SZKOŁY PARTNERSKIE
VIESMANN

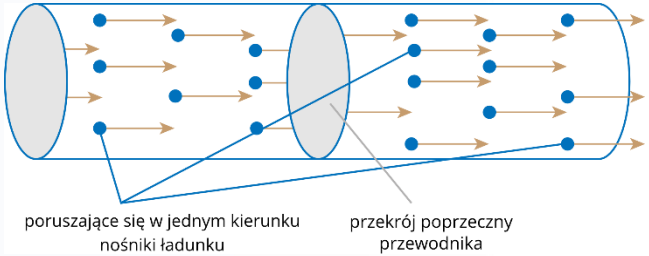
ELEKTROTECHNIKA

Podstawy ELEKTROTECHNIKI
dla kierunku OZE i CHiK cz. II

PRZYPOMNENIE

- Natężenie prądu elektrycznego,
- Napięcie elektryczne
- Ładunki elektryczne
- Prawo Ohma

Natężenie prądu elektrycznego

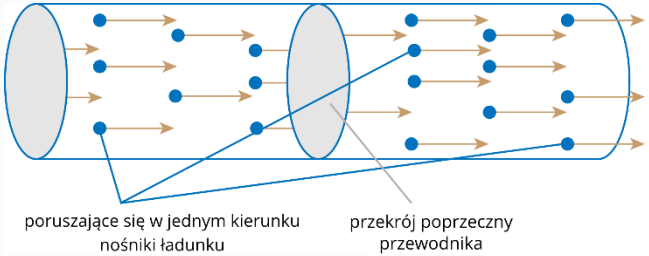


1. **Prąd elektryczny** – uporządkowany (ukierunkowany) ruch cząstek obdarzonych ładunkiem elektrycznym, nazywanych nośnikami prądu. W metalach nośnikami prądu są elektrony.
2. **Natężenie prądu** – ilość ładunku przeniesiona przez poprzeczny przekrój przewodnika w ciągu jednej sekundy. Natężenie prądu obliczamy za pomocą wzoru:

   $I=q/t$

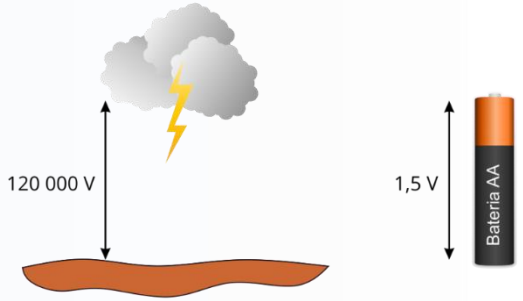
   gdzie: I – natężenie prądu elektrycznego; q – wartość ładunku, który przepłynął przez poprzeczny przekrój przewodnika; t – czas, w którym ten ładunek przepłynął przez poprzeczny przekrój przewodnika.

Natężenie prądu elektrycznego



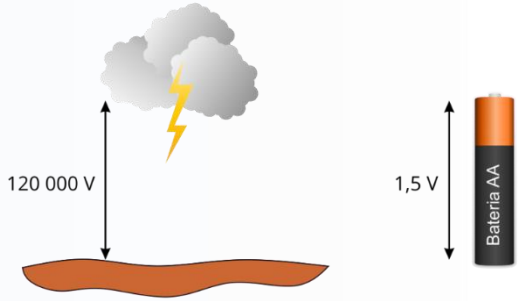
3. Jednostką natężenia prądu w układzie SI jest **amper** (symbol **A**).
   W przewodniku płynie prąd o wartości 1 ampera (1 A), jeśli w ciągu jednej sekundy (1 s) przez przekrój tego przewodnika przepływa ładunek o wartości 1 kulomba (1 C): 1 A= 1 C/1 s
4. Natężenie prądu mierzy się **amperomierzem** lub miernikiem uniwersalnym ustawionym na tryb pracy amperomierza.
5. Amperomierz łączymy szeregowo z tym elementem obwodu, w którym chcemy zmierzyć natężenie prądu.
6. Prąd stały to prąd, który ma stałą wartość natężenia i niezmienny kierunek przepływu.

Napięcie elektryczne



1. Napięcie elektryczne między dwoma punktami – czynnik wywołujący przepływ prądu. Wartość napięcia równa jest pracy wykonanej podczas przenoszenia ładunku jednostkowego między tymi punktami przewodnika.
2. Źródłami napięcia stałego są baterie (akumulatory), które zamieniają energię reakcji chemicznych w energię elektryczną (ładunki ujemne rozdzielane są od dodatnich w wyniku reakcji chemicznych).
3. Jednostką napięcia elektrycznego w układzie SI jest wolt (symbol V).

Napięcie elektryczne



4. Napięcie między dwoma punktami obwodu wynosi 1 wolt (1 V), jeśli aby przemieścić między nimi ładunek 1 kulomba (1 C) trzeba wykonać pracę 1 dżula (1 J):

$$1[V]=1[J]/1[C]$$

4. Napięcie elektryczne mierzymy woltomierzem lub miernikiem uniwersalnym ustawionym na tryb pracy woltomierza.
5. Woltomierz łączymy równolegle z tym elementem obwodu, na końcach którego chcemy zmierzyć napięcie.

