

Lekcja 3

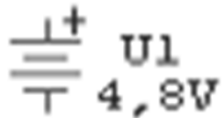
Temat: Budowa obwodu prądu stałego i jego elementy

- Obwód elektryczny tworzą elementy połączone ze sobą w taki sposób, że istnieje co najmniej jedna droga zamknięta dla przepływu prądu. Odwzorowaniem graficznym obwodu jest schemat, w którym podany jest sposób połączenia elementów, a same elementy są przedstawione za pomocą znormalizowanych symboli graficznych.

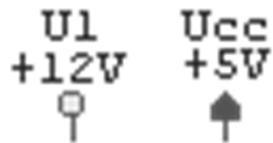
W skład obwodu elektrycznego wchodzi:

- elementy źródłowe zwane też elementami aktywnymi,
- elementy odbiorcze zwane też elementami pasywnymi.

1. Symbole graficzne wybranych elementów obwodu elektrycznego



Bateria albo akumulator. Stanowi ona źródło energii dla każdego mobilnego urządzenia elektrycznego. Obok symbolu baterii, podawana jest wartość napięcia które można z niej uzyskać, oraz sposób prawidłowego podłączenia do układu. Dłuższa kreska oznacza dodatni zacisk, kreska krótsza zacisk ujemny.



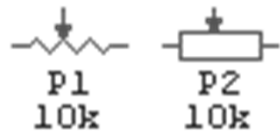
Zasilanie. Symbolem tego typu oznaczane są punkty w których podpinane jest napięcie zasilające. Obok każdego symbolu umieszczana jest etykieta, która identyfikuje jednoznacznie dane zasilanie, oraz wartość napięcia tego zasilania.



Źródło napięcia. Symbol oznaczający hipotetyczne źródło napięcia zmiennego jak na pierwszym rysunku, bądź też stałego jak na rysunku drugim.



Rezystor lub inaczej opornik. Polskie schematy zawierają zazwyczaj ten drugi rysunek. Na zachodzie używa się tego pierwszego symbolu.



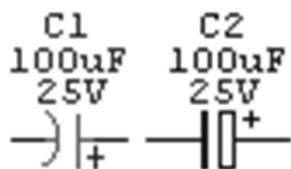
Potencjometr. Jego symbol przypomina bardzo rezystor, głównie ze względu na drobną modyfikację funkcyjną opornika, która pozwala na płynny dobór rezystancji elementu. Każdy potencjometr posiada dodatkową trzecią końcówkę, której odpowiada strzałka. Końcówka ta jest swego rodzaju suwakiem, którego położenie dzieli całkowitą rezystancję potencjometru.



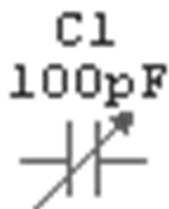
Połączenia. Oglądając schematy ideowe urządzeń, nie sposób nie zauważyć, że każdy z elementów elektrycznych jest połączony z pozostałymi za pomocą pionowych oraz poziomych linii. Linie, które się ze sobą nie przecinają, albo przecinają się, ale nie jest w miejscu ich przecięcia zaznaczona kropka, fizycznie nie są ze sobą w żaden sposób połączone. Zaznaczenie punktu w miejscu przecięcia sygnalizuje że w tym miejscu dwa obwody są połączone ze sobą.



Kondensator. Obok symbolu kondensatora umieszcza się wartość jego pojemności w Faradach oraz czasami dopuszczalne napięcie pracy.



Kondensator spolaryzowany. Kondensatory tego typu to kondensatory elektrolityczne lub tantalowe. Ze względu na konieczność odpowiedniej polaryzacji okładki kondensatora są odpowiednio oznaczone na symbolu znakami + oraz -. Jeżeli podepniemy kondensator odwrotnie niż jest podane na schemacie, ulegnie uszkodzeniu on sam oraz być może inne elementy naszego układu.



Kondensator zmienny. Kondensatory tego typu znajdują swoje zastosowanie w obwodach rezonansowych częstotliwości radiowych. Dzięki nim następuje dostrajanie do stacji w odbiorniku radiowym.



