



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

# Podstawy Elektroniki

wykład

dr inż. Monika Kosowska





**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

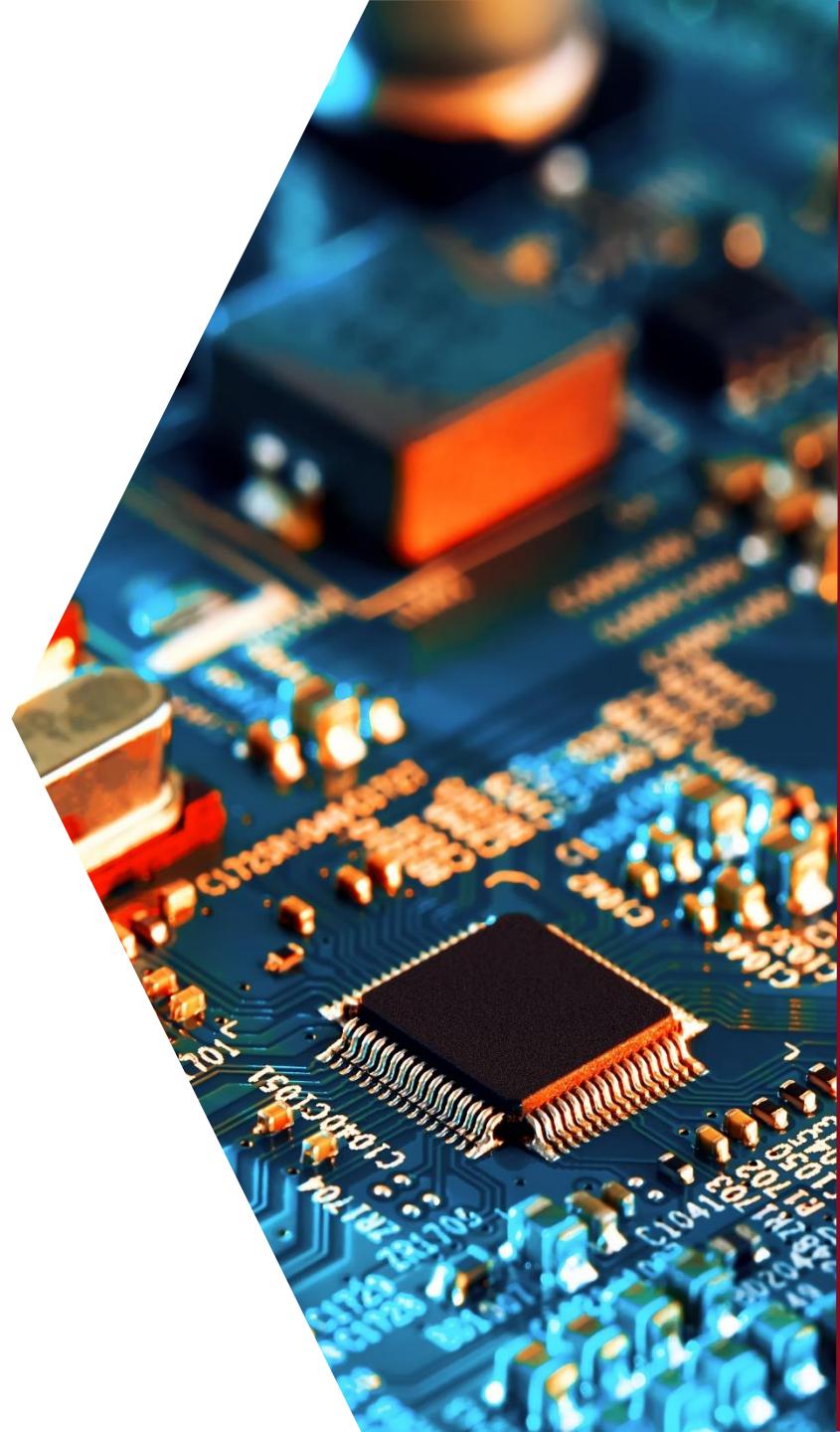
Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Kontakt

**Monika Kosowska**

[monika.kosowska@pbs.edu.pl](mailto:monika.kosowska@pbs.edu.pl)

E009b

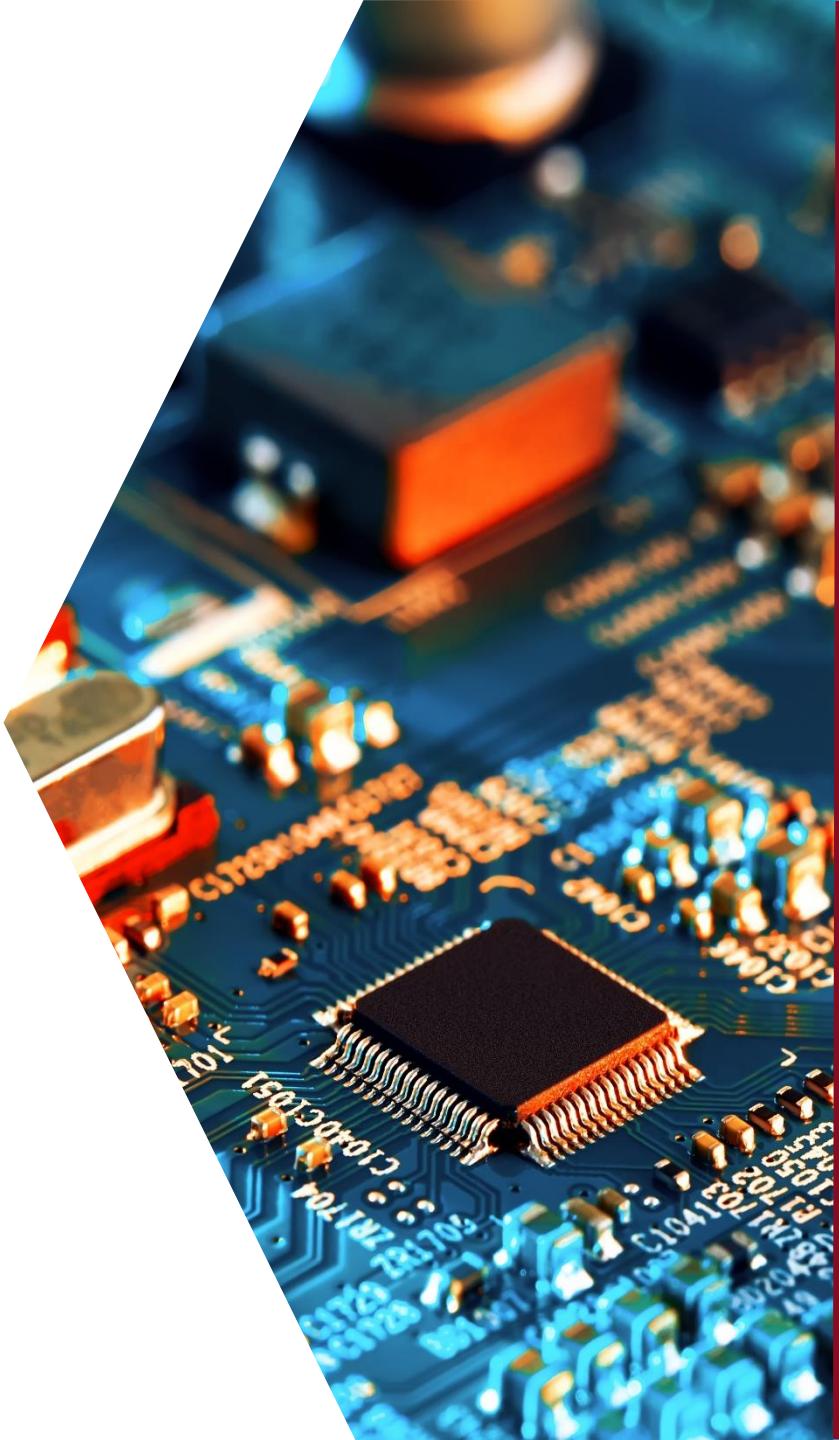




**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Sprawy organizacyjne





POLITECHNIKA  
BYDGOSKA

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Organizacja wykładu

- 9h: 4x2h wykład + 1h zaliczenie
- Zaliczenie pisemne na ocenę
  - stacjonarnie
  - **10.01.2026 – 20:00 aula A1**
  - min. 51%
- Udostępnę materiały oraz zagadnienia
- Starości - kontakt