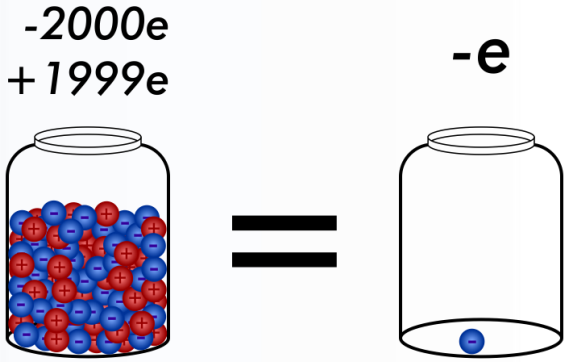
Obwody prądu elektrycznego

W fizyce znanych jest wiele cząstek obdarzonych ładunkiem, jeśli jednak mamy tutaj rozmawiać o elektryce, to istotne będą dla nas wcześniej wspomniane trzy:

Protony – o ładunku elektrycznym dodatnim

Elektrony – o ładunku elektrycznym ujemnym

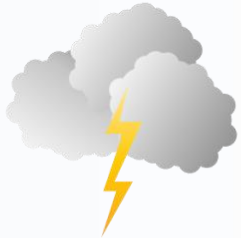
Neutrony – o ładunku zerowym (neutralnym)



Obwody prądu elektrycznego

Standardowa bateria AA w trakcie swojego życia przepuszcza przez nasze urządzenia tysiące kulombów ładunku (każdy kulomb to miliardy miliardów pojedynczych elektronów), przy czym energia jaką nam w tym czasie dostarcza wynosi około 13 000 dżuli.

Jedno uderzenie pioruna podczas burzy wyzwala energię około 1 000 000 000 J. To zaledwie kilkanaście kulombów ładunku



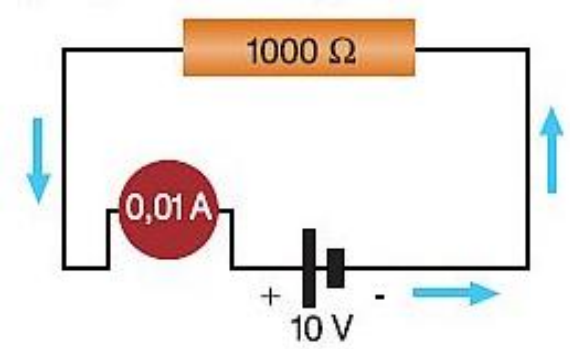
15 kulombów ładunku

1 000 000 000 dżuli energii

9000 kulombów ładunku

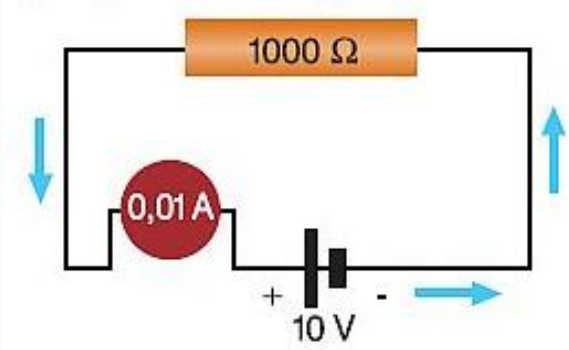
13 000 dżuli energii

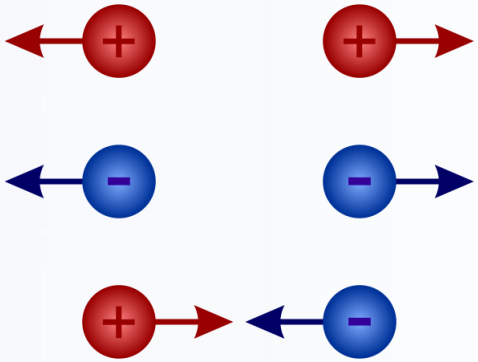
Obwody prądu elektrycznego



1. **Obwodem elektrycznym** nazywamy zestaw przewodników, źródeł napięcia, włączników, wyłączników, oporników i innych odbiorników energii elektrycznej (takich jak żarówka, silnik elektryczny, grzałka) połączonych w sposób umożliwiający przepływ prądu.
2. Z obwodów elektrycznych zbudowane jest każde urządzenie elektryczne lub elektroniczne (telewizor, komputer, lodówka, pralka), a także fragmenty układu nerwowego człowieka i innych organizmów żywych.