Cewka indukcyjna. Symbol elektryczny cewki przypomina swoim wyglądem spiralę wykonaną z drutu. Odpowiada to fizycznemu wyglądowi cewki, którą w swojej najprostszej postaci tak właśnie wygląda.

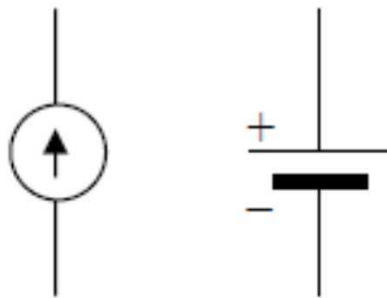


Żarówka. Jest to element czysto rezystancyjny oznaczany jak na symbolu powyżej.



Masa. Masa jest punktem wspólnym każdego obwodu elektrycznego. Wszystkie potencjały w obwodzie odnoszą się właśnie do tego punktu.

2. Elementy aktywne obwodów elektrycznych



Jeden z zacisków źródła napięcia stałego ma potencjał wyższy i jest to tak zwany biegun dodatni, oznaczony (+), a drugi ma potencjał niższy i jest to tzw. biegun ujemny, oznaczony (–). Różnicę potencjałów pomiędzy zaciskami źródła napięcia w warunkach, gdy źródło to nie dostarcza energii elektrycznej, nazywamy siłą elektromotoryczną lub napięciem źródłowym i oznaczamy przez E . Biegunowość źródła oznaczamy za pomocą strzałki, której grot wskazuje biegun (+).

Strzałkowanie napięć w obwodach elektrycznych

Końcówki elementów obwodu służące do połączenia z innymi elementami bezpośrednio lub za pomocą przewodów nazywamy zaciskami.

Jeden z zacisków źródła napięcia stałego ma potencjał wyższy i stanowi biegun dodatni +, a drugi ma potencjał niższy i stanowi biegun ujemny - .

Po włączeniu odbiornika do zacisków źródła napięcia prąd płynie ze źródła przez odbiornik od zacisku dodatniego do ujemnego, a przez źródło – od ujemnego do dodatniego.

Biegunowość źródła napięcia oznaczamy za pomocą strzałki albo za pomocą znaków + i -.

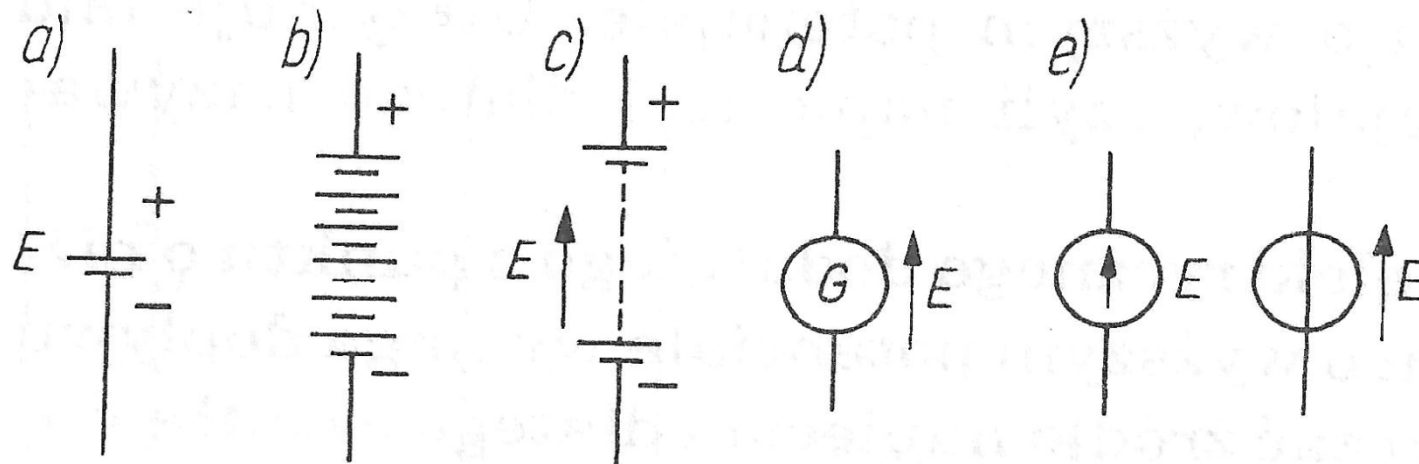
Strzałka napięcia wskazuje swym grotem (ostrzem) punkt o wyższym potencjale, czyli biegun dodatni.

