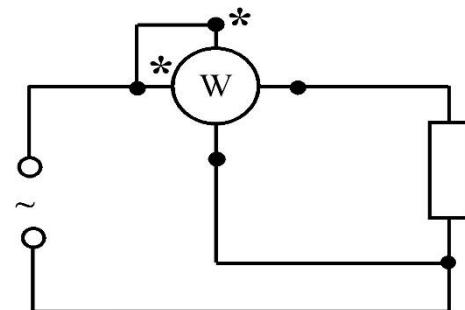


Рис. 6.4 – Схема вмикання однофазного ватметра для вимірювання активної потужності однофазного електричного кола

Схема вмикання однофазного ватметра для вимірювання активної потужності однофазного електричного кола приведена на рис. 6.4.

Для **вимірювання реактивної потужності в однофазних колах** застосовується спеціальний прилад – **варметр**. Правила вмикання варметра у електричне коло є аналогічними правилам вмикання ватметра.

**Вимірювання потужності трифазних кіл.** Вимірювання потужності при симетричному навантаженні здійснюється одним однофазним ватметром, показання якого помножуються на 3. Схема вмикання однофазного ватметра для з'єднання споживача "зіркою" та "трикутником" приведена на рис. 6.5 та рис. 6.6 відповідно.

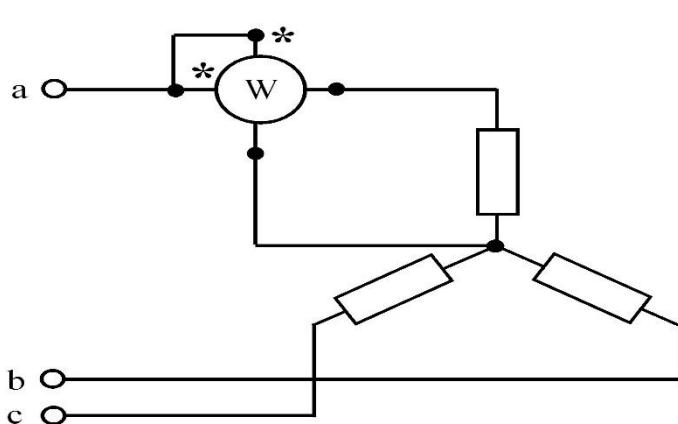


Рис. 6.5 – Схема вмикання однофазного ватметра для вимірювання активної потужності трифазного кола при симетричному навантаженні та з'єднанні "зіркою"

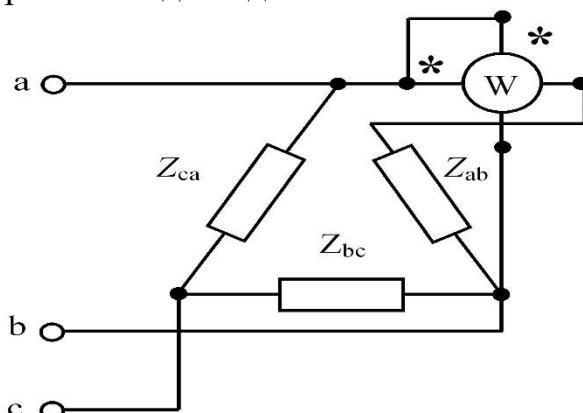
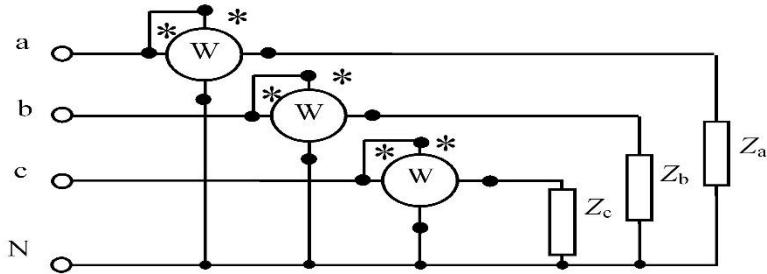


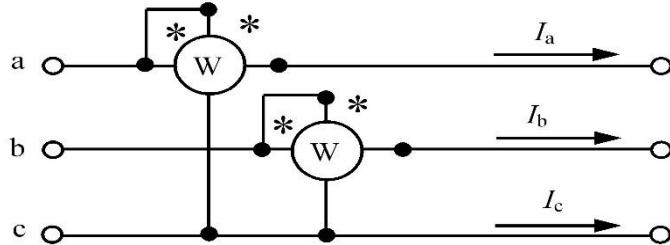
Рис. 6.6 – Схема вмикання однофазного ватметра для вимірювання активної потужності трифазного кола при симетричному навантаженні та з'єднанні "трикутником"

При вимірюванні потужності у трифазній мережі зі з'єднанням приймача "зіркою" з нейтральним провідником (несиметричне навантаження) використовують три однофазних ватметри (рис. 6.7). У цьому випадку сумарна потужність мережі буде дорівнювати сумі показань усіх трьох ватметрів.



**Рис. 6.7 – Схема вимикання однофазних ватметрів для вимірювання активної потужності трифазного кола при несиметричному навантаженні та з'єднанні споживача "зіркою"**

Для вимірювання потужності трифазної мережі при несиметричному навантаженні фаз при з'єднанні "трикутником" застосовують **метод двох ватметрів**. Схема для застосування методу двох ватметрів подана на рис. 6.8.



**Рис. 6.8 – Схема вимірювання потужності методом двох ватметрів**

Перший ватметр вимірює потужність:

$$I_a \cdot U_{ac} = I_a \cdot (U_a - U_c)$$

Другий ватметр вимірює потужність:

$$I_b \cdot U_{bc} = I_b \cdot (U_b - U_c)$$

Сумарна потужність дорівнює:

$$P = I_a \cdot (U_a - U_c) + I_b \cdot (U_b - U_c) = I_a \cdot U_a + I_b \cdot U_b - U_c \cdot (I_a + I_b)$$

Враховуючи, що

$$I_a + I_b + I_c = 0 \Rightarrow (I_a + I_b) = -I_c$$

отримуємо

$$P = I_a \cdot U_a + I_b \cdot U_b + I_c \cdot U_c$$

Тобто потужність кола дорівнює сумі вимірів двох ватметрів.

На практиці також застосовують трифазні ватметри, які безпосередньо вимірюють потужність, що споживається з мережі.

### Контрольні запитання

1. Що таке ватметр?
2. Що таке омметр?
3. Що таке варметр?
4. Що таке одинарний вимірювальний міст?
5. Що таке потужність?

Виконані завдання та конспект надсилати на електронну адресу: [mTanatko@ukr.net](mailto:mTanatko@ukr.net)  
Обов'язково вказувати № групи та ПП учня.