

## Ćwiczenie nr 9

### Pomiar rezystancji metodą porównawczą.

#### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest praktyczne poznanie różnych metod pomiaru rezystancji, a konkretnie zapoznanie się z metodą porównawczą.

#### 2. Dane znamionowe

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia zapoznać się i odnotować w protokole dane znamionowe i zakresy pomiarowe sprzętu i przyrządów pomiarowych.

#### 3. Zagadnienia wprowadzające

Metoda porównawcza pomiaru rezystancji polega na porównaniu wielkości mierzonej z wzorcem. Metoda ta zaliczana jest do metod bezpośrednich. Stosowane są dwa układy pomiarowe:

- do pomiaru małych rezystancji,
- do pomiaru dużych rezystancji.

Do pomiaru małych rezystancji stosuje się metodę porównawczą zwaną napięciową - schemat układu pomiarowego jak na rys.1. Jeżeli prąd  $I$  płynący w obwodzie przez rezystory  $R_X$  i  $R_d$  będzie stały mimo dowolnego przyłączenia woltomierza, to spadki napięć na oporach będą proporcjonalne do ich rezystancji zgodnie ze wzorem:

$$\frac{U_X}{R_X} = \frac{U_d}{R_d}$$

a stąd:

$$R_X = \frac{U_X}{U_d} \cdot R_d$$

Ze względu na to, że metoda ta służy do pomiaru małych rezystancji, do zasilania układu stosuje się źródło o niskim napięciu oraz opornik suwakowy  $R_S$ , który ogranicza prąd w obwodzie umożliwiając także jego regulację.

Do pomiaru dużych rezystancji, powyżej  $100\text{k}\Omega$  stosuje się metodę porównawczą zwaną prądową - schemat układu pomiarowego jak na rys.2. W układzie tym występuje zależność: przy stałym napięciu zasilającym, rezystancja mierzona  $R_X$  jest tyle razy mniejsza/większa od wzorcowej  $R_d$  ile razy prąd  $I_X$  płynący przez rezystancję mierzoną będzie większy/mniejszy od prądu płynącego przez  $R_d$ . Można przyjąć, że:

$$\frac{R_X}{R_d} = \frac{I_d}{I_X}$$

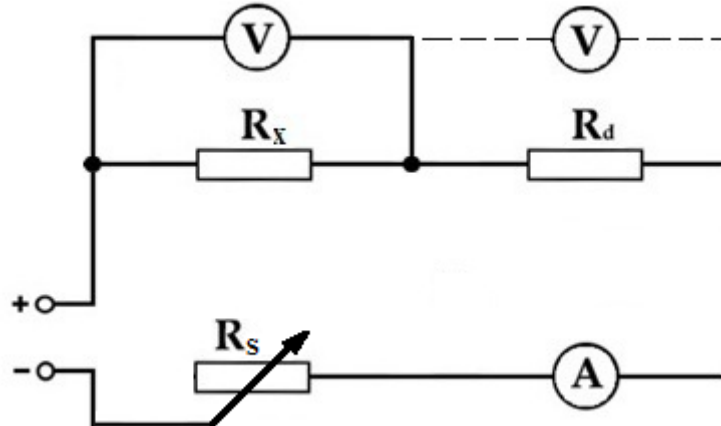
stąd:

$$R_X = \frac{I_d}{I_X} \cdot R_d$$

#### 4. Program ćwiczenia

##### 4.1 Pomiar rezystancji - metoda napięciowa

Zmontować układ pomiarowy jak na rys.1.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego dla metody napięciowej.

##### Metoda napięciowa - sposób 1:

- na rezystorze wzorcowym  $R_d$  ustawić rezystancję wskazaną przez nauczyciela,
- woltomierz przyłączyć do rezystora  $R_x$ , rezystor  $R_s$  nastawiać na wartość maksymalną rezystancji,
- rezystorem  $R_s$  ustawić taką wartość prądu w obwodzie, aby uzyskać odpowiednio duże wskazanie woltomierza,
- odczytać z woltomierza wartość napięcia  $U_x$  - wynik zanotować w tabeli 1,
- przełączyć woltomierz do rezystora  $R_d$  i odczytać wartość napięcia  $U_d$  - wynik zanotować w tabeli 1,
- obliczyć wartość rezystancji  $R_x$  na podstawie wzoru:  $R_x = \frac{U_x}{U_d} \cdot R_d$ .