Zwrot strzałki napięcia źródła jest zgodny ze zwrotem prądu płynącego przez źródło.

W symbolach źródeł elektrochemicznych kreska dłuższa, cienka oznacza biegun dodatnia, a kreska krótsza- biegun ujemny.

Napięcie na odbiornikach oznaczamy również za pomocą strzałki, której ostrze wskazuje punkt o wyższym potencjale. Stąd strzałka napięcia na odbiorniku ma zwrot przeciwny do zwrotu strzałki prądu.

Strzałkowanie napięć w obwodach elektrycznych



Symbole graficzne źródeł napięcia: *a)* ogniwo elektrochemiczne; *b), c)* baterie ogniw; *d)* prądnic elektryczna; *e)* symbol ogólny źródła napięcia

Strzałkowanie prądu w obwodach elektrycznych

Ma charakter historyczny, kiedy nie była jeszcze znana budowa materii, Maxwell założył istnienie „elektryczności dodatniej”, która może się przesuwać w przewodniku.

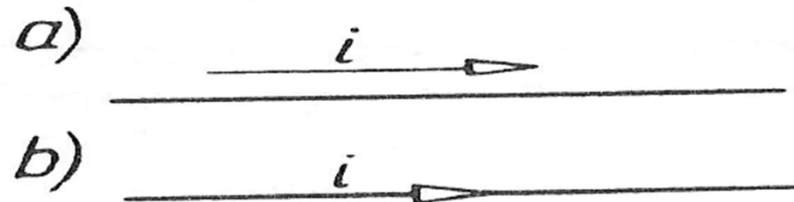
Dlatego przyjęto umowny kierunek prądu jako kierunek przepływu ładunków dodatnich.

W przewodnikach prąd umowny płynie od wyższego potencjału do niższego.

W rzeczywistości w przewodnikach I rodzaju jest odwrotnie- przesuwiają się elektrony od niższego potencjału do wyższego.

Wyższy potencjał oznaczamy znakiem +, niższy znakiem -.

Umowny kierunek prądu oznaczamy na schematach nad przewodem lub w przewodzie za pomocą strzałki nie zamalowanej



3. Elementy pasywne obwodów elektrycznych

Elementami odbiorczymi, czyli pasywnymi są:

- rezystory (oporniki), w których przy przepływie prądu zachodzi nieodwracalny proces przekształcenia energii elektrycznej w energię cieplną,
- cewki i kondensatory, w których energia jest gromadzona odpowiednio w postaci energii pola magnetycznego cewki oraz energii pola elektrycznego kondensatora,
- różnego rodzaju przetworniki energii elektrycznej w energię mechaniczną (silniki elektryczne, elektromagnesy), chemiczną (na przykład proces elektrolizy), świetlną (żarówki, świetlówki, promieniowanie wyładowcze w gazie).



Element o długości l oraz polu przekroju poprzecznego S wykonany z przewodnika pierwszego rodzaju
 [3, s. 20]

Parametrem charakterystycznym elementów wykonanych z przewodników jest rezystancja, oznaczana symbolem R . Zależy ona od wymiarów geometrycznych elementu (długości l , pola przekroju poprzecznego S) oraz właściwości elektrycznych przewodnika, określonych konduktywnością γ . Rezystancję danego elementu wyznacza się na podstawie zależności:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$[R] = \Omega$$

Jednostką rezystancji jest om $[\Omega]$.

Rezystory

Ze względu na budowę rezystory dzielimy na: drutowe, warstwowe i objętościowe.

Rezystory drutowe wykonuje się poprzez nawinięcie na walcowym, izolacyjnym (np. ceramicznym) korpusie przewodu w postaci drutu lub taśmy. Rezystory warstwowe uzyskuje się poprzez nałożenie cienkiej warstwy przewodzącej (węglowej lub metalowej) na rurkę lub pałeczkę wykonaną z izolatora. Rezystory objętościowe (masowe), wykonane są jako elementy przewodzące prąd całą swoją objętością.