%	ocena
<91 +	5
<81-91)	4,5
<71-81)	4
<61-71)	3,5
<51-61)	3
poniżej 51	2





**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Plan wykładu

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wstęp do elektroniki - podstawowe prawa związane z elektroniką i elektrotechniką	Wykład	<a href="#">W1, K1</a>
2.	Elementy i układy analogowe (m.in. diody, tranzystory, wzmacniacze operacyjne, układy zasilające, zabezpieczające)	Wykład	<a href="#">W2, W3, K1</a>
3.	Wstęp do elektroniki cyfrowej - bramki, przerzutniki, układy kombinacyjne, układy sekwencyjne, układy asynchroniczne i synchroniczne.	Wykład	<a href="#">W3, K1, K2</a>
4.	Wstęp do optoelektroniki - emitery i detektory promieniowania	Wykład	<a href="#">W2, K1</a>



# Efekty uczenia się

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
<b>Wiedza:</b>			
W1	Student zna elementarną terminologię związaną z elementami elektronicznymi. Rozumie podstawowe zjawiska fizyczne występujące w przyrządach półprzewodnikowych.	<a href="#">IST_O1_K_W02</a>	P6S_WG P6S_WG_inż
W2	Student ma uporządkowana wiedzę w zakresie zasad działania elementów elektronicznych	<a href="#">IST_O1_K_W02</a>	P6S_WG P6S_WG_inż
W3	Student zna i rozumie sposoby wykorzystania elementów elektronicznych w układach analogowych i cyfrowych.	<a href="#">IST_O1_K_W03</a>	P6S_WG P6S_WG_inż
<b>Kompetencje społeczne:</b>			
K1	Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się i podnoszenia swoich kompetencji.	<a href="#">IST_O1_K_K01</a>	P6S_KK
K2	Student ma świadomość odpowiedzialności za swoją pracę.	<a href="#">IST_O1_K_K05</a>	P6S_KR





**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Literatura

- Sztuka Elektroniki, P. Horowitz, W. Hill, Wyd. WKŁ, 2018.
- Elektronika dla informatyków i studentów kierunków nieelektrycznych, M. Olszewski, Wyd. Helion, 2022.
- Podstawy Elektrotechniki i Elektroniki dla Studentów Informatyki, K. Saeed, M. Parfieniuk, Wyd. PB, 2020.
- Elektronika – ależ to bardzo proste!, A. Dobrowolski, Z. Jachna, E. Majda, M. Wierzbowski, Wyd. BTC, 2013.
- Optoelektronika, K. Booth, S. Hill, Wyd. WKŁ, 2001.