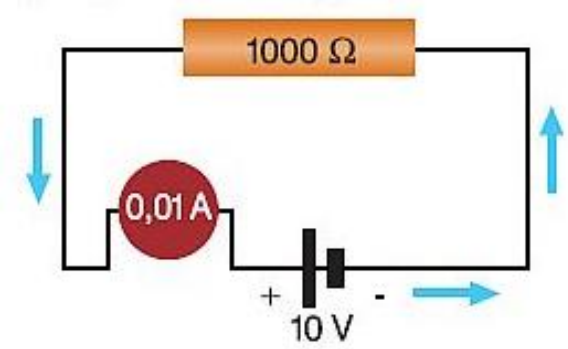
Obwody prądu elektrycznego





Przeciwne ładunki elektryczne przyciągają się, podczas gdy ładunki o tych samych biegunach odpychają się. Ładunek ujemny jest nadwyżką elektronów, a ładunek dodatni brakiem elektronów. Kiedy występuje nadwyżka elektronów, wtedy dążą one do wyrównania potencjału, powodując, że elektrony próbują dostać się do dodatnio naładowanego obszaru, aby uzupełnić ich niedobór w tym obszarze. Dotyczy to baterii lub innego źródła energii prądu stałego.

Obwody prądu elektrycznego



Aby popłynął prąd, nie może być równowagi elektronów. Ta nierównowaga jest nazywana **różnicą potencjałów** lub **napięciem**. Jest to napięcie, które wywołuje elektryczne „parcie”, powodujące przepływ prądu przez przewodnik. Podsumowując ten teoretyczny obwód, musimy mieć przewodnik podłączony między ujemnym i dodatnim zaciskiem źródła napięcia lub baterii. Jednak połączenie dwóch zacisków baterii nie byłoby zbyt praktyczne. Powstałby w ten sposób duży prąd, który przegrzałby przewód. Bateria wyczerpałaby się w krótkim czasie, ponieważ elektrony dość szybko wyrównałyby różnicę potencjałów w baterii. Obwód potrzebuje czegoś, co spowolniłoby lub stawiło opór przepływowi prądu. Opór ten nazywany jest **rezystancją**.

Moc prądu elektrycznego

1. Moc prądu elektrycznego (P) – ilość energii elektrycznej (W) przekazanej elementowi obwodu elektrycznego w jednostce czasu (t):
   $P=W/t$
2. Moc prądu elektrycznego równa jest iloczynowi napięcia elektrycznego (U) i natężenia prądu elektrycznego (I) wywołanego tym napięciem:
   $P=U \cdot I$.
   Jeśli uwzględnimy prawo Ohma ($U/I=R$), $P=U^2/R$ lub $P=I^2 \cdot R$.
3. Napis „2000 W, 230 V” na urządzeniu elektrycznym oznacza, że jeśli podłączymy je do napięcia 230 woltów, to prąd płynący w tym urządzeniu spowoduje wydzielenie mocy 2000 watów.

Moc prądu elektrycznego

1. W przypadku prądu stałego prawdziwy jest wzór na moc prądu elektrycznego:

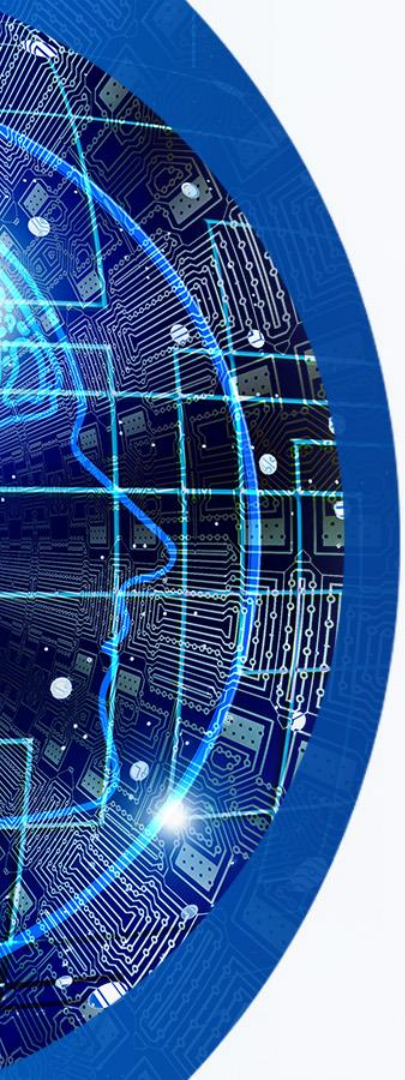
$$P=U*I$$

gdzie: P - moc prądu, U - napięcie elektryczne, I - natężenie prądu.

