

## Ćwiczenie 12

### Temat: Prawa Kirchhoffa w obwodach prądu stałego.

#### Cel ćwiczenia

Wyrobienie umiejętności łączenia obwodów elektrycznych rozgałęzionych oraz sprawdzenie praw prądu stałego. Czytanie schematów elektrycznych. Obsługa przyrządów pomiarowych i badanie urządzeń elektronicznych, w oparciu o przedstawione schematy układów pomiarowych. Przestrzeganie przepisów bhp podczas ćwiczenia.

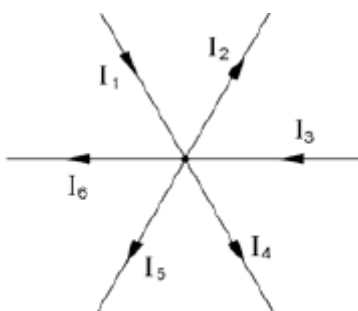
#### Materiał nauczania

##### I prawo Kirchhoffa

Pierwsze prawo Kirchhoffa mówi, że dla każdego węzła obwodu elektrycznego suma algebraiczna prądów jest równa zero.

$$\sum_{\alpha} I_{\alpha} = 0$$

Symbol  $\alpha$  odpowiada indeksom prądów w danym węźle. Suma algebraiczna oznacza, że do równania podstawia się wartości prądów ze znakami, zależnymi od ich kierunku. Prądy dopływające do węzła posiadają znak „+”, natomiast odpływające znak „-”.



Rys. 12. Przykładowy węzeł obwodu elektrycznego

Na rys. 12, pokazano przykładowy węzeł obwodu elektrycznego z zaznaczonymi kierunkami prądów: prądy  $I_1$  oraz  $I_3$  skierowane są do węzła, zatem mają znak „+”, natomiast prądy  $I_2$ ,  $I_4$  oraz  $I_5$  i  $I_6$  odpływają z węzła, opatrzymy je zatem znakiem „-”. Dla przedstawionego węzła można napisać równanie w myśl I prawa Kirchhoffa:

$$I_1 + I_3 - I_2 - I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

Równanie to możemy przekształcić do postaci:

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5 + I_6 = 0$$

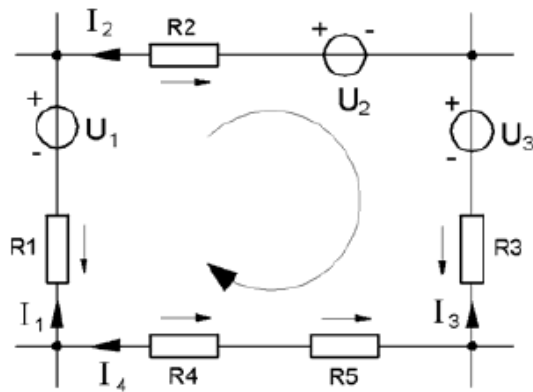
Po jednej stronie równania znajduje się suma prądów dopływających do węzła, natomiast po drugiej suma prądów odpływających z węzła. Zatem I prawo Kirchhoffa wynikające z powyższej postaci można przedstawić w następujący sposób: dla każdego węzła obwodu elektrycznego suma prądów dopływających do węzła jest równa sumie prądów odpływających od węzła.

##### II prawo Kirchhoffa

II prawo Kirchhoffa mówi, że w każdym oczku obwodu elektrycznego prądu stałego suma algebraiczna napięć źródłowych i odbiornikowych jest równa zero.

$$\sum_{\alpha} U_{\alpha} + \sum_{\beta} R_{\beta} I_{\beta} = 0$$

$U_{\alpha}$  oznacza napięcia źródłowe, natomiast wyrażenie  $R_{\beta} I_{\beta}$  oznacza napięcia odbiornikowe występujące na rezystancjach danego oczka. Symbole  $\alpha$ ,  $\beta$  odpowiadają indeksom źródeł napięcia, rezystorów i prądów. Suma algebraiczna oznacza, że zarówno napięcia źródłowe jak i odbiornikowe sumowane są ze znakiem.



**Rys.13.** Przykładowe oczko obwodu rozgałęzionego prądu stałego

Rysunek 13 przedstawia przykładowe oczko obwodu rozgałęzionego prądu stałego, składające się z czterech gałęzi (w każdej płynie inny prąd).

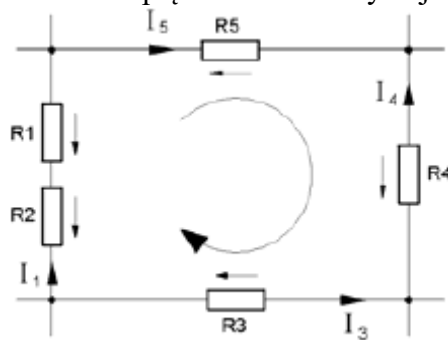
Poniżej podany jest algorytm analizy takiego fragmentu obwodu elektrycznego.