Wykonać po trzy pomiary dla trzech różnych rezystancji  $R_x$ , wyniki zestawić w tabeli 1.

Tabela 1: Wyniki pomiarów dla metody napięciowej.

	$U_x$	$U_d$	$R_d$	$I$	$R_x$	$R_{XW}$	$R_n$	$\Delta R_x$	$\delta R_x$	Uwagi
	[V]	[V]	[ $\Omega$ ]	[mA]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[%]	
$R_{X1}$										
$R_{X2}$										
$R_{X3}$										

gdzie:

$U_x$  – napięcie na rezystorze badanym  $R_x$ ,

$U_d$  – napięcie na rezystorze wzorcowym  $R_d$ ,

$R_d$  – rezystancja rezystora wzorcowego,

$I$  - natężenie prądu płynącego w układzie pomiarowym,  
 $R_X$  – obliczona rezystancja rezystora badanego,  
 $R_{XW}$  – rezystancja wypadkowa (średnia) rezystora badanego z trzech pomiarów,  
 $R_n$  – wartość znamionowa rezystancji rezystora badanego,  
 $\Delta R_X$  – błąd bezwzględny pomiaru rezystancji:

$$\Delta R_X = R_{XW} - R_n$$

$\delta R_X$  – błąd względny pomiaru rezystancji:

$$\delta R_X = \frac{\Delta R_X}{R_n} \cdot 100\%$$

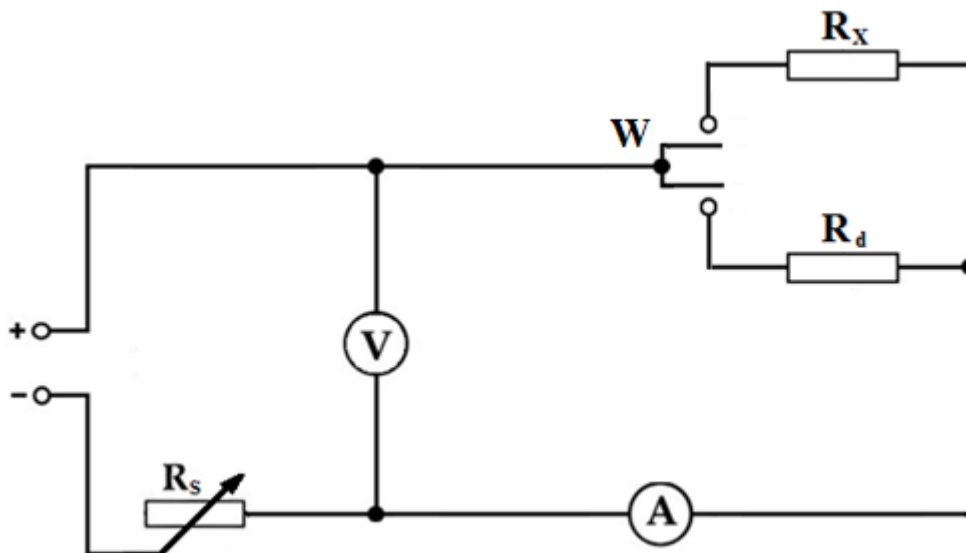
#### Metoda napięciowa - sposób 2:

- przyłączyć do rezystora  $R_X$  woltomierz  $V_1$ , a do rezystora  $R_d$  woltomierz  $V_2$ ,
- w obu woltomierzach ustawić jednakowy zakres pomiarowy,
- rezystorem  $R_S$  ustawić żadaną wartość prądu w obwodzie,
- tak regulować wartość rezystora wzorcowego  $R_d$ , aby uzyskać jednakowe wskazania na obu woltomierzach,
- po uzyskaniu jednakowych wskazań woltomierzy, rezystancja rezystora badanego  $R_X$  jest równa rezystancji rezystora wzorcowego  $R_d$ , przy której nastąpiło zrównanie wskazań woltomierzy.

Wykonać po trzy pomiary dla trzech różnych rezystancji  $R_X$ , wyniki zestawić w tabeli sporządzonej na wzór tabeli 1.