Uwzględniając prawo Ohma

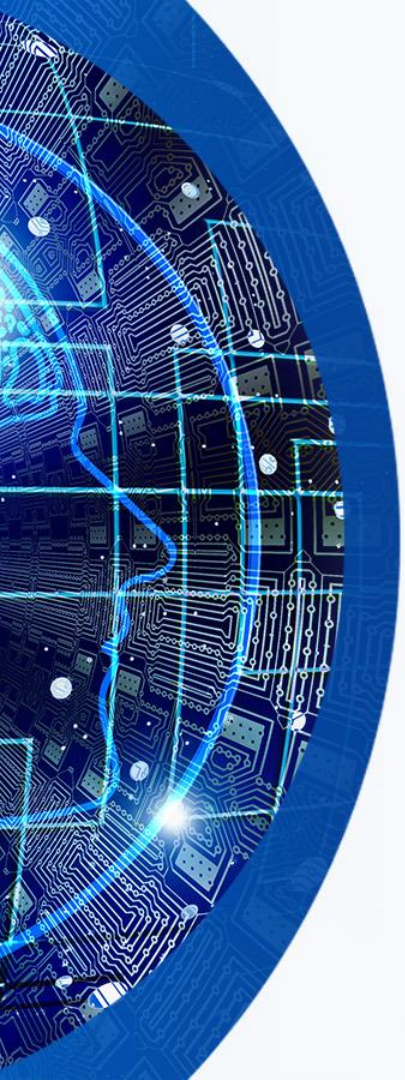
$$(U/I=R),\ P=U^2/R \text{ lub } P=I^2\cdot R.$$

Napis „2000 W, 230 V” na urządzeniu elektrycznym oznacza, że jeśli podłączymy je do napięcia 230 woltów, to prąd płynący w tym urządzeniu spowoduje wydzielenie mocy 2000 watów.



Praca prądu elektrycznego

1. Prąd płynący przez urządzenie elektryczne czerpie energię ze źródła napięcia (baterii, akumulatora, elektrowni). Kosztem tej energii wykonuje pracę mechaniczną lub zamienia ją na inne formy energii (energia cieplna, światło, dźwięk itp.).
2. Ilość pobranej energii jest równa pracy wykonanej przez prąd, co możemy zapisać symbolicznie:
   $W_{prądu} = E_{elektryczna}$
3. Aby obliczyć wartość pracy prądu płynącego w urządzeniu o mocy (*P*), mnożymy tę moc przez czas (t) pracy tego urządzenia:
   $W_{prądu} = P \cdot t$
4. Jeśli moc urządzenia wyrazimy w kilowatach (kW), a czas – w godzinach (h), to otrzymamy jednostkę pracy (energii) zwaną kilowatogodziną (kWh).
   $1\ kWh = 1\ kW \cdot 1\ h$
   Jednostka ta nie należy do układu SI.



Praca prądu elektrycznego

Kilowatogodziny przeliczamy na jednostki układu SI, czyli dżule, w następujący sposób:

$$1\ kWh = 1\ kW \cdot 1h = 1000\ W \cdot 3\ 600\ s = 3600\ 000\ W \cdot s = 3\ 600\ 000\ J = 3{,}6\ MJ$$

Ponieważ moc prądu (P) jest iloczynem napięcia i natężenia prądu ($P = U \cdot I$), pracę prądu czyli wykorzystaną energię elektryczną możemy odczytać z licznika ale możemy ją też wyliczyć ze wzoru:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Prawo Ohma

1. Prawo Ohma: Natężenie prądu jest wprost proporcjonalne do napięcia przyłożonego do końców przewodnika, co możemy zapisać wzorem:

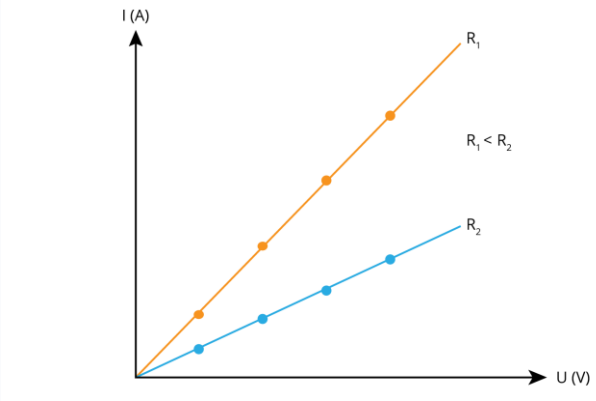
2. Opór elektryczny jest wielkością charakterystyczną przewodnika; zależy od jego długości, grubości oraz rodzaju materiału, z którego został wykonany przewodnik.

Prawo Ohma

3. Jednostką oporu elektrycznego w układzie SI jest om (symbol – Ω).

4. Przewodnik ma opór 1 oma (1 Ω), jeśli napięcie 1 wolta (1 V) wywoła w nim przepływ prądu o natężeniu 1 ampera (1 A):

5. Wykresem zależności natężenia prądu () płynącego przez opornik () od napięcia () jest linia prosta. Kąt nachylenia prostej zależy od oporu : im większy kąt nachylenia, tym mniejszy opór.