1. Zaznaczamy prądy w poszczególnych gałęziach.
2. Zaznaczamy zwroty napięć odbiornikowych.
3. Przyjmujemy teraz tzw. obiegowy zwrot oczka, który zaznaczamy strzałką wewnątrz oczka (na rysunku oznaczony zaokrągloną strzałką umieszczoną wewnątrz oczka).
4. Zapisujemy równanie wynikające z II prawa Kirchhoffa, rozpoczynając rozpatrywanie od dowolnego punktu oczka, zgodne z przyjętym zwrotem obiegowym. Jeśli strzałka napięcia źródłowego lub odbiornikowego jest zgodna ze zwrotem obiegowym oczka, to napięcie to, zapisujemy w równaniu ze znakiem „+”, a jeżeli jest przeciwna to ze znakiem „-”.

W rozpatrywanym oczku napięcie źródłowe  $U_1$ , oraz napięcia na rezystorach  $R_2$  i  $R_3$  są zgodne z przyjętym zwrotem obiegowym oczka, zatem przyjmują znak „+”. Natomiast napięcia źródłowe  $U_2$  oraz  $U_3$ , oraz napięcia na rezystorach  $R_1$ ,  $R_4$  i  $R_5$  są przeciwne do tego zwrotu, czyli przyjmują znak „-”. Dla rozpatrywanego przez nas oczka równanie przyjmuje postać:

$$U_1 + I_2 R_2 - U_2 - U_3 + I_3 R_3 - I_4 R_4 - I_5 R_5 - I_1 R_1 = 0$$

W oczku bez źródeł napięcia suma algebraiczna napięć odbiornikowych jest równa zero.



**Rys. 14.** Przykładowe oczko obwodu rozgałęzionego prądu stałego bez źródeł napięcia

W oczku z rys. 14 napięcia na rezystorze  $R_3$  i  $R_4$  są zgodne z przyjętym zwrotem obiegowym oczka, zatem przyjmują znak „+”. Natomiast napięcia na rezystorach  $R_1$ ,  $R_2$  i  $R_5$  są przeciwne do tego zwrotu, czyli przyjmują znak „-”. Dla tego oczka równanie II prawa Kirchhoffa przyjmuje postać:

$$- I_1 R_2 - I_1 R_1 - I_5 R_5 + I_4 R_4 + I_3 R_3 = 0$$

II prawo Kirchhoffa stosuje się również do analizy obwodów elektrycznych nierozgałęzionych, ponieważ taki obwód to jedno oczko.

### ODPOWIEDZ NA PYTANIA I WYKONAJ ĆWICZENIA

1. Jak zaznaczamy kierunek prądu w obwodach prądu stałego?
2. Jak zaznaczamy kierunek prądu i napięcia na elementach źródłowych?
3. Jak zaznaczamy kierunek prądu i napięcia na elementach odbiorczych?
5. Jak brzmi I prawo Kirchhoffa?
6. Jakie znaki przyjmują prądy odpływające od węzła, a jakie dopływające do niego?
7. Jak brzmi II prawo Kirchhoffa?
8. W jaki sposób analizujemy oczko obwodu prądu stałego?

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: <b>Prawa Kirchhoffa w obwodach prądu stałego</b>	Nr ćw <b>13</b>	Klasa 1TEZ	Grupa 1	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samoocena	Wykonanie	Ogólna

Cel ćwiczenia;

## PLAN DZIAŁANIA

### Ćwiczenie 1

Wykonaj pomiary prądu i spadków napięcia na rezystorach w nierozgałęzionym obwodzie prądu stałego, złożonym z jednego źródła napięcia i trzech rezystorów. Oblicz spadki napięć na poszczególnych rezystorach zgodnie z prawem Ohma:

$$U_1 = I \cdot R_1, U_2 = I \cdot R_2, U_3 = I \cdot R_3.$$

Dla badanego obwodu sprawdź prawdziwość II prawa Kirchhoffa.

Tabela obliczeń i wyników pomiarów.

Rezystor [ $\Omega$ ]	Spadek napięcia [V]	Prąd [mA]	Obliczona wartość spadku napięcia [V]
$R_1 =$			$U_1$
$R_2 =$			$U_2$
$R_3 =$			$U_3$

- 1) przeanalizować treść zadania,
- 2) zaprojektować nierozgałęziony obwód prądu stałego,
- 3) narysować schemat pomiarowy,
- 4) zgromadzić potrzebną aparaturę i elementy elektryczne,
- 5) zapisać oznaczenia wybranych przyrządów,
- 6) wybrać tryby pracy mierników,
- 7) połączyć układ pomiarowy,
- 8) wykonać pomiary napięć i prądu w układzie,
- 9) zapisać wyniki w tabeli wyników pomiarów i obliczeń,
- 10) obliczyć spadki napięć na poszczególnych rezystorach zgodnie z prawem Ohma:

$$U_1 = I \cdot R_1 \quad U_2 = I \cdot R_2 \quad U_3 = I \cdot R_3,$$

- 11) zapisać dla badanego obwodu równanie II prawa Kirchhoffa,
- 12) sprawdzić prawdziwość II prawa Kirchhoffa dla badanego obwodu,
- 13) porównać obliczone wartości z wartościami uzyskanymi z pomiarów,
- 14) oszacować dokładność pomiarów i sformułować wnioski,
- 15) sporządzić sprawozdanie z ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

