

## Badanie woltomierza

### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z różnymi układami nastawienia napięcia oraz metodami jego pomiaru za pomocą różnych typów woltomierzy i nabranie umiejętności posługiwania się woltomierzem, jak również poznanie warunków, zasad i właściwości woltomierzy magnetoelektrycznych, oraz metod ich sprawdzania.

### 2. Podstawy teoretyczne:

Napięciem elektrycznym występującym między dwoma punktami danego obwodu nazywamy różnicę potencjałów między tymi punktami  $U_{AB} = V_A - V_B$ . Można je zdefiniować jako stosunek pracy potrzebnej do przeniesienia ładunku  $Q$  z punktu A do punktu B do wartości tego ładunku –  $U_{AB} = W_{AB} / Q$ .

Dla źródła prądu stałego napięcie występujące pomiędzy jego zaciskami jest równe sile elektromotorycznej SEM pomniejszonej o spadek napięcia na jego rezystancji wewnętrznej  $U = SEM - IR_w$ .

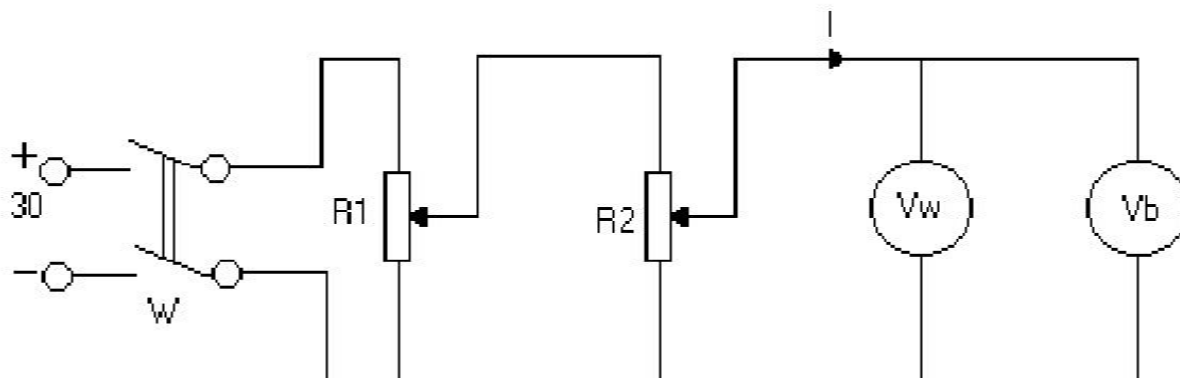
Napięcie elektryczne mierzy się woltomierzem. Do pomiarów napięcia w obwodach prądu zmiennego używa się głównie woltomierzy elektromagnetycznych. Do pomiaru napięcia stałego są przeznaczone głównie woltomierze magnetoelektryczne. Woltomierz włączamy do obwodu równolegle. Trzeba przy tym pamiętać że miernik ten wpinamy do obwodu z zachowaniem biegunowości, gdyż wskazówka woltomierza wychyla się w jedną stronę. Zasada działania miernika magnetoelektrycznego polega na oddziaływaniu pola magnesu trwałego na uzwojenie z prądem elektrycznym. Organem ruchomym miernika może być też miniaturowy magnes trwały umieszczony wewnątrz nieruchomej cewki z prądem. Najczęściej stosuje się magnes trwały, który wraz z nabiegownikami i rdzeniem z materiału ferromagnetycznego miękkiego, stanowią nieruchome (ciężkie) elementy. Te elementy służą do wytwarzania w szczelinie powietrznej promieniowego pola magnetycznego o stałej wartości indukcji  $B$ . W woltomierzu źródłem momentu napędowego jest wzajemne oddziaływanie stałego pola magnetycznego i uzwojenia, przez które płynie prąd. W urządzeniu tego typu organem ruchowym jest cewka znajdująca się w polu magnesu trwałego, nawinięta na ramce i przymocowana do osi. Do osi jest przymocowana wskazówka i masy dodatkowe tak dobrane, aby środek ciężkości organu ruchomego znajdował się dokładnie w osi cewki. Wychylenie  $\alpha$  wskazówki jest wprost proporcjonalne do napięcia  $U$ . Podziałka miernika wyskalowana w jednostkach napięcia elektrycznego jest więc podziałką