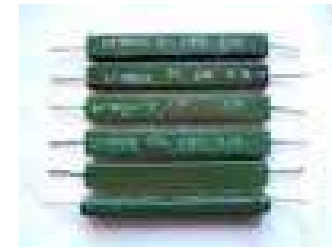
Podstawowe parametry rezystorów to: rezystancja nominalna, tolerancja i moc znamionowa. Rezystory mogą mieć stałą wartość rezystancji lub nastawianą w sposób płynny albo skokowy. Rezystory z nastawną rezystancją nazywamy potencjometrami, a wykonane są jako drutowe lub warstwowe.



Drutowe



Warstwowe



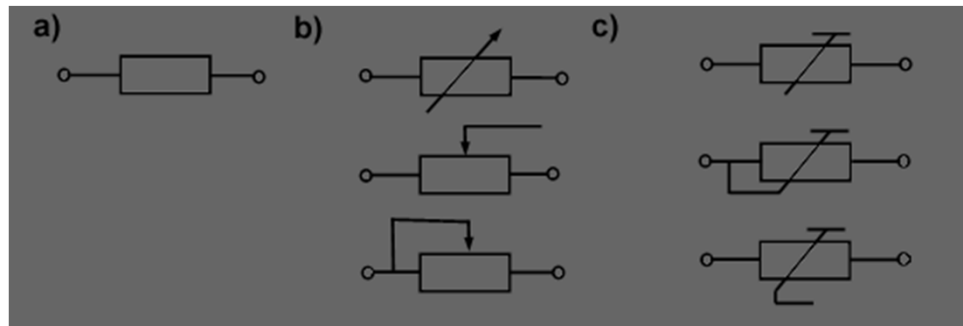
Objętościowe

Oznaczenie rezystorów

a) stałe

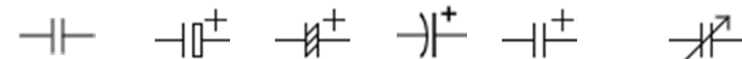
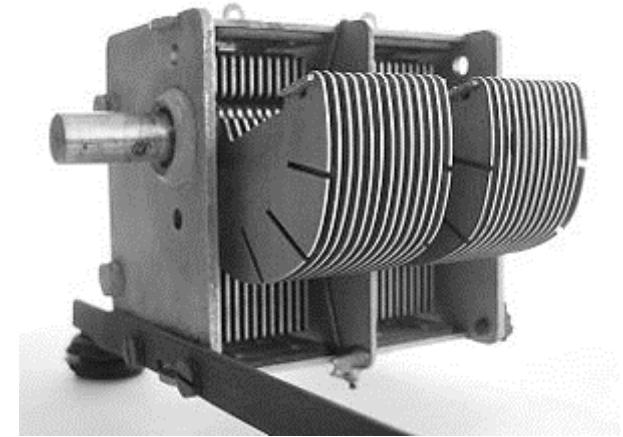
b) suwakowe

c) nastawne



Kondensatory

- Kondensatory są to elementy elektroniczne, służące do gromadzenia ładunków elektrycznych. Kondensatory mogą mieć różny kształt, ale zawsze są do siebie podobne wewnątrz.
- Kondensator na ogół składa się z dwóch płytek przewodzących prąd elektryczny (elektrod), które są od siebie oddalone. Może on zostać naładowany ładunkiem elektrycznym. O zdolności magazynowania ładunku, czyli o pojemności kondensatora decyduje powierzchnia elektrod i odległość między nimi. Większa powierzchnia i mniejsza odległość, daje wyższą pojemność.



Oznaczenie kondensatorów

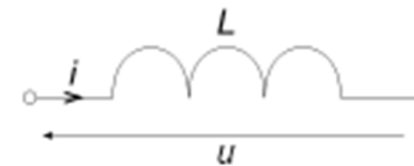
Cewka indukcyjna



Cewka indukcyjna jest to urządzenie wykonane z przewodnika, które umożliwia skupienie energii pola magnetycznego powstałego na skutek przepływu prądu przez tę cewkę.

Cewka składa się z pewnej liczby zwojów drutu lub innego przewodnika nawiniętych np. jeden obok drugiego na powierzchni walca (cewka cylindryczna), na powierzchni pierścienia (cewka toroidalna). Wewnątrz zwojów może znajdować się dodatkowo rdzeń z materiału diamagnetycznego lub ferromagnetycznego.