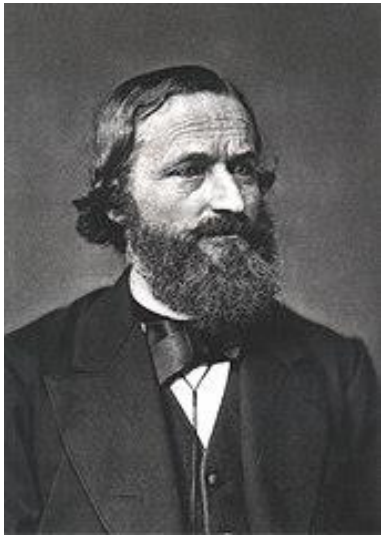
Prawa Kirchhoffa

Definicja

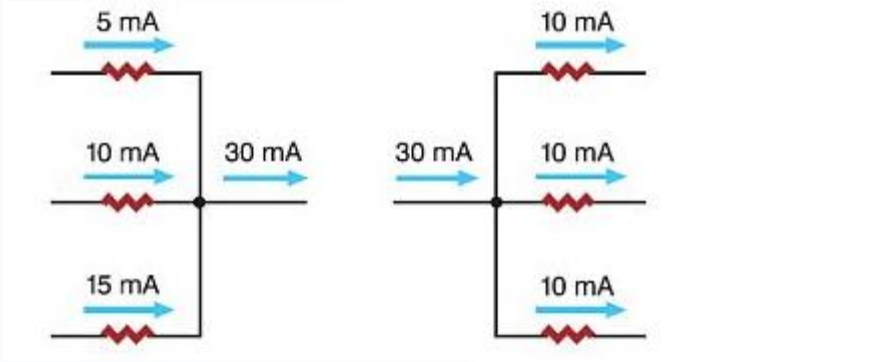
Prawa Kirchhoffa czyli pierwsze prawo dotyczące prądów i drugie prawo dotyczące napięć pozwalają nam na analizę natężenia oraz napięcia prądu w obwodach elektrycznych.

Prawa zostały sformułowane przez niemieckiego fizyka Gustava Kirchhoffa w 1845 roku.

Prawa Kirchhoffa wynikają z zasady zachowania ładunku.



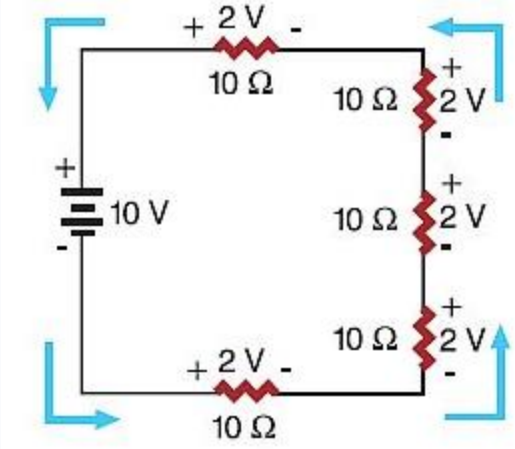
I Prawo Kirchhoffa



Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa, niezależnie od liczby gałęzi dochodzących i wychodzących z węzła, suma prądów wpływających do węzła jest równa sumie prądów wypływających z tego węzła.

Ładunek elektryczny jest zachowany.

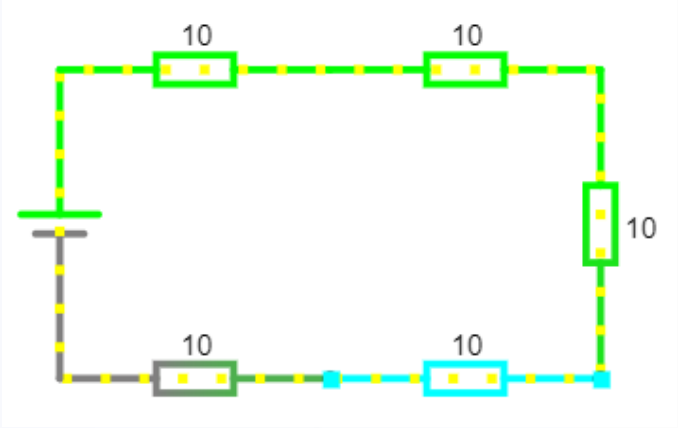
II Prawo Kirchhoffa



Zgodnie z drugim prawem Kirchhoffa, w dowolnym oczku obwodu elektrycznego suma algebraiczna napięć źródłowych równa się sumie algebraicznej spadków napięć na rezystancjach rozpatrywanego oczka.

Ładunek elektryczny jest zachowany.

II Prawo Kirchhoffa




```
$ 1 0.000005 3.452441195350251 39 5 50 5e-11
r 768 240 768 368 0 10
r 656 240 768 240 0 10
r 544 368 656 368 0 10
r 656 368 768 368 0 10
v 544 368 544 240 0 0 40 10 0 0 0.5
r 544 240 656 240 0 10
o 2 64 0 4099 2.5 0.8 0 2 2 3
```

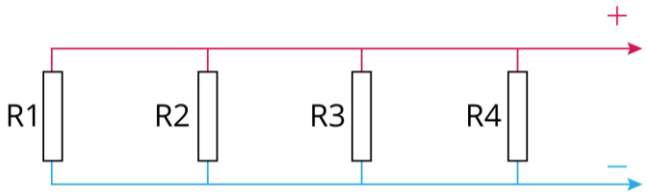
Zgodnie z drugim prawem Kirchhoffa, w dowolnym oczku obwodu elektrycznego suma algebraiczna napięć źródłowych równa się sumie algebraicznej spadków napięć na rezystancjach rozpatrywanego oczka.

Ładunek elektryczny jest zachowany.