regularną. Rezystancja wewnętrzna woltomierza  $R_v$  jest duża, gdyż powinien on stanowić w obwodzie przerwę. Jednak chociaż rezystancja wewnętrzna jest duża, przez woltomierz pomimo to płynie prąd, który powoduje niedokładność pomiarów. Często spotykamy woltomierze wielozakresowe. Każdy zakres ma inną rezystancję wewnętrzną. Woltomierz ma określoną stałą  $C_v$ , która jest równa stosunkowi zakresu woltomierza  $Z_v$  przez maksymalne wychylenie w działkach  $\alpha_{\max}$ .  $C_v = Z_v / \alpha_{\max}$  [V / dz]. Kiedy podczas pomiaru odczytujemy liczbę działek  $\alpha$ , to napięcie wyliczymy ze wzoru  $U = C_v * \alpha$ , gdzie  $U$  – napięcie mierzone,  $C_v$  – stała woltomierza,  $\alpha$  - wychylenie w działkach. W praktyce często występuje potrzeba pomiaru wartości napięcia większej niż największy zakres miernika. Dołącza się wtedy do przyrządu układ rozszerzający jego zakres. W przypadku woltomierza układ taki stanowi rezystor dodatkowy (posobnik) połączony z nim szeregowo. Posobnik taki ma wartość  $R_b = R_v * (m - 1)$ , gdzie  $R_b$  – rezystancja posobnika,  $R_v$  – rezystancja wewnętrzna woltomierza,  $m$  – określa ile razy chcemy powiększyć zakres pomiarowy woltomierza.

Woltomierze magnetoelektryczne sprawdza się w takich samych warunkach i w podobny sposób jak amperomierze magnetoelektryczne. Układy do sprawdzania woltomierzy magnetoelektrycznych muszą zapewnić płynne nastawienie żądanej wartości napięcia. Podczas sprawdzenia woltomierza należy wyznaczyć błąd bezwzględny miernika  $\Delta X = X_m - X_p$ , który jest różnicą między wartością  $X_m$  wskazaną przez miernik badany, a wartością poprawną  $X_p$ , wskazaną przez miernik wzorcowy. Błąd względny przyrządu obliczamy ze wzoru  $\delta = \Delta X / X_p$ .

### 3. Przebieg ćwiczenia

I. Porównanie wskazań woltomierza wzorcowego ze wskazaniami woltomierza badanego.



Lp.	Zb	Zw	Cb	Cw	$\alpha_b$	$\alpha_w$	Ub	Uw
	[V]	[V]	[V/dz]	[V/dz]	[dz]	[dz]	[V]	[V]
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								

$$C_{w1} = Z_w / \alpha_{max}$$

$$C_{b1} = Z_b / \alpha_{max}$$

$$C_{w2} = Z_w / \alpha_{max}$$

$$C_{b2} = Z_b / \alpha_{max}$$

$$U_{w1} = C_{w1} * \alpha_1$$

$$U_{b1} = C_{b1} * \alpha_1$$

$$U_{w2} = C_{w2} * \alpha_2$$

$$U_{b2} = C_{b2} * \alpha_2$$

Zw – zakres woltomierza wzorcowego

Zb – zakres woltomierza badanego

Cw – stała woltomierza wzorcowego

Cb – stała woltomierza badanego

$\alpha_w$  – wychylenie wskazówki woltomierza wzorcowego

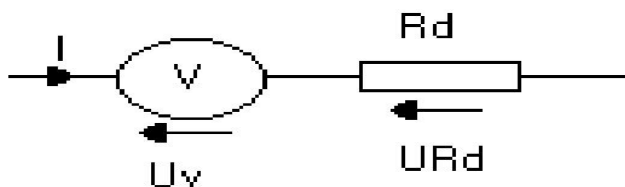
$\alpha_b$  – wychylenie wskazówki woltomierza badanego