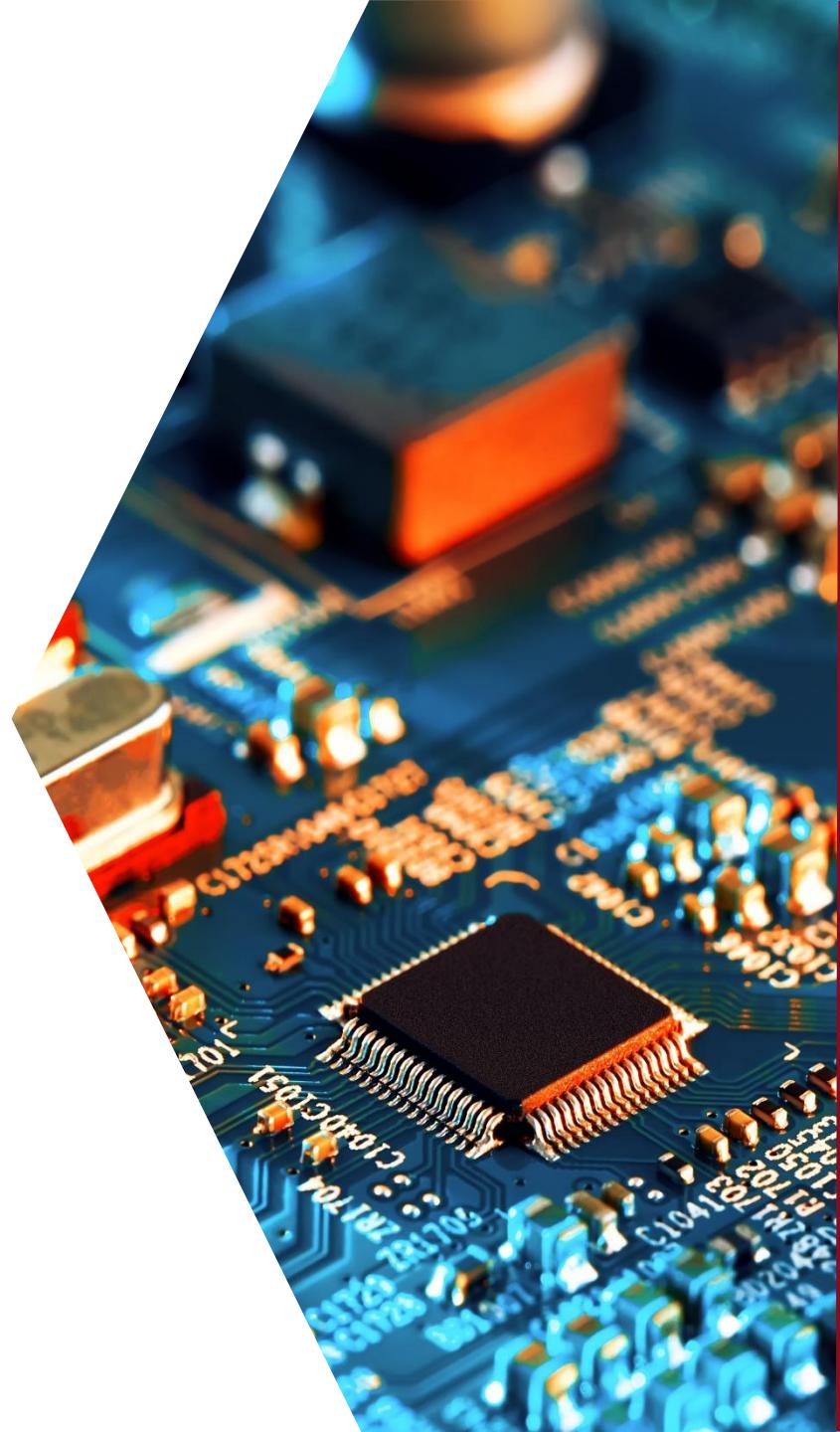




**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## Pytania?





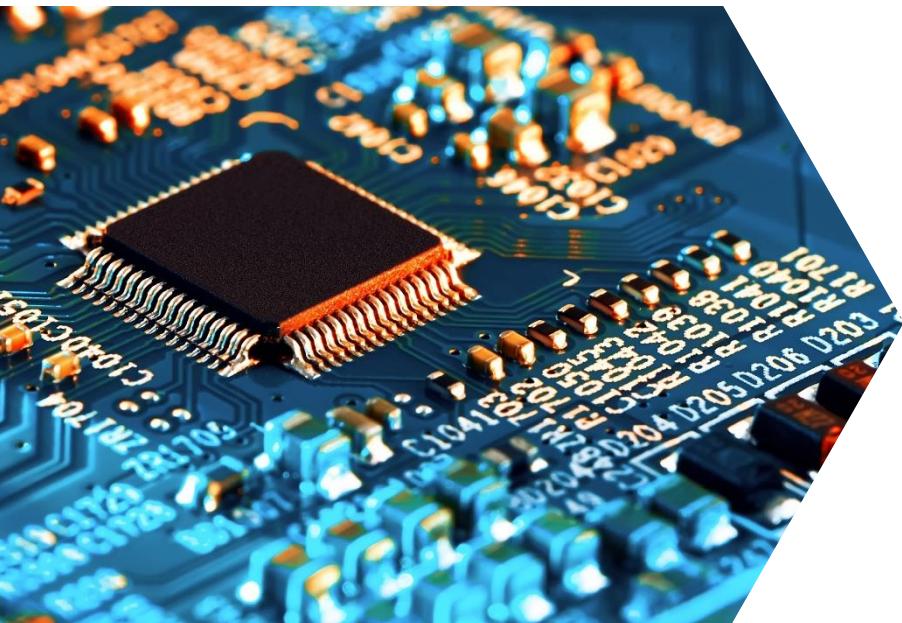
**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

Wykład 1

# **Wstęp do elektroniki: podstawowe wielkości, elementy i prawa**

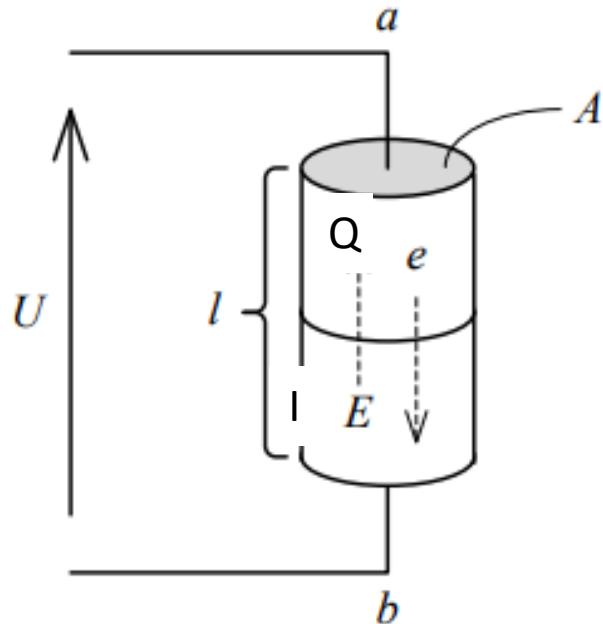




# Podstawowe wielkości

## Prąd elektryczny

- ★ Uporządkowany ruch ładunków elektrycznych.



$$I = \frac{Q}{t}$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

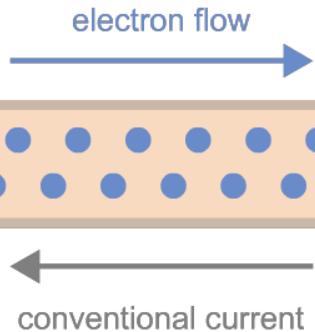
- ★ Natężenie prądu elektrycznego  $I$  definiujemy jako ilość ładunku  $Q$  jaka przepływa przez przekrój poprzeczny przewodnika  $A$  w jednostce czasu.

## Prąd elektryczny

- ★ Podstawowymi nośnikami ładunku elektrycznego w przewodniku metalowym są elektrony.

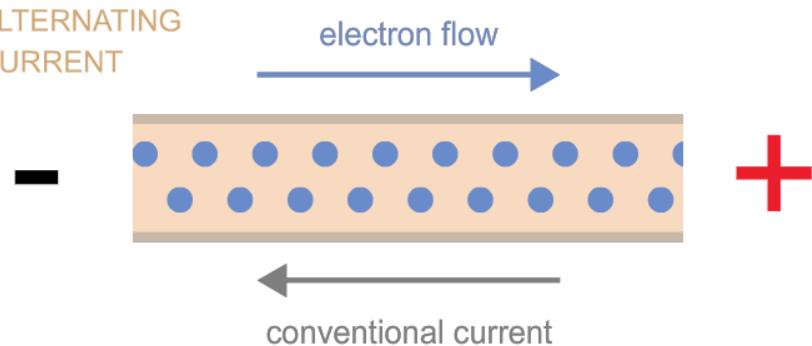
### Prąd stały (DC)

DIRECT  
CURRENT



### Prąd zmienny (AC)

ALTERNATING  
CURRENT



- ★ Mierzony w amperach [A]

$$A = C/s$$

C – ładunek elektryczny/kulomb

s – czas/sekunda

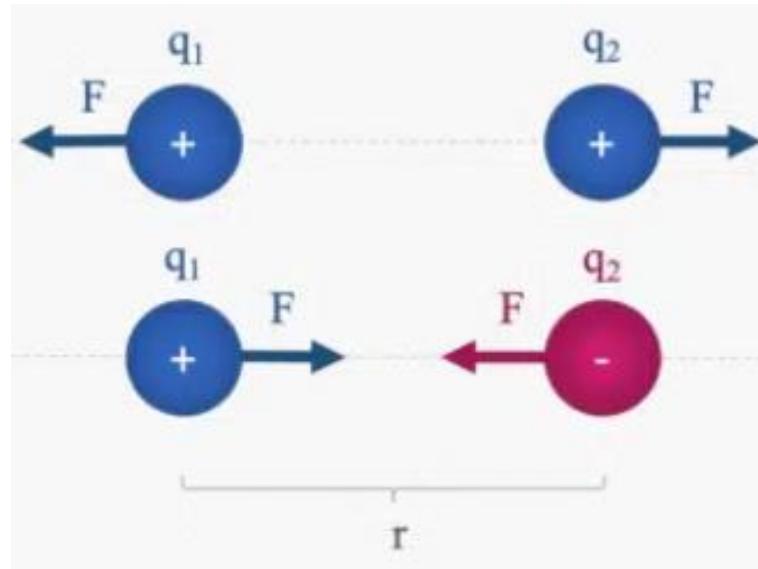
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	mikro	$\mu$

## Prawo Coulomba

- Siła wzajemnego oddziaływania dwóch naładowanych cząstek jest wprost proporcjonalna do iloczynu wartości tych ładunków i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi.

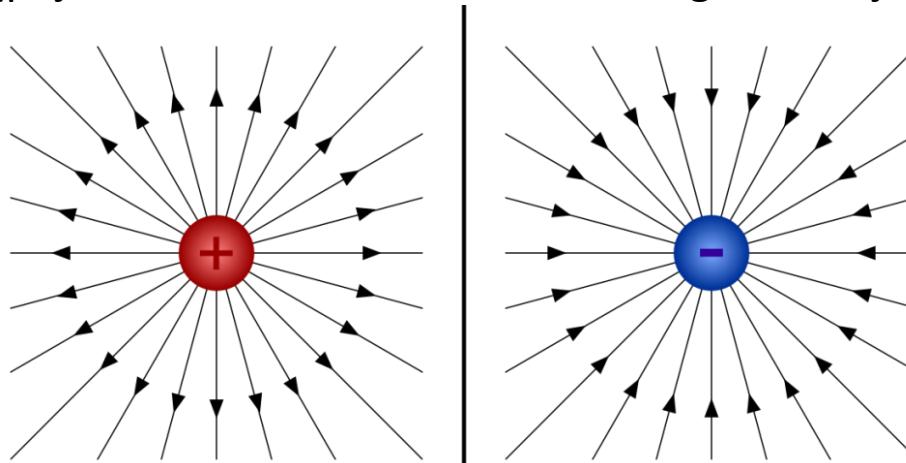
$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

F – siła elektrostatyczna  
q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub> – ładunki elektryczne  
r – odległość  
k – stała elektrostatyczna



## Pole elektryczne

- ★ Polem elektrycznym jest nazywana właściwość przestrzeni sprawiająca, że na umieszczone w niej naładowane ciało działa siła, która zależy od ładunku zgromadzonego w ciele oraz natężenia pola w miejscu położenia ciała. Pole elektryczne występuje w otoczeniu ciała naładowanego, które jest źródłem pola.