Symbol cewki
indukcyjnej



Lekcja 4

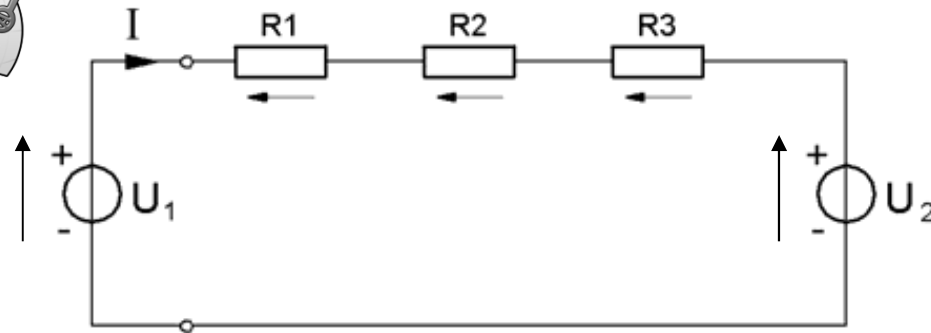
Temat: Typy połączeń źródeł napięcia i odbiorników w obwodach prądu stałego

Jeżeli wolne końcówki pierwszego i ostatniego odbiornika połączymy ze źródłem napięcia, to przez cały układ szeregowy będzie płynął ten sam prąd I , połączenie takie nazywamy połączeniem szeregowym.

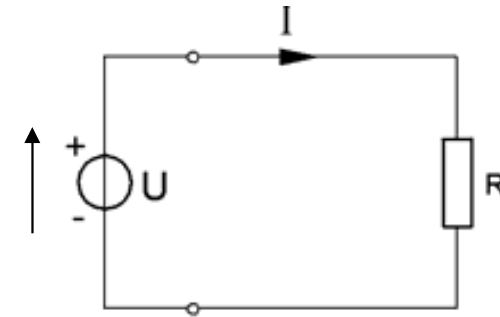
Połączeniem równoległym kilku gałęzi w obwodzie elektrycznym nazywamy takie połączenie, przy którym na końcach tych gałęzi istnieje wspólne napięcie, to znaczy że wszystkie pierwsze końcówki elementów zwarte są ze sobą, podobnie jak drugie końcówki wszystkich elementów połączonych równolegle.

1. Połączenie szeregowe rezystorów i źródeł napięcia

- W połączeniu szeregowym przez wszystkie elementy obwodu przepływa ten sam prąd. Obwód taki stanowi jedno oczko.
- Obwód szeregowo połączonych źródeł napięcia i rezystancji zastąpić można obwodem równoważnym, tzn. że płynie w nim taki sam prąd I .
- Obwód ten zawiera zastępcze źródło napięcia U i zastępczą rezystancję R .



a) Schemat układu szeregowo połączonych elementów.



b) Schemat układu równoważnego

- sumę algebraiczną źródeł napięcia w rozpatrywanym układzie, można zastąpić symbolem U oznaczającym zastępcze źródło napięcia:

$$U = U_1 - U_2$$

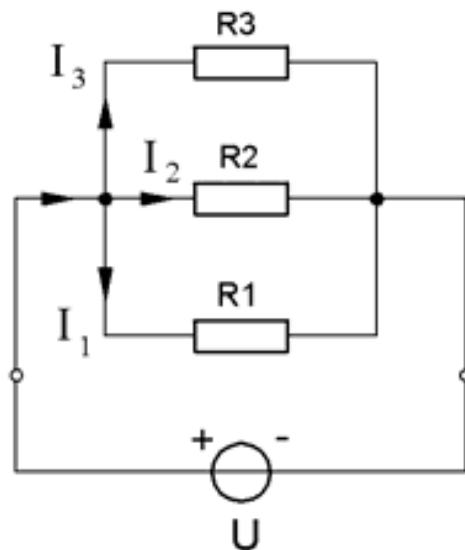
- sumę rezystancji połączonych szeregowo w rozpatrywanym układzie, można zastąpić symbolem R oznaczającym zastępczą rezystancję:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

