

KATEDRA ELEKTRONIKI

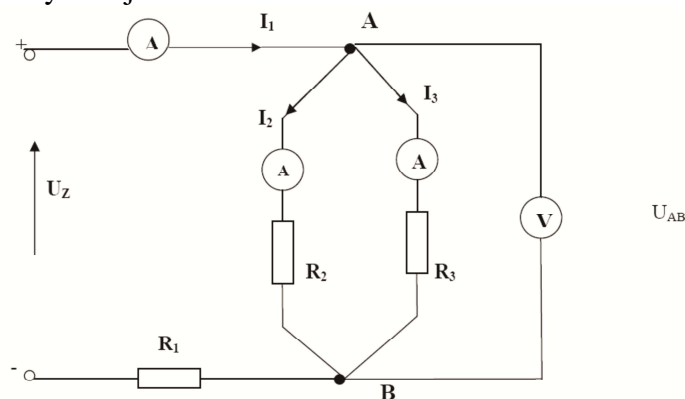
LABORATORIUM PODSTAW ELEKTRONIKI

**SPRAWDZANIE I PRAWA KIRCHHOFFA,
II PRAWA KIRCHHOFFA**

Cel ćwiczenia :

Doświadczalne sprawdzenie wzorów na zastępczą rezystancję rezystorów łączonych szeregowo i równolegle, sprawdzenie praw Ohma i Kirchhoffa.

1. Mieszane łączenie rezystancji :



Rys 1. Schemat pomiarowy układu

Sprawdzić w układzie połączeń jak na rysunku 1 , rozptyw prądów, poziomy napięć i obliczyć rezystancję zastępczą R_{AB} i R_Z . Na podstawie danych podanych przez prowadzącego należy obliczyć pozostałe wielkości występujące w tabeli 1. (Przykładowe zadania do wykonania przedstawiono w tabeli 2). Następnie zmontować układ, ustawić wartości rezystorów R_1, R_2, R_3 , podać obliczoną wartość napięcia zasilającego U_Z . Przyrządy powinny wskazać wartości obliczone na podstawie praw Ohma i Kirchhoffa. Wskazania przyrządów wpisujemy do tabeli 1. Oblicz również rezystancję zastępczą R_Z trzech rezystorów R_1, R_2, R_3 , posługując się prawem Ohma.

Wzory przydatne do obliczeń.

$$R_Z = \frac{U_Z}{I_1} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}, \quad U_{AB} = I_1 \cdot R_{AB}, \quad I_1 = I_2 + I_3$$
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad R_{AB} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}, \quad R_2 = \frac{U_{AB}}{I_2}, \quad R_3 = \frac{U_{AB}}{I_3},$$

Tabela 1.

Sposób połączenia	U_Z	U_{AB}	I_1	I_2	I_3	R_1	R_2	R_3	R_{AB}	R_Z
$(R_3 // R_2) + R_1$	V	V	A	A	A	A	Ω	Ω	Ω	Ω
Wpisać wyniki obliczeń										
Wpisać wyniki wskazań przyrządów						—	—	—	—	—

W tabeli 2 przedstawiono przykładowe dane zadań do obliczeń w ramach przygotowania do zajęć laboratoryjnych.

Tabela 2.

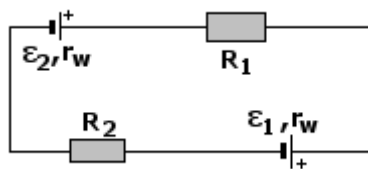
lp	Sposób połączenia	U_Z	U_{AB}	I_1	I_2	I_3	R_1	R_2	R_3	R_{AB}	R_Z
	$(R_3 // R_2) + R_1$	V	V	mA	mA	mA	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
1		15	6,65					200	400		
3			12			40	100	300			
9			16	100			60		$4R_2$		
13		12,2		105	80				320		
19		15		120			50		100		
21			10	150			30		$2R_2$		

W sprawozdaniu należy przedstawić sposób wyliczenia danej wielkości i wyjaśnić różnice między obliczonymi wartościami a wskazaniami przyrządów.

Przykłady rozwiązywania obwodów z wykorzystaniem PRAW KIRCHHOFFA I OHMA

Zadanie 1

Ile wynosi natężenie prądu w obwodzie przedstawionym na rysunku?

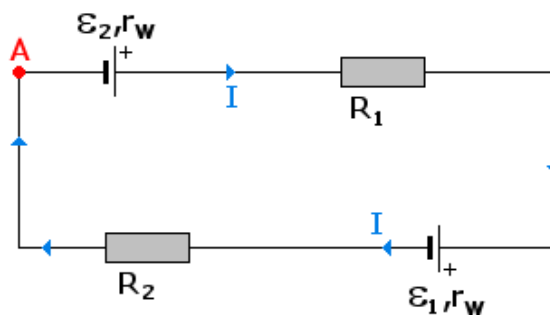


Dane:

$$\varepsilon_1 = 2V; \quad \varepsilon_2 = 9V; \quad R_1 = 2\Omega; \quad R_2 = 10\Omega; \quad r_w = 1\Omega$$

Oblicz: $I = ?$

Rozwiązanie



W obwodzie przedstawionym na rysunku siły elektromotoryczne ε_1 i ε_2 są połączone przeciwnie. O kierunku płynięcia prądu I w obwodzie zewnętrznym decyduje więc źródło o większej sile elektromotorycznej. Ponieważ $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$, więc w obwodzie

zewnątrznym prąd płynie od bieguna dodatniego (+) do bieguna ujemnego (-) przez opór R_1 , źródło ε_1 i opór R_2 .