#### **4.2 Pomiar rezystancji - metoda prądowa**

Zmontować układ pomiarowy jak na rys.2.



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego dla metody prądowej.

#### Metoda prądowa:

- rezystor  $R_S$  nastawić na wartość maksymalną rezystancji,
- jednym z klawiszy łącznika świecznikowego  $W$  włączyć w obwód rezystor  $R_X$  (rezystor  $R_d$  pozostaje odłączony),

- rezystorem  $R_S$  ustawić taką wartość prądu w obwodzie, aby uzyskać odpowiednio duże wskazanie woltomierza,
- odczytać z amperomierza wartość prądu  $I_X$  - wynik zanotować w tabeli 2,
- odłączyć od obwodu rezystor  $R_X$ , a drugim klawiszem łącznika świecznikowego  $W$  włączyć w obwód rezystor wzorcowy  $R_d$ ,
- tak regulować wartość rezystora wzorcowego  $R_d$ , aby na amperomierzu uzyskać wskazanie identyczne jak w przypadku obwodu z rezystorem  $R_X$ ,
- po uzyskaniu jednakowych wskazań amperomierza dla obwodu z rezystorem  $R_X$  i dla obwodu z rezystorem  $R_d$ , rezystancja rezystora badanego  $R_X$  jest równa rezystancji rezystora wzorcowego  $R_d$ , przy której nastąpiło zrównanie wskazań amperomierza dla obu pomiarów.

Wykonać po trzy pomiary dla trzech różnych rezystancji  $R_X$ , wyniki zestawić w tabeli 2.

Tabela 2: Wyniki pomiarów dla metody prądowej.

	$I_X$	$I_d$	$R_d$	$U$	$R_X$	$R_{XW}$	$R_n$	$\Delta R_X$	$\delta R_X$	Uwagi
	[mA]	[mA]	[ $\Omega$ ]	[V]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]	[%]	
$R_{X1}$										
$R_{X2}$										
$R_{X3}$										

gdzie:

$I_X$  – prąd płynący przez rezystor badany  $R_X$ ,

$I_d$  – prąd płynący przez rezystor wzorcowy  $R_d$ ,

$R_d$  – rezystancja rezystora wzorcowego,

$U$  - napięcie wskazane przez woltomierz,

$R_X$  – obliczona rezystancja rezystora badanego,

$R_{XW}$  – rezystancja wypadkowa (średnia) rezystora badanego z trzech pomiarów,

$R_n$  – wartość znamionowa rezystancji rezystora badanego,

$\Delta R_X$  – błąd bezwzględny pomiaru rezystancji:

$$\Delta R_X = R_{XW} - R_n$$

$\delta R_X$  – błąd względny pomiaru rezystancji:

$$\delta R_X = \frac{\Delta R_X}{R_n} \cdot 100\%$$

UWAGA: Pomiary można wykonywać dopiero po sprawdzeniu układu przez nauczyciela prowadzącego zajęcia.

## 5. Zagadnienia sprawdzające

- 1) Wyprowadzić wzór  $R_X = \frac{U_X}{U_d} \cdot R_d$  i uzasadnić dlaczego zamiast wielkości  $U_X$  i  $U_d$  można podstawić wartości wychyleń wskazówki woltomierza  $\alpha_x$  i  $\alpha_d$ ?
- 2) Omówić zakres pomiarowy metody porównawczej napięciowej.

- 3) Wyprowadzić wzór  $R_X = \frac{I_d}{I_X} \cdot R_d$  i omówić go.
- 4) Omówić zakres pomiarowy metody porównawczej prądowej.
- 5) Obliczyć dokładność pomiaru w obu metodach.
- 6) Wymienić kryteria, od których zależy wybór metody pomiaru rezystancji.
- 7) Powiedzieć jakim wartościom rezystancji mierzonej  $R_X$  odpowiadają wskazania  $\alpha = \alpha_{\max}$  i  $\alpha = 0$  omomierza szeregowego, a jakim omomierza równoległego?
- 8) Omówić charakter podziałki omomierza szeregowego i równoległego.
- 9) Czym różnią się metody pomiaru rezystancji między sobą?
- 10) W jakich zakresach oporności stosuje się metodę porównawczą prądową?
- 11) Omówić metodę porównawczą pomiaru rezystancji.