E – natężenie pola  
 F – siła elektrostatyczna  
 q<sub>1</sub>,q<sub>2</sub> – ładunki elektryczne  
 q<sub>0</sub> – ładunek próbny  
 r – odległość  
 k – stała elektrostatyczna

$$E = \frac{F}{q_0}$$



$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$



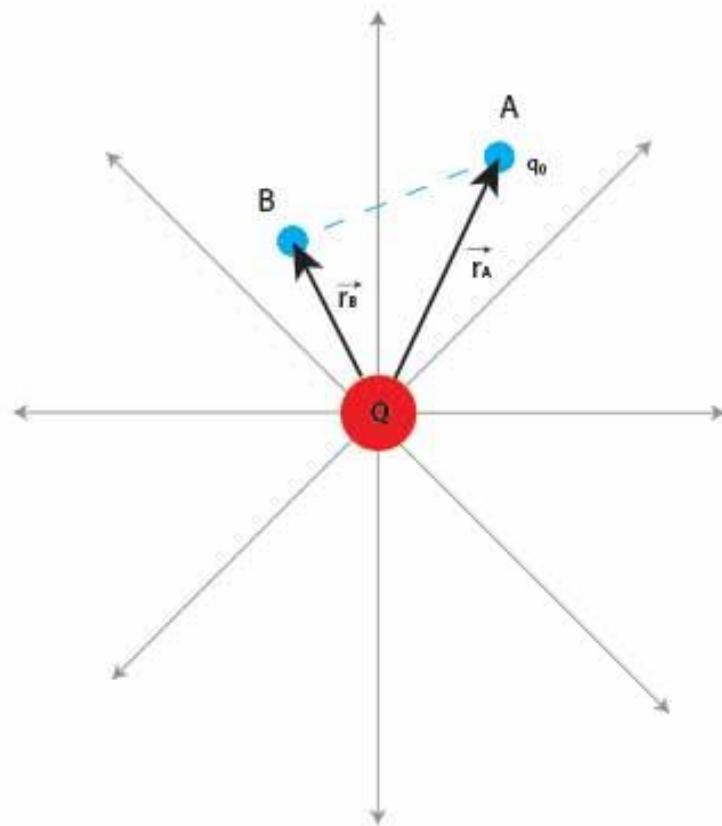
$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Podstawiając q i q<sub>0</sub>

$$q_0 \rightarrow 0$$

## Potencjał i napięcie elektryczne

- ★ Napięcie - stosunek pracy wykonanej podczas przenoszenia ładunku elektrycznego między punktami, dla których określa się napięcie, do wartości tego ładunku.



## Potencjał i napięcie elektryczne

- ☆ Praca  $W$ , która jest potrzebna, by przesunąć ładunek próbny  $q_0$  z nieskończoności do określonego punktu w polu elektrycznym wytwarzanym przez ładunek, określa potencjał (jednostka wolt [V]):

$$V = \frac{W}{q_0}$$

- ☆ Rozpatrując przemieszczenie ładunku próbnego pomiędzy dwoma punktami pola elektrycznego (odległe o  $r$ ) wytwarzanego przez ładunek  $q$ , określamy różnicę potencjałów w tych punktach, czyli napięcie elektryczne  $U$ :

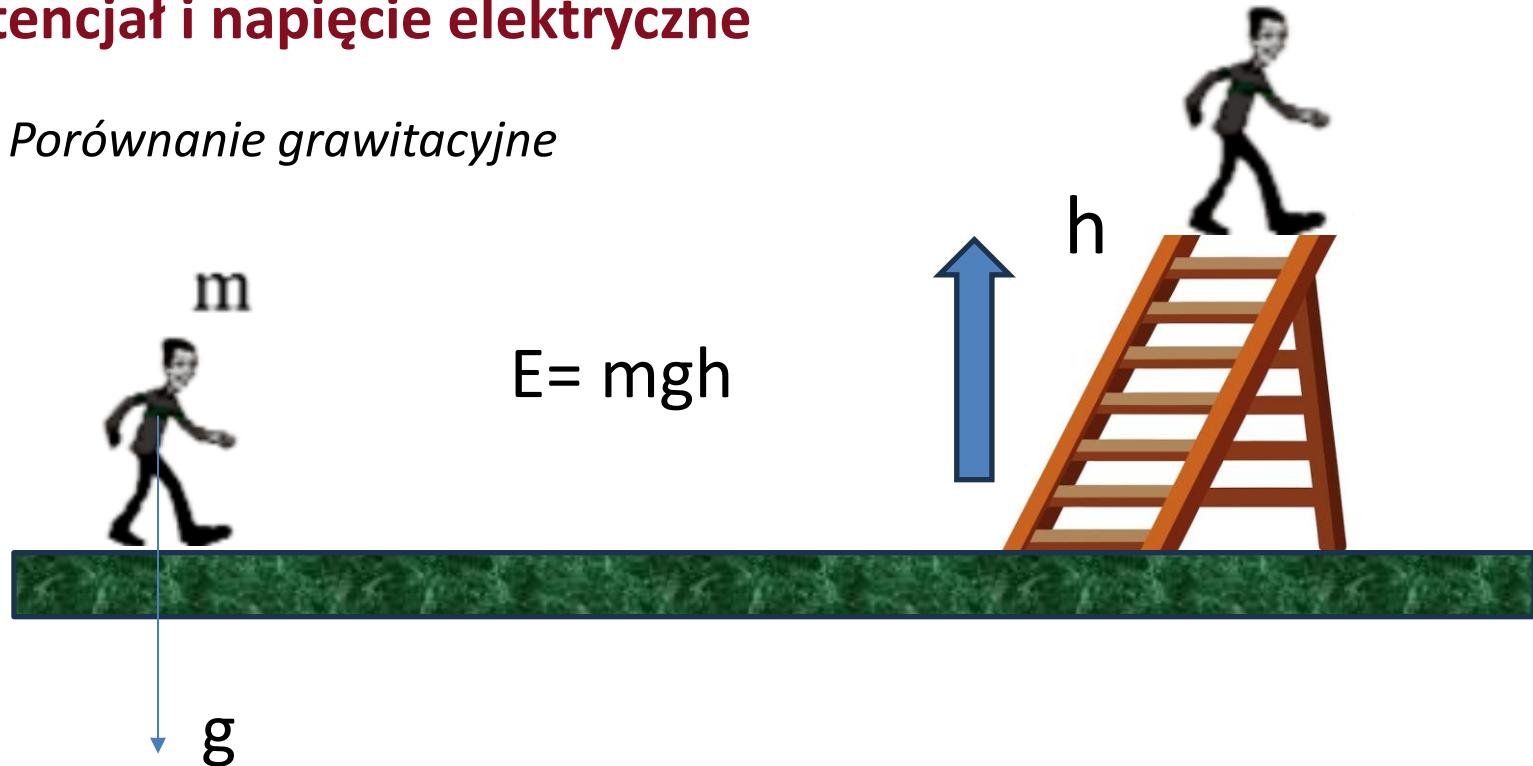
$$U = k \frac{q}{r}$$

- ☆ Mierzone w woltach [V]