Uw – napięcie zmierzone woltomierzem wzorcowym

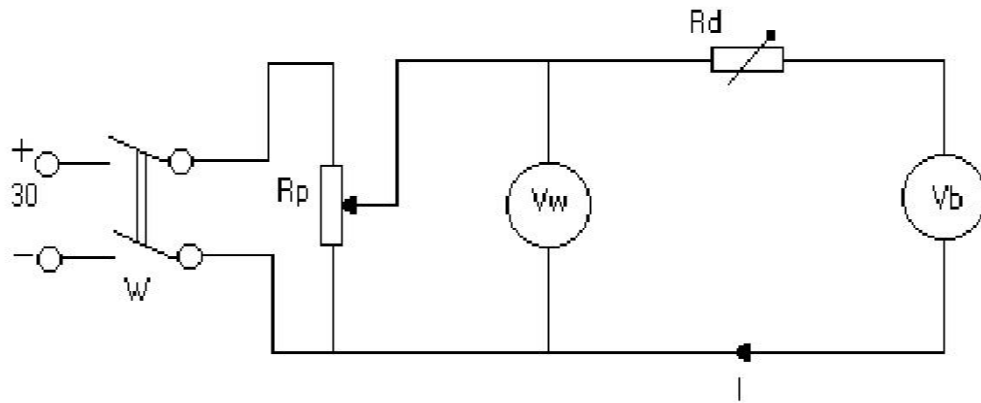
Ub – napięcie zmierzone woltomierzem badanym

## II. Poszerzenie zakresu pomiarowego woltomierza

- Wyrowadzenie wzoru na posobnik
- Obliczanie i dobór posobnika



- Porównanie wskazań woltomierza wzorcowego ze wskazaniami woltomierza badanego o poszerzonym zakresie



Lp.	$Z_w$	$Z_b$	$R_d$	$R_v$	$\alpha_w$	$\alpha_b$	$U$
	[V]	[V]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[dz]	[dz]	[V]
1.							
2.							
3.							

$$C_w = Z_w / \alpha_{\max}$$

$$R_d = R_v * (m-1)$$

$$U_1 = C_w * \alpha_1$$

$$U_2 = C_w * \alpha_2$$

$$m = 2$$

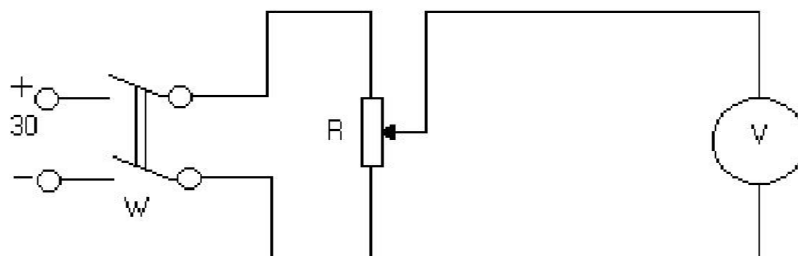
$$U_3 = C_w * \alpha$$

$R_v$  – rezystancja wewnętrzna woltomierza badanego

$R_d$  – rezystancja posobnika

$m$  – krotność poszerzenia

### III. Układ jednostopniowy regulacji napięcia w obwodzie prądu stałego



Lp.	$Z_w[V]$	$C_w[V/dz]$	$\alpha[dz]$	$U[V]$
1				
2				
3				
4				
5				

$$U_1 = C_w * \alpha_1$$

$$U_2 = C_w * \alpha_2$$

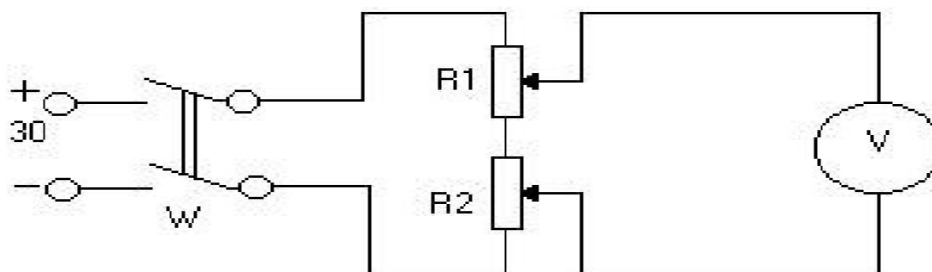
$$U_3 = C_w * \alpha_3$$

$$U_5 = C_w \alpha$$

$$U_4 = C_w * \alpha_4$$

$$C_w = Z_w / \alpha_{max}$$

#### 4. Układ dwustopniowy regulacji napięcia



$R1 = 80\Omega$			$R2 = 338\Omega$		
$U_{min}$	$U_{max}$	$\Delta U$	$U_{min}$	$U_{max}$	$\Delta U$
[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]

$$\Delta U = U_{min} - U_{max}$$

$$\Delta U = U_{max} - U_{min}$$

$$\Delta U = U_{min} - U_{max}$$

$$\Delta U = U_{min} - U_{max}$$