Podstawy elektrotechniki

Elektryk i Ślusarz

1. **Obwody rozgałęzione**
2. **I i II prawo Kirchhoffa**
3. **Szeregowe łączenie oporów**
4. **Równoległe łączenie oporów**
5. **Mieszane łączenie oporów**

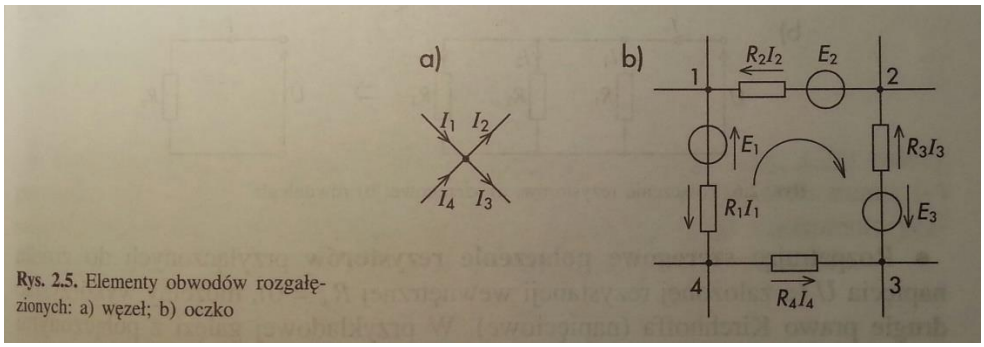
Rozgałęzione obwody prądu stałego. Prawa Kirchhoffa

Z prostymi obwodami elektrycznymi prądu stałego mamy do czynienia dość często. Przykładem jest obwód elektryczny latarki kieszonkowej. Jednakże w elektrotechnice, a szczególnie w elektronice większość obwodów elektrycznych to obwody bardzo złożone. Prosty obwód elektryczny nazywamy obwodem nierozgałęzionym. Ma on tylko jedną gałąź – tj. odcinek obwodu, w którym płynie prąd o określonej wartości. Złożone obwody, w których skład może wchodzić wiele źródeł napięcia i wiele odbiorników, nazywamy obwodami rozgałęzionymi.

W każdym obwodzie rozgałęzionym można wyróżnić tzw. oczka i węzły (rys.2.5)

Węzeł obwodu (rys. 2.5a) jest punktem obwodu elektrycznego, w którym łączą się co najmniej trzy jego gałęzie.

Oczko obwodu (rys. 2.5b) stanowi zamkniętą drogę dla przepływu prądu elektrycznego złożoną z kilku gałęzi. Usunięcie dowolnej gałęzi z oczka sprawia, że pozostałe gałęzie nie tworzą już zamkniętej drogi dla przepływu prądu.



Rys. 2.5. Elementy obwodów rozgałęzionych: a) węzeł; b) oczko

Gdy znamy już pojęcia gałęzi, węzła i oczka obwodu rozgałęzionego, możemy przystąpić do sformułowania dwóch praw, odkrytych w 1845r. przez niemieckiego fizyka Gustava R. Kirchhoffa.

I prawo Kirchhoffa (nazywane prawem prądowym) brzmi: suma algebraiczna prądów wpływających do węzła obwodu elektrycznego jest równa sumie prądów wypływających z niego.

II prawo Kirchhoffa (nazywane prawem napięciowym) mówi, że suma algebraiczna sił elektromotorycznych i spadków napięć w każdym z oczek obwodu elektrycznego jest równa zeru.

Prawa te, wraz z poznanym wcześniej prawem Ohma, mają podstawowe znaczenie w obliczeniach obwodów elektrycznych.

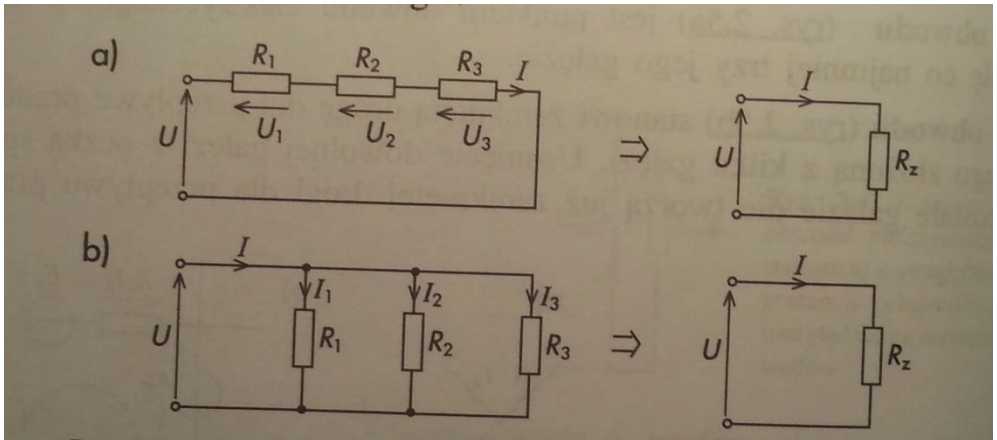
Szeregowe i równoległe połączenie rezystorów.

W obwodach elektrycznych mamy do czynienia z różnymi rodzajami połączeń elementów. Dwa podstawowe i jednocześnie najprostsze to połączenia szeregowe i równoległe.

Połączenie szeregowe elementów charakteryzuje się tym, że przez wszystkie elementy przepływa ten sam prąd (rys. 2.6a).

Połączenie równoległe elementów charakteryzuje się tym, że na wszystkich elementach panuje to samo napięcie (rys. 2.6b).