– zasilacz stabilizowany napięcia stałego +15 V, – zasilacz stabilizowany napięcia stałego +5 V – rezystory:  $R = 1k\Omega/1W$ ;  $R = 1,8k\Omega/1W$ ;  $R = 2,2k\Omega/1W$ , – 2 mierniki uniwersalne analogowe, 2 mierniki uniwersalne cyfrowe.

Wykaz materiałów

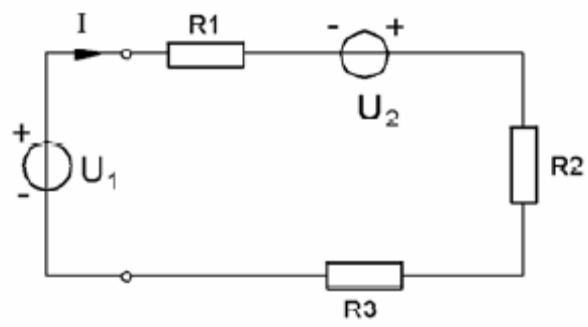
.....  
.....  
.....  
.....

Wykaz narzędzi i sprzętu

.....

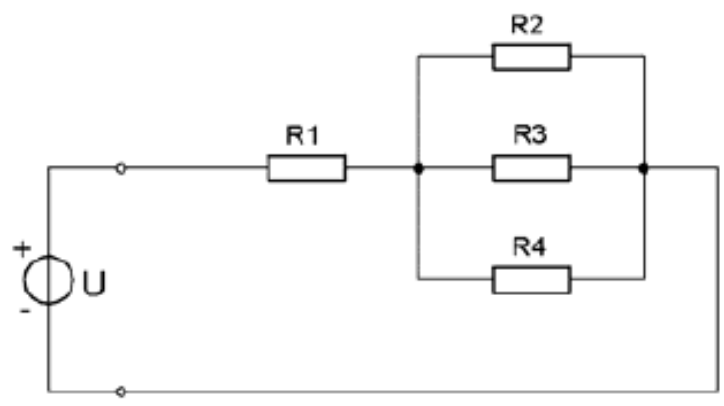
.....  
 Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.  
 .....  
 .....

**SCHEMAT**



**Ćwiczenie 2**

**Sprawdź prawdziwość I prawa Kirchhoffa w obwodzie rozgałęzionym prądu stałego przedstawionym na rysunku.**



Schemat obwodu rozgałęzionego prądu stałego

Tabela obliczeń i wyników pomiarów.

Rezystor [ $\Omega$ ]	Prąd [mA]
$R_1 =$	
$R_2 =$	
$R_3 =$	
$R_4 =$	

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeanalizować treść zadania,
- 2) zgromadzić potrzebną aparaturę i elementy elektryczne,
- 3) zapisać oznaczenia wybranych przyrządów,
- 4) wybrać tryby pracy mierników,
- 5) narysować schemat pomiarowy pozwalający na sprawdzenie I prawa Kirchhoffa,
- 6) połączyć układ pomiarowy,
- 7) wykonać pomiary prądów w układzie,
- 8) zapisać wyniki w tabeli wyników pomiarów i obliczeń,

- 9) zapisać dla badanego obwodu równanie I prawa Kirchhoffa
- 10) sprawdzić prawdziwość I prawa Kirchhoffa dla badanego obwodu,
- 11) oszacować dokładność pomiarów,
- 16) sformułować wnioski,
- 17) sporządzić sprawozdanie z ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zasilacz stabilizowany napięcia stałego +15 V,
- rezystory:  $R=1k\Omega/1W$ ;  $R=1,5k\Omega/1W$ ;  $R=2,2k\Omega/1W$ ;  $R=4,7\Omega/2W$ ,
- 2 mierniki uniwersalne analogowe,
- 2 mierniki uniwersalne cyfrowe.

Wykaz materiałów

.....

.....

.....

.....

Wykaz narzędzi i sprzętu

.....

.....

.....

.....

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

.....

.....

.....

## **WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA**

### **Odpowiedz na pytania**

1. Jak zaznaczamy kierunek prądu w obwodach prądu stałego?
2. Jak zaznaczamy kierunek prądu i napięcia na elementach źródłowych?
3. Jak zaznaczamy kierunek prądu i napięcia na elementach odbiorczych?
5. Jak brzmi I prawo Kirchhoffa?
6. Jakie znaki przyjmują prądy odpływające od węzła, a jakie dopływające do niego?
7. Jak brzmi II prawo Kirchhoffa?
8. W jaki sposób analizujemy oczko obwodu prądu stałego?