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

## Potencjał i napięcie elektryczne

☆ Porównanie grawitacyjne



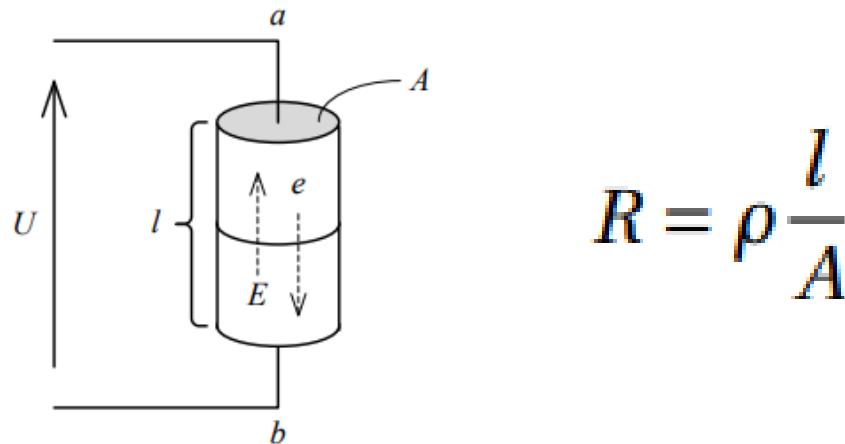
$$W = E_{pA} - E_{pB} = m(gh_A - gh_B) = m(V_A - V_B)$$

- $m \rightarrow q$
- $V_A - V_B \rightarrow U$

$$W = qU \quad \longrightarrow \quad U = \frac{W}{q}$$

## Opór

- ★ Rezystancja przewodnika o przekroju poprzecznym A jest proporcjonalna do długości przewodnika l, odwrotnie proporcjonalna do przekroju i zależna od materiału (rezystywność  $\rho$ ):



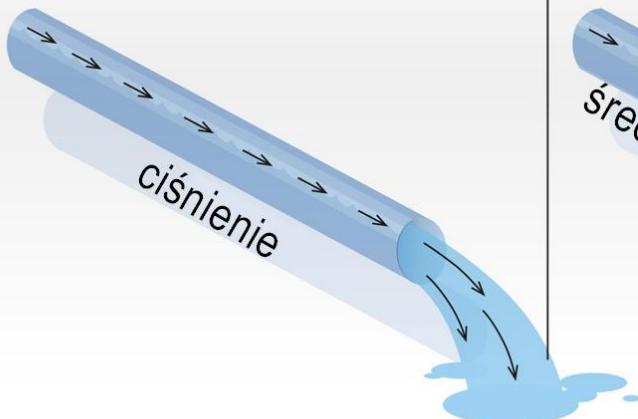
- ★ Wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego (pr. Ohma  $R=U/I$ )
- ★ Mierzony w omach [ $\Omega$ ]