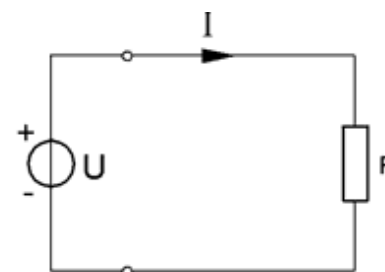
- ***Dowolną liczbę rezystorów połączonych szeregowo można zastąpić rezystancją zastępczą równą sumie rezystancji poszczególnych rezystorów.***
- ***Dowolną liczbę źródeł napięcia połączonych szeregowo można zastąpić zastępczym źródłem napięcia, którego napięcie źródłowe równe jest sumie algebraicznej (czyli z uwzględnieniem zwrotu) poszczególnych napięć źródłowych.***

2. Połączenie równoległe rezystorów i źródeł napięcia

- Obwód zawierający rezystory połączone równoległe można zastąpić równoważnym, obwodem zawierającym jeden rezystor o rezystancji zastępczej R .



a) schemat obwodu z rezystorami połączonymi równoległe,



b) schemat obwodu równoważnego

Właściwością połączenia równoległego jest to, że wszystkie elementy są włączone między tę samą parę węzłów, **zatem na zaciskach elementów występuje to samo napięcie.**

- W ogólnym przypadku odwrotność rezystancji zastępczej dowolnej ilości rezystorów połączonych równolegle równa się sumie odwrotności rezystancji poszczególnych rezystorów.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- Po wprowadzeniu pojęcia konduktancji G , będącej odwrotnością rezystancji, równanie opisujące rezystancję zastępczą przyjmie postać.

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$$

W ogólnym przypadku konduktancja zastępcza dowolnej ilości rezystorów połączonych równolegle równa się sumie konduktancji poszczególnych rezystorów.

Ćwiczenia obliczeniowe

- Aby wykonać ćwiczenia powinieneś:
 - 1) przeanalizować treść zadania,
 - 2) narysować proponowany schemat,
 - 3) dobrać wartości elementów,
 - 4) wykonać obliczenia rezystancji zastępczej i napięcia zastępczego,
 - 5) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Ćwiczenie 1

- Zaprojektuj dowolny obwód szeregowy zawierający co najmniej pięć rezystorów i trzy napięcia źródłowe. Oblicz rezystancję zastępczą rezystorów tego obwodu oraz zastępcze napięcie źródłowe.

Ćwiczenie 2.