Zastosowanie praw Kirchhoffa umożliwia obliczanie wartości zastępczych sił elektromotorycznych, rezystancji, pojemności i indukcyjności elementów połączonych szeregowo lub równolegle.



Rys. 2.6. Połączenie rezystorów: a) szeregowe; b) równoległe

- Rozpatrując szeregowe połączenie rezystorów przyłączonych do źródła napięcia U (o założonej rezystancji wewnętrznej $R_w = 0$) możemy wykorzystać drugie prawo Kirchhoffa (napięciowe). W przykładowej gałęzi z połączonymi szeregowo trzema rezystorami R1, R2, R3 (rys. 2.6a) prąd elektryczny I płynący w każdym z rezystorów ma taką samą wartość. Suma spadków napięć na trzech rezystorach, równa napięciu źródła:

$$U = U_1 + U_2 + U_3.$$

Zgodnie z prawem Ohma:

$$U_1 = R_1 \cdot I; \qquad U_2 = R_2 \cdot I; \qquad U_3 = R_3 \cdot I;$$

Zatem:

$$U = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

Przy analizowaniu obwodów elektrycznych często celowe jest sprowadzanie rezystancji kilku rezystorów do jednej tzw. rezystancji zastępczej Rz. Dla przykładowego szeregowego połączenia trzech rezystorów:

$$R_z = R_1 + R_2 + R_3$$

Czyli:

$$U = R_z \cdot I$$

- W przypadku równoległego połączenia rezystorów (rys. 2.6b), do wyznaczenia ich rezystancji zastępczej możemy wykorzystać pierwsze prawo Kirchhoffa (prądowe). Suma prądów wpływających z trzech rezystorów do węzła, równa całemu prądowi pobieranemu przez układ:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Zgodnie z prawem Ohma:

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \cdot U.$$

Stąd otrzymujemy zależność, z której możemy obliczyć rezystancję zastępczą:

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Czyli:

$$I = \frac{1}{R_z} \cdot U$$

Zadanie 1.

Do obwodu składającego się z czterech rezystorów połączonych szeregowo doprowadzono napięcie U = 220 V. Oblicz wartość rezystancji zastępczej obwodu, prądu przepływającego w obwodzie i spadki napięcia na poszczególnych rezystorach, jeżeli R_1 = 8Ω, R_2 = 16Ω, R_3 = 10Ω, R_4 = 21Ω.

Rozwiązanie

Rezystancja zastępcza obwodu

$$R_z = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 8 + 16 + 10 + 21 = 55\Omega$$

Prąd w obwodzie

$$I = \frac{U}{R_z} = \frac{220}{55} = 4\ A$$

Spadki napięć na poszczególnych rezystorach:

$$U_1 = IR_1 = 4 \cdot 8 = 32\ V,$$

$$U_2 = IR_2 = 4 \cdot 16 = 64\ V,$$

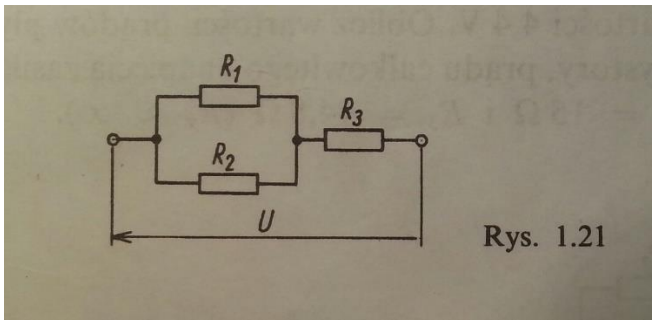
$$U_3 = IR_3 = 4 \cdot 10 = 40\ V,$$

$$U_4 = IR_4 = 4 \cdot 21 = 84\ V.$$

Mieszane łączenie rezystorów

Zadanie 2.

Układ o mieszanym połączeniu rezystorów (rys 1.21) przyłączono do źródła o napięciu U = 12 V. Oblicz wartości rezystancji zastępczej obwodu, prądów płynących we wszystkich gałęziach oraz napięć na rezystorach, jeżeli R_1 = 24Ω, R_2 = 12Ω, R_3 = 16Ω.



Rys. 1.21

Rozwiązanie:

Rezystancja zastępcza rezystorów R_1 i R_2 połączonych równolegle

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{24 \cdot 12}{24 + 12} = 8\Omega$$

Rezystancja zastępcza całego obwodu

$$R_z = R_{12} + R_3 = 8 + 16 = 24\Omega$$

Prąd całkowity w obwodzie równy prądowi w gałęzi trzeciej

$$I = I_3 = \frac{U}{R_z} = \frac{12}{24} = 0{,}5\ A$$

Napięcie na rezystorze R_3

$$U_3 = I_3 R_3 = 0{,}5 \cdot 16 = 8\ V$$

Napięcie na rezystorach R_1 i R_2

$$U_{12} = I_3 R_{12} = 0{,}5 \cdot 8 = 4\ V$$

Prądy w gałęziach pierwszej i drugiej:

$$I_1 = \frac{U_{12}}{R_1} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6}\ A,$$

$$I_2 = \frac{U_{12}}{R_2} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}\ A.$$

Zadanie do samodzielnego rozwiązania

Dwa rezystory o rezystancjach R_1 = 20Ω i R_2 = 40Ω połączono szeregowo i przyłączono do źródła o napięciu U = 12 V. Oblicz wartość rezystancji zastępczej obwodu oraz spadki napięcia na poszczególnych rezystorach.

Ślusarz – proszę opracować notatkę (referat) na temat transformatorów.