Aby wyliczyć szukane natężenie prądu, skorzystamy z II prawa Kirchhoffa.

Wystartujemy z dowolnego punktu obwodu (np. z A) i przejdziemy cały obwód zgodnie z kierunkiem prądu, aż do chwili, gdy znów znajdziemy się w punkcie wyjścia. Po drodze będziemy notować skoki napięcia na poszczególnych elementach obwodu (oporniki zmniejszają napięcie, podobnie jak siły elektromotoryczne "przeciwnie zwrócone" do kierunku prądu).

Zgodnie z II prawem Kirchhoffa suma tych skoków napięcia jest równa zero.

$$\varepsilon_2 - Ir_w - IR_1 - \varepsilon_1 - Ir_w - IR_2 = 0$$

$$V_A + \varepsilon_2 - Ir_w - IR_1 - \varepsilon_1 - Ir_w - IR_2 = V_A$$

Oczywiście dwa powyższe zapisy są równoznaczne, drugi jest bardziej elegancki. ;-)
Z tego wzoru możemy wyliczyć teraz szukane natężenie prądu:

$$\varepsilon_2 - Ir_w - IR_1 - \varepsilon_1 - Ir_w - IR_2 = 0$$

$$Ir_w + IR_1 + Ir_w + IR_2 = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$$

$$I(r_w + R_1 + r_w + R_2) = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$$

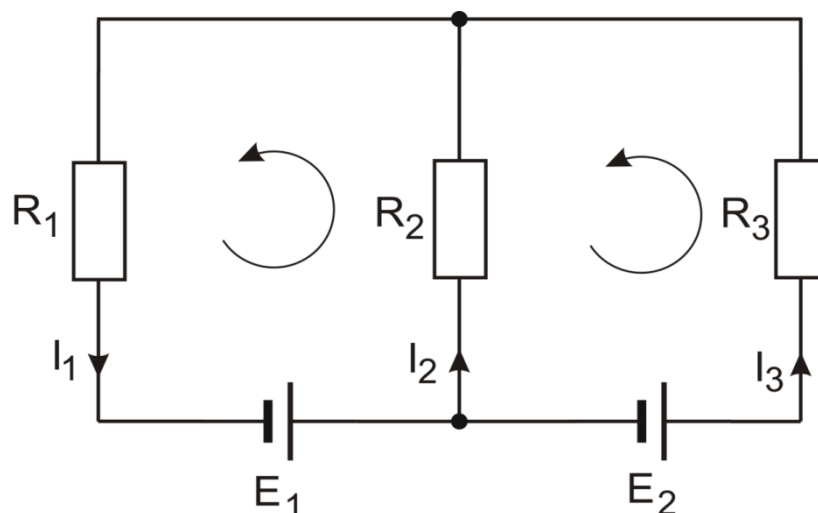
$$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2r_w + R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{9 - 2}{2 \cdot 1 + 2 + 10}$$

$$I = 0.5 [A]$$

Zadanie 2

Oblicz prądy płynące w obwodzie jak na rysunku, dla danych: $R_1=1\Omega$; $R_2=2\Omega$; $R_3=3\Omega$.
 $E_1=2V$; $E_2=4V$



Rozwiązanie

Z I prawa Kirchhoffa (prawo zachowania ładunku)

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (1)$$

Z II prawa Kirchhoffa (prawo zachowania energii)

$$E_1 - I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 \quad (2)$$

$$E_2 - I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0 \quad (3)$$

Podstawiając (1) do wzoru (2) otrzymamy

$$E_1 - I_2 R_1 - I_3 R_1 - I_2 R_2 = 0 \quad (4)$$

$$E_2 - I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0 \quad (5)$$

Z równania (4) $I_3 R_1 = E_1 - I_2 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - I_2 (R_1 + R_2)$

$$I_3 = \frac{E_1 - I_2 (R_1 + R_2)}{R_1}$$

podstawiamy do równania (5) otrzymamy

$$E_2 - [E_1 - I_2 (R_1 + R_2)] \frac{R_3}{R_1} - I_2 R_2 = 0$$

Po podstawieniu danych otrzymamy

$$4 - 2 - I_2 \cdot 3 \cdot \frac{3}{1} - 2I_2 = 0$$

$$2 - 7I_2 = 0$$

$$\text{stąd } I_2 = \frac{2}{7} A$$

Z równania (5)

$$I_3 = \frac{E_2 - I_2 R_2}{R_3} = \frac{4 - \frac{2}{7} \cdot 2}{3} = \frac{8}{7} A$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = \frac{8}{7} + \frac{2}{7} = \frac{10}{7} A$$