Szeregowe łączenie oporników

1. Przez wszystkie oporniki połączone szeregowo płynie prąd o takim samym natężeniu: I1=I2=I3=...=I
2. Napięcie przyłożone do układu oporników połączonych szeregowo rozdziela się na poszczególne oporniki, a suma napięć na poszczególnych opornikach równa jest napięciu całkowitemu:
   U1+U2+U3+...+Un=U
3. Opór całkowity (zastępczy) oporników połączonych szeregowo jest sumą oporów poszczególnych oporników:
   Rszer.=R1+R2+R3+...+Rn
4. Uszkodzenie jednego z odbiorników połączonych szeregowo sprawia, że przepływ prądu jest niemożliwy także w pozostałych odbiornikach.

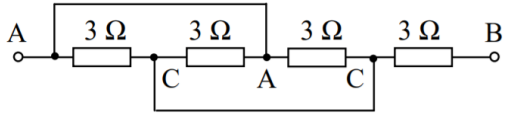
Równoległe łączenie oporników

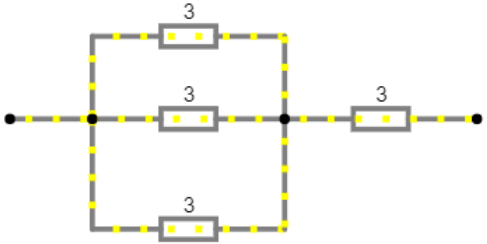


1. Natężenie prądu płynącego przez układ oporników połączonych równolegle jest sumą natężeń prądów płynących przez poszczególne oporniki:
   I=I1+I2+I3+...+In
2. Napięcie przyłożone do układu oporników połączonych równolegle i napięcie na każdym z nich mają taką samą wartość:
   U1=U2=U3=...=U
3. Aby obliczyć odwrotność oporu całkowitego (zastępczego) w połączeniu równoległym, trzeba dodać do siebie odwrotności oporów poszczególnych odbiorników:
   $\frac{1}{Rz} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$
4. Uszkodzenie jednego z odbiorników połączonych równolegle nie zakłóca przepływu prądu w pozostałych odbiornikach. Właśnie dlatego **odbiorniki energii elektrycznej w instalacji domowej połączone są równolegle**.

Łączenie oporników

a)





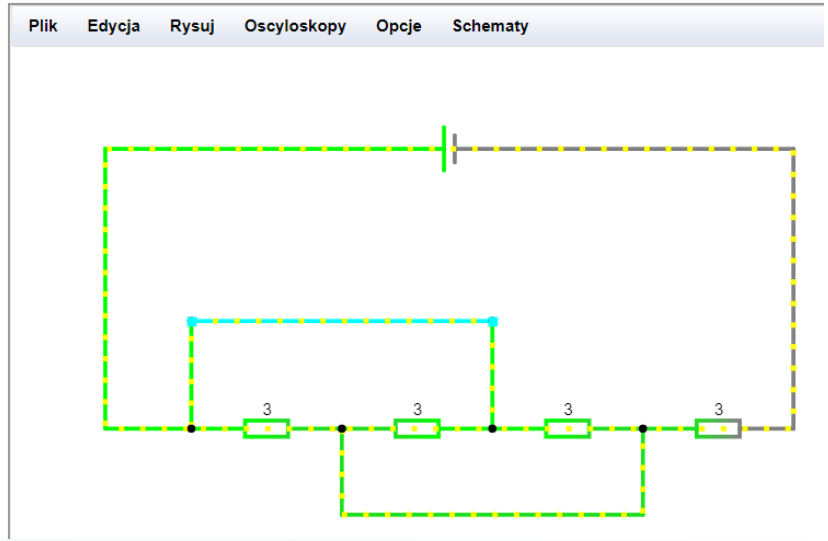
$$\frac{1}{Rz} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{Rz} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$$

Rz=1Ω

Rz=1Ω+ 3Ω= 4Ω

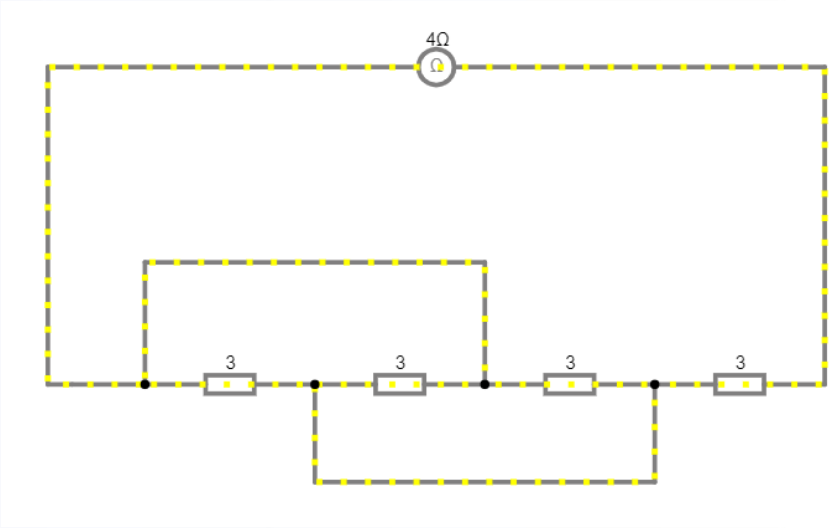
Łączenie oporników - symulacja




```
$ 1 0.000005 3.452441195350251 39 5 50 5e-11
r 480 400 592 400 0 3
r 592 400 704 400 0 3
r 704 400 816 400 0 3
r 816 400 928 400 0 3
w 480 400 480 320 0
w 480 320 704 320 0
w 704 320 704 400 0
w 592 400 592 464 0
w 592 464 816 464 0
w 816 400 816 464 0
w 480 400 432 400 0
v 928 192 416 192 0 0 40 5 0 0 0.5
w 416 192 416 400 0
w 928 400 928 192 0
w 432 400 416 400 0
o 2 64 0 4099 1.25 0.8 0 2 2 3
```