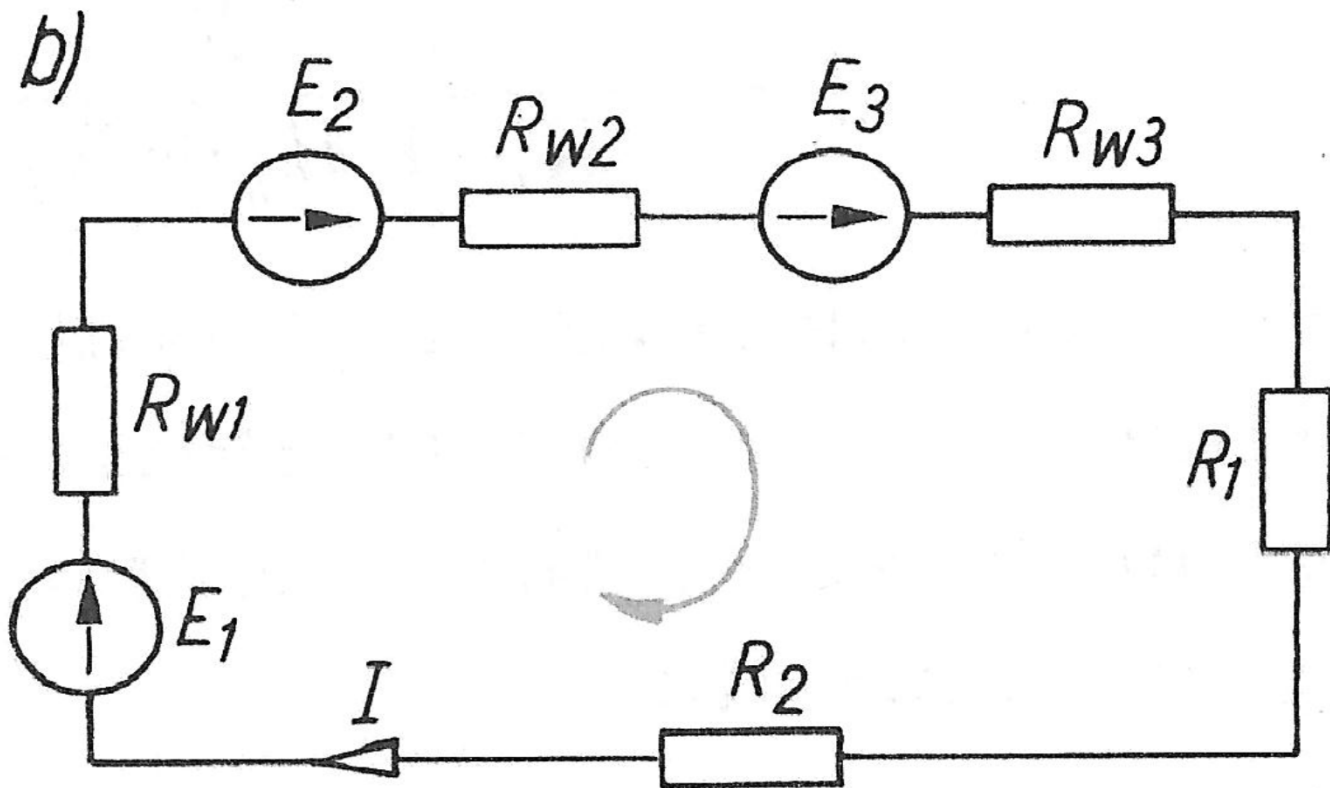
Prądnicą elektryczną o sile elektromotorycznej $E = 120 \text{ V}$ i rezystancji wewnętrznej $R_w = 1 \Omega$ zasila dwa rezystory o rezystancjach $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 9 \Omega$, połączone w szereg. Obliczyć prąd w obwodzie.

Ćwiczenie 3.

Źródło napięcia o sile elektromotorycznej $E = 220 \text{ V}$ i rezystancji wewnętrznej $R_w = 0,5 \Omega$ zasila układ szeregowy 16 odbiorników np. żarówek, każda o rezystancjach $R_1 = 39 \Omega$. Obliczyć prąd w obwodzie.

Ćwiczenie 4.

W obwodzie pokazanym na rysunku dane są $E_1 = 6 \text{ V}$; $R_{w1} = 0,05 \Omega$;
 $E_2 = 12 \text{ V}$; $R_{w2} = 0,1 \Omega$; $E_3 = 4 \text{ V}$; $R_{w3} = 0,05 \Omega$; $R_1 = 1,0 \Omega$;
 $R_2 = 0,8 \Omega$. Oblicz prąd I .



Ćwiczenia obliczeniowe

Ćwiczenie 1.

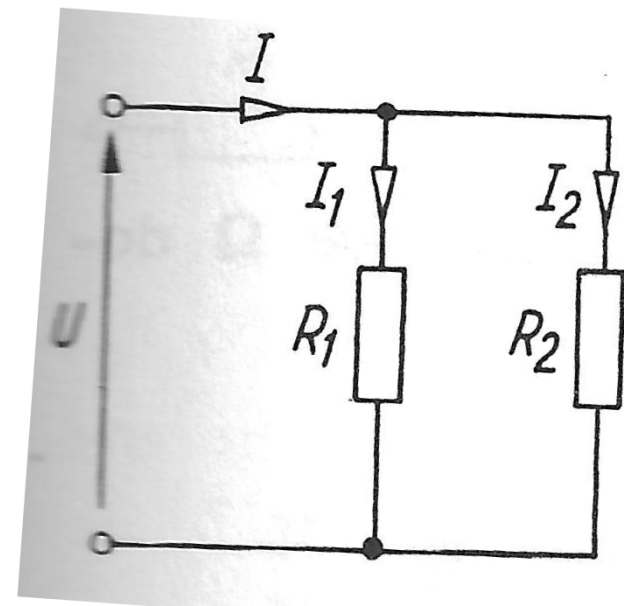
Trzy rezystory o rezystancjach $R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 30 \Omega$; $R_3 = 15 \Omega$ połączono równolegle. Obliczyć rezystancję zastępczą tego układu.