## Hydrauliczna metafora

**NAPIĘCIE**

wolt

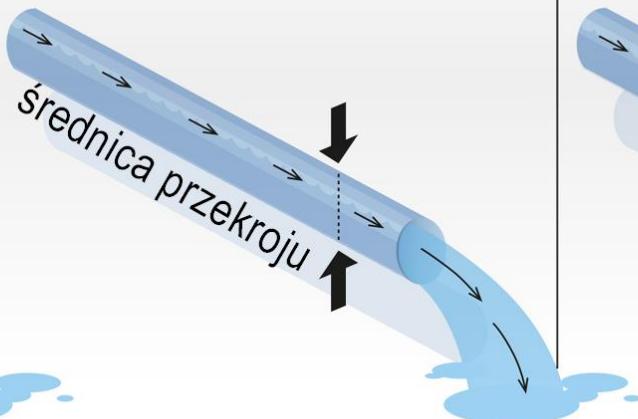
U / V



**PRĄD**

amper

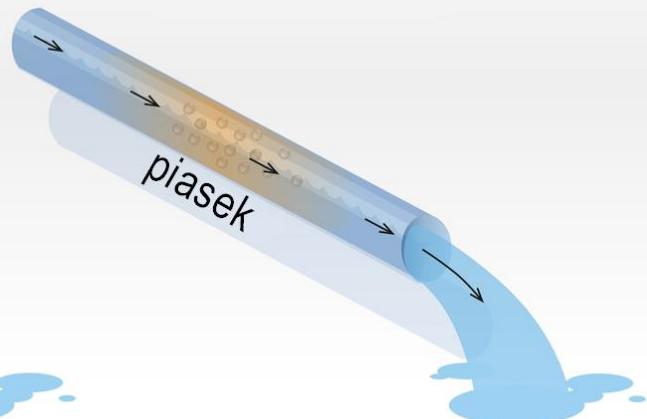
I / A

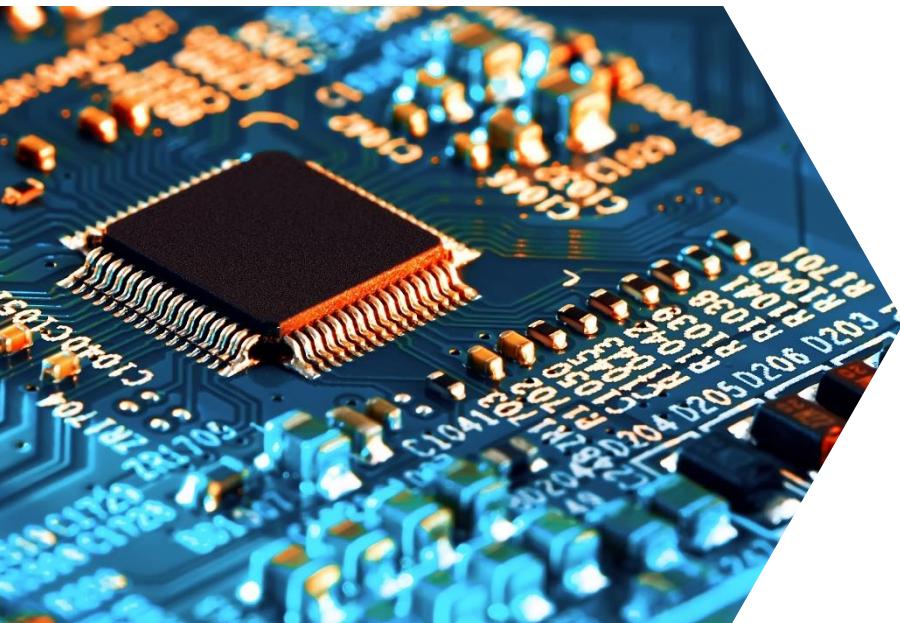


**REZYSTANCJA**

om

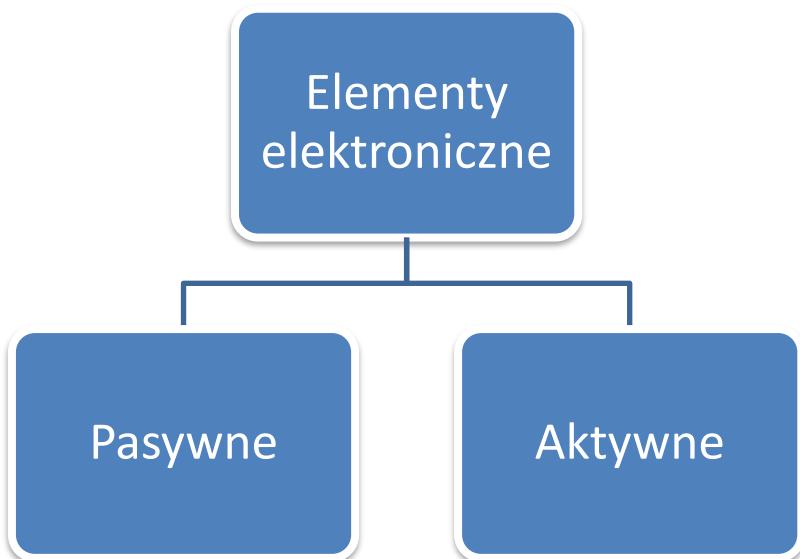
R /  $\Omega$





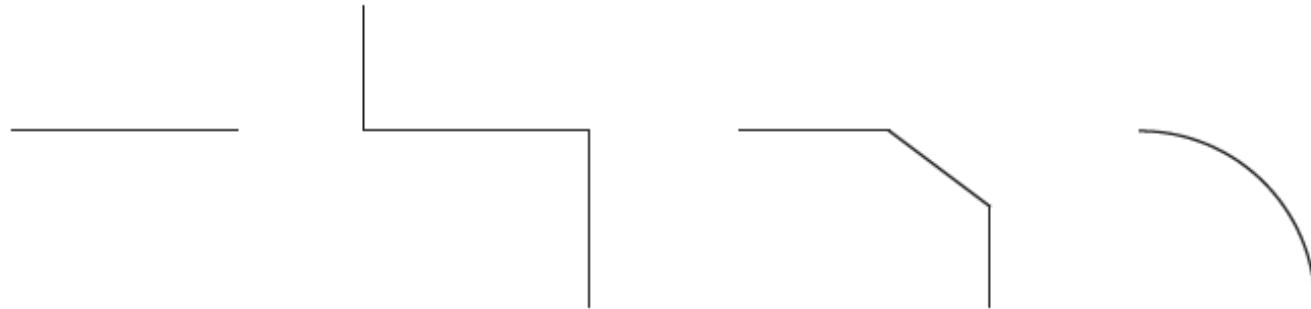
# Wprowadzenie i podstawowe prawa

## Klasyfikacja

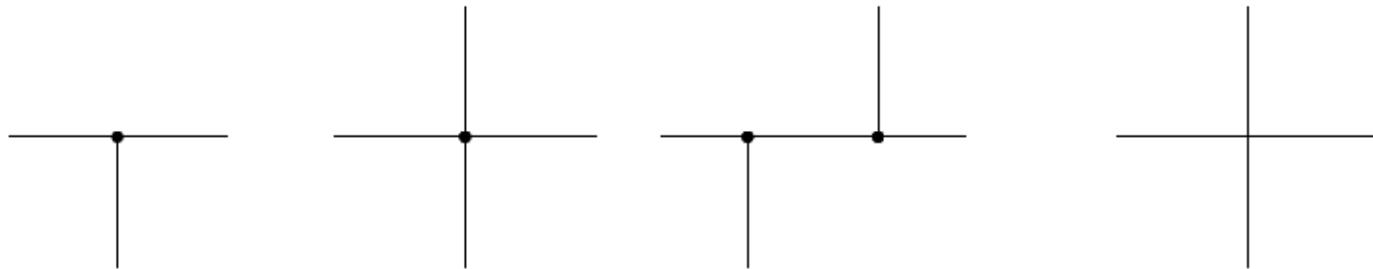


## Obwód elektryczny

- Przewód



- Węzeł



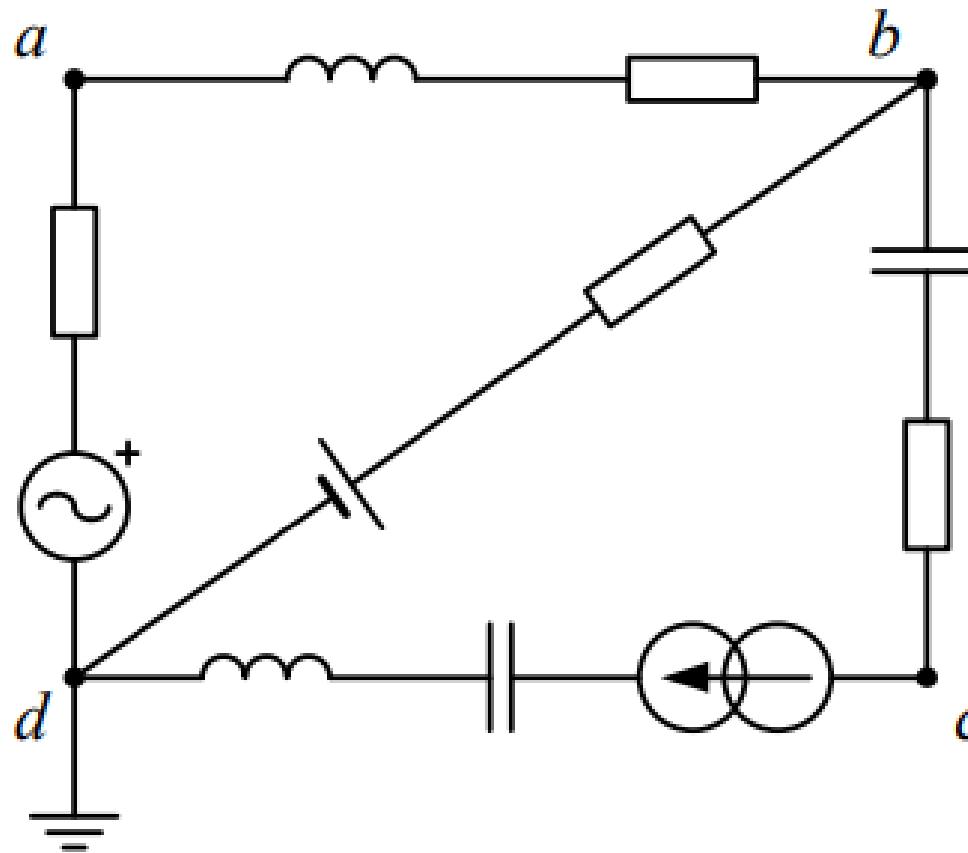
Węzły

Niepołączone  
przewody

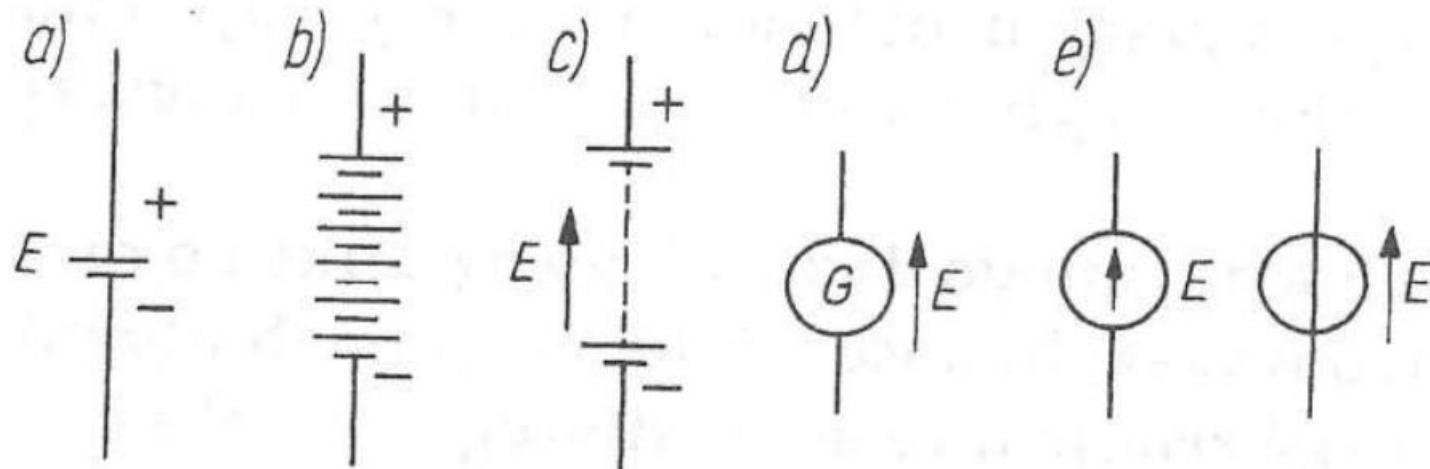
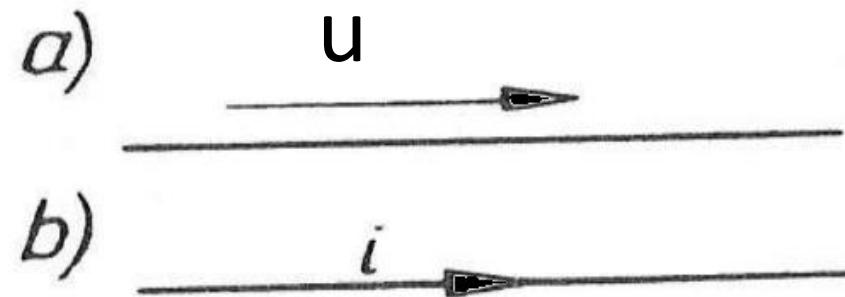
## Obwód elektryczny

- Węzeł jest punktem dołączenia elementu do obwodu. Węzeł jest nazywany głównym, gdy stykają się w nim zaciski 3 lub więcej elementów.
- Gałąź jest szeregowym połączeniem elementów, między którymi nie ma węzłów głównych. Przez każdy element gałęzi płynie ten sam prąd. Gałąź może także obejmować tylko jeden element.