http://falstad.com/circuit/

Łączenie oporników - symulacja



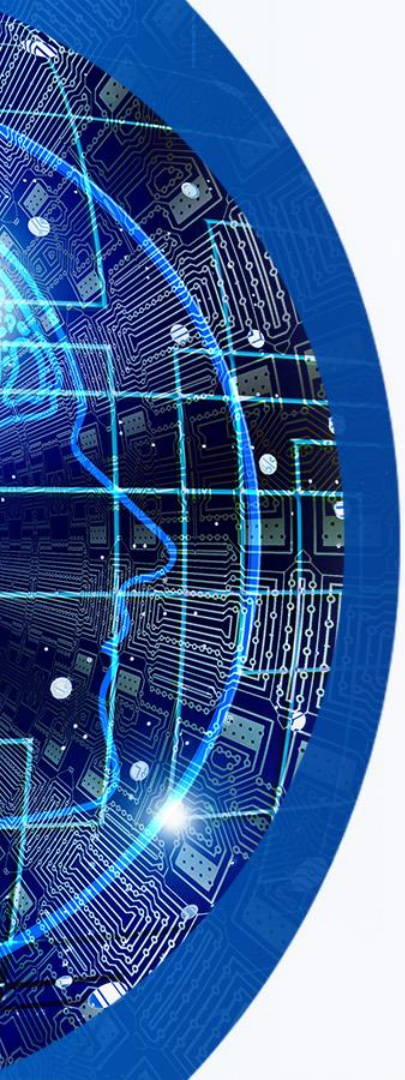

```
$ 1 0.000005 3.452441195350251 39 5 50 5e-11
r 480 400 592 400 0 3
r 592 400 704 400 0 3
r 704 400 816 400 0 3
r 816 400 928 400 0 3
w 480 400 480 320 0
w 480 320 704 320 0
w 704 320 704 400 0
w 592 400 592 464 0
w 592 464 816 464 0
w 816 400 816 464 0
w 480 400 432 400 0
w 416 192 416 400 0
w 928 400 928 192 0
w 432 400 416 400 0
216 416 192 928 192 0 0.01
o 2 64 0 4099 0.0390625 0.0125 0 2 2 3
```

http://falstad.com/circuit/

Rezystancja

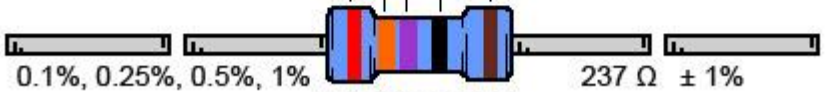
Kolorowe paski na typowych rezystorach odzwierciedlają wartość ich rezystancji w omach. Pierwsze dwa paski są wartościami liczbowymi. Trzeci pasek jest mnożnikiem do potęgi 10 dla wartości danych z pierwszych dwóch pasków. Pasek czwarty określa tolerancję. Złoty to 5%, srebrny to 10%, a jeśli brakuje czwartego paska, to oznacza 20-procentową tolerancję. Na przykład rezystor oznaczony paskami: czerwony – czerwony – pomarańczowy – złoty ma wartość 22 000 Ω (22 K), ± 5%.

Rezystory – oznaczenia, kod paskowy



Cztery paski

Kolor	Pierwszy	DRUGI	TRZECI	MNOŻNIK	TOLERANCJA
Czarny	0	0	0	1Ω	
Brązowy	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Czerwon.	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Pomarań.	3	3	3	1KΩ	
Żółty	4	4	4	10KΩ	
Zielony	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
Niebieski	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Fioletowy	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Szary	8	8	8		± 0.05%
Biały	9	9	9		
Złoty				0.1Ω	± 5% (J)
Srebrny				0.01Ω	± 10% (K)



Pięć pasków

Praktyczne zastosowanie rezystorów

Ograniczenie natężenia prądu do założonego poziomu

Zmniejszenie napięcia do założonego poziomu poprzez spadek napięcia na rezystancji

Wydaje się to niedużo, ale w zależności od miejsca zastosowania spełnia to różne funkcje:

Zabezpieczenie przed przeciążeniem

Wytworzenie napięć pomocniczych

Sprzężenie zwrotne

Opóźnienie czasowe

Ustalenie wzmocnienia

Wytworzenie napięcia odniesienia

Wytworzenie sygnału kontrolnego

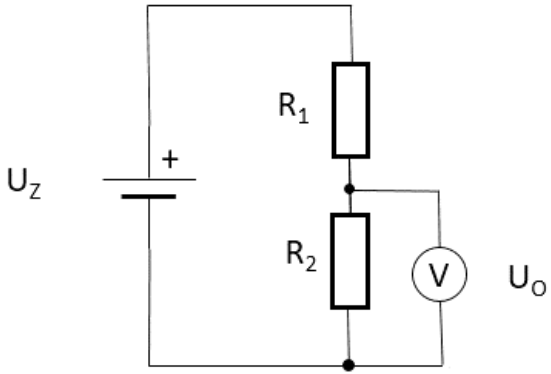
Stabilizacja napięcia

Ustalenie punktu pracy

Ograniczenie napięcia

Ograniczenie napięcia realizujemy przez szeregowe podłączenie dwóch rezystorów między napięciem zasilającym a masą. Na obu rezystorach występuje spadek napięcia, więc w miejscu ich połączenia występuje napięcie niższe. Istotne w tym wypadku jest to, że możemy je precyzyjnie ustalić.

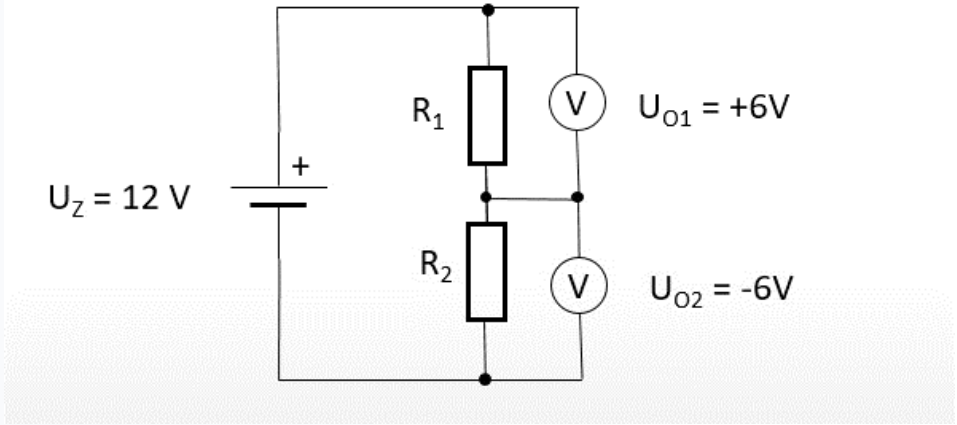
$$U_O = U_Z * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Ograniczenie napięcia

Jednym z zastosowań tego połączenia jest wytworzenie wirtualnego zasilania symetrycznego. Dla przykładu możemy mieć urządzenie, które musi być zasilane napięciem ±6V. Chcemy go natomiast podłączyć do akumulatora 12 V. Ten przypadek jest bardzo prosty bo potrzebujemy dwa identyczne rezystory. Wtedy na obu wystąpi ten sam spadek napięcia. Sprawdźmy dla wartości 1k.

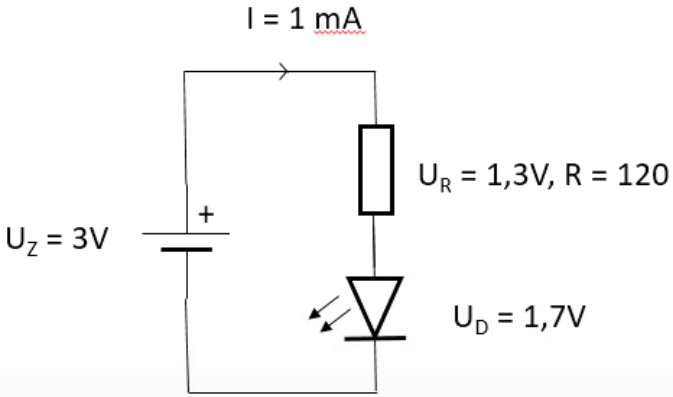
$$U_O = 12 * \frac{1000}{1000 + 1000} = 12 * \frac{1000}{2000} = 12 * 0{,}5 = 6\ V$$



Ograniczenie prądu

Ograniczenie prądu danego odbiornika realizujemy przez szeregowe podłączenie rezystora między napięciem zasilającym a odbiornikiem. Odbiornikiem w tym przypadku jest dowolna część układu, która odbiera prąd z miejsca, które rozpatrujemy. Znane jest napięcie jakie doprowadzamy. Natężenie prądu to właśnie my ustalamy i wiemy jakie chcemy osiągnąć. Więc pozostaje obliczyć wymaganą rezystancję, aby ten cel osiągnąć.

Dobrym przykładem jest ograniczenie prądu diody LED.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