Ćwiczenie 2.

Jaki rezystor należy połączyć równolegle z rezystorem o rezystancji $R_1 = 20 \Omega$, aby otrzymać rezystancję zastępczą $R = 15 \Omega$?

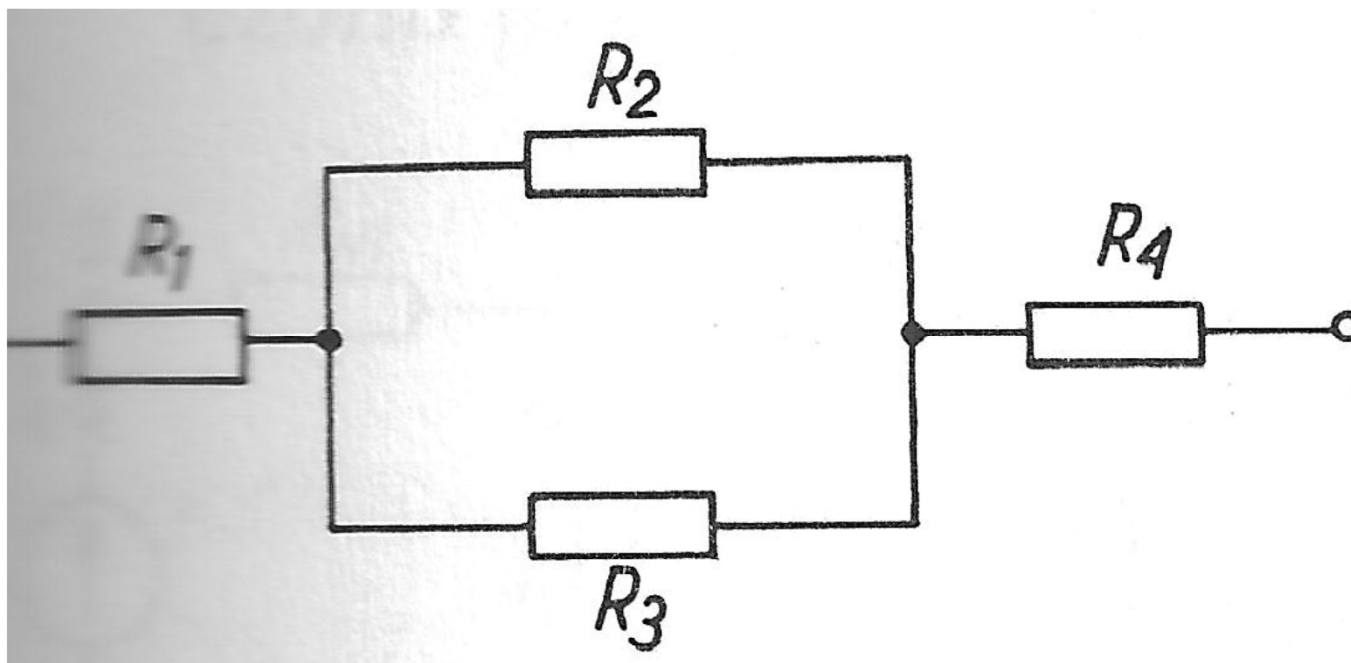
Ćwiczenie 3.

Do układu rezystorów $R_1 = 20 \Omega$;
 $R_2 = 60 \Omega$ połączonych równolegle
dopływa prąd $I = 6 \text{ A}$.
Obliczyć prądy I_1 , I_2



Ćwiczenie 4.

Wyznaczyć rezystancję zastępczą układu rezystorów przedstawionych na rysunku. Dane: $R_1 = 30 \Omega$; $R_2 = 15 \Omega$; $R_3 = 60 \Omega$; $R_4 = 30 \Omega$



Ćwiczenie 5.

Rezystory $R_1 = 30 \Omega$; $R_2 = 15 \Omega$; $R_3 = 60 \Omega$; $R_4 = 30 \Omega$
połączono jak na rysunku. Oblicz rezystancję zastępczą
układu.