- Oczko stanowi jakąkolwiek ścieżkę prowadzącą po węzłach obwodu, która zaczyna się i kończy w tym samym węźle.
- Często w obwodach wyróżniana jest tzw. masa (ang. ground: GND), czyli węzeł, który stanowi punkt odniesienia do określania potencjałów pozostałych węzłów. Zwykle masie przypisywany jest potencjał 0 V i jest ona utożsamiana z punktem uziemienia układu.

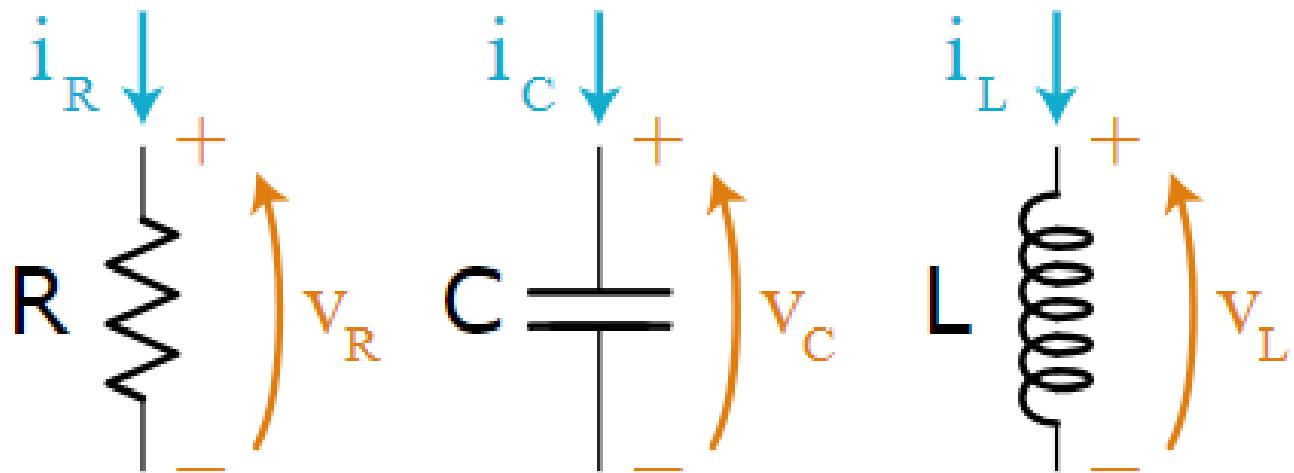
## Obwód elektryczny



## Strzałkowanie prądów i napięć

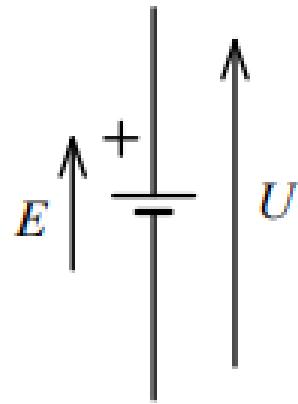


## Konwencja znaków

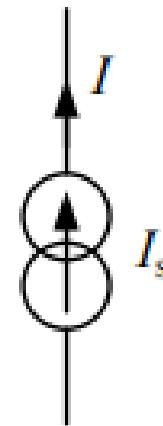


## Źródło energii elektrycznej

- Dostarcza energię elektryczną



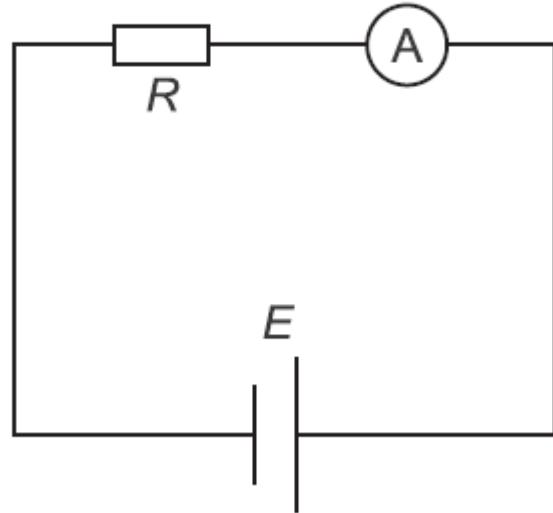
Źródło napięcia stałego



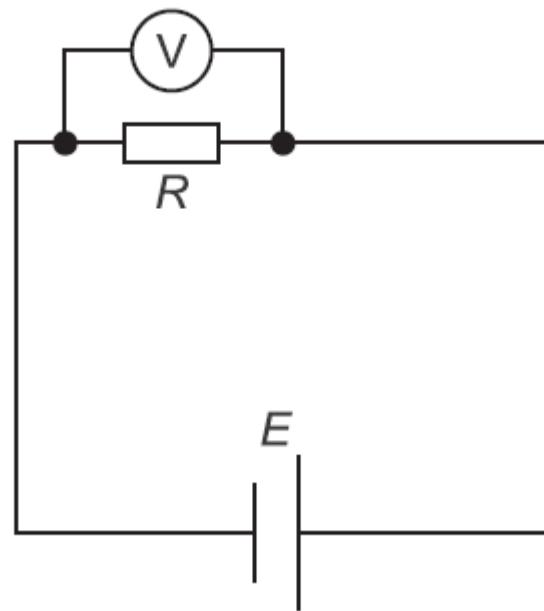
Źródło prądu stałego

## Obwód elektryczny

a)



b)

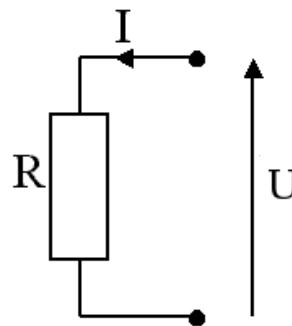


Amperomierz

Woltomierz

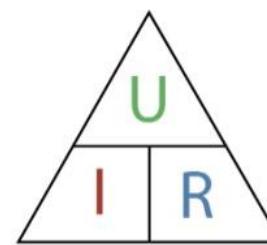
## Prawo Ohma

- prąd płynący przez rezystor jest wprost proporcjonalny do napięcia przyłożonego do tego rezystora i odwrotnie proporcjonalny do jego rezystancji



I – natężenie prądu  
U – napięcie  
R – rezystancja

$$I = \frac{U}{R}$$



$$U = I \cdot R$$

$$I = U/R$$

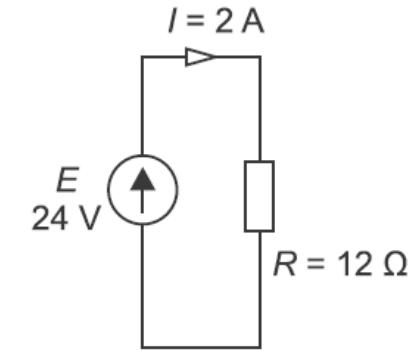
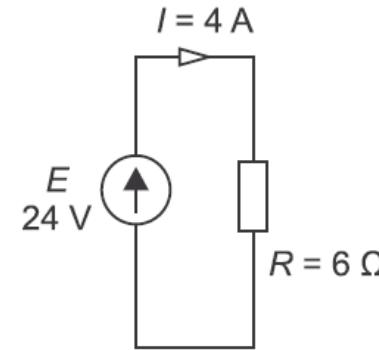
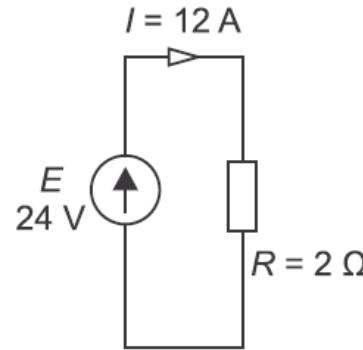
$$R = U/I$$

<b>U</b>	napięcie	[V] wolt
<b>I</b>	natężenie prądu	[A] amper
<b>R</b>	rezystancja/opór	[Ω] ohm

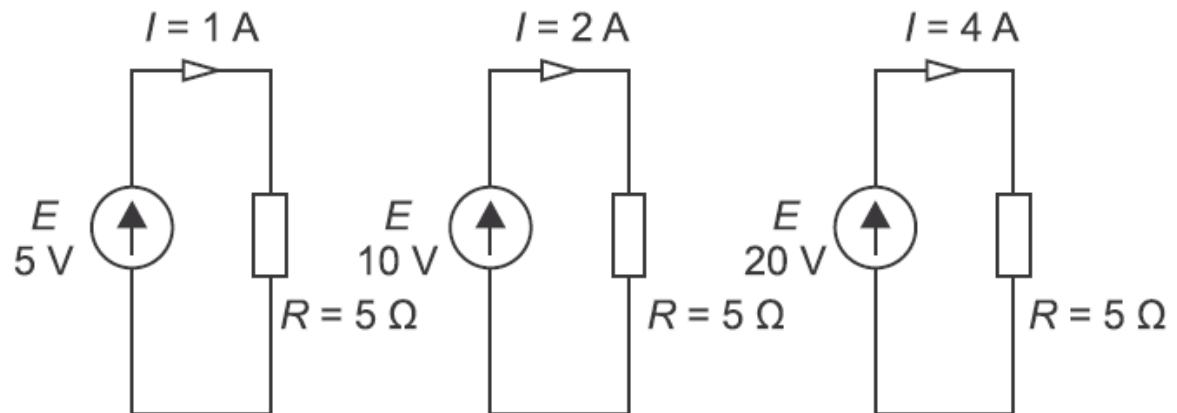
## Prawo Ohma

- prąd płynący przez rezystor jest wprost proporcjonalny do napięcia przyłożonego do tego rezystora i odwrotnie proporcjonalny do jego rezystancji

$E - \text{const} = 24 \text{ V}$   
 $\text{zmieniamy } R$



$R - \text{const} = 5 \Omega$   
 $\text{zmieniamy } E$

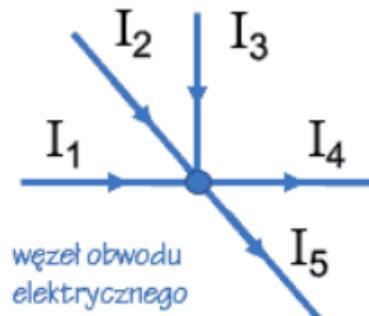


$$I = \frac{U}{R}$$

## Prawa Kirchhoffa

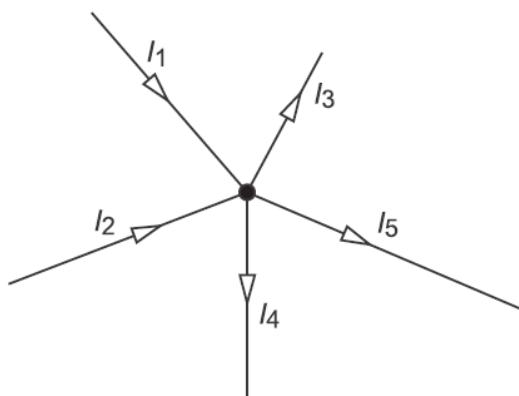
### 1) PPK – prądowe prawo Kirchhoffa

- ☆ Algebraiczna suma prądów w każdym węźle obwodu jest równa zeru
- ☆ Suma natężen prądów wpływających do węzła jest równa sumie natężen prądów wypływających z tego węzła.



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

$$\sum_k I_k = 0$$

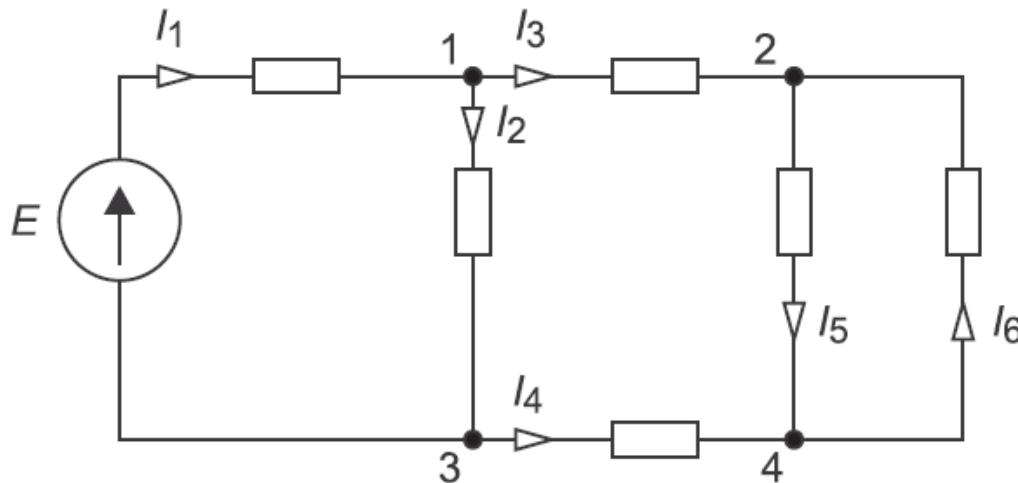


$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0,$$

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

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

## Prawa Kirchhoffa



$$w_1 : \quad I_1 = I_2 + I_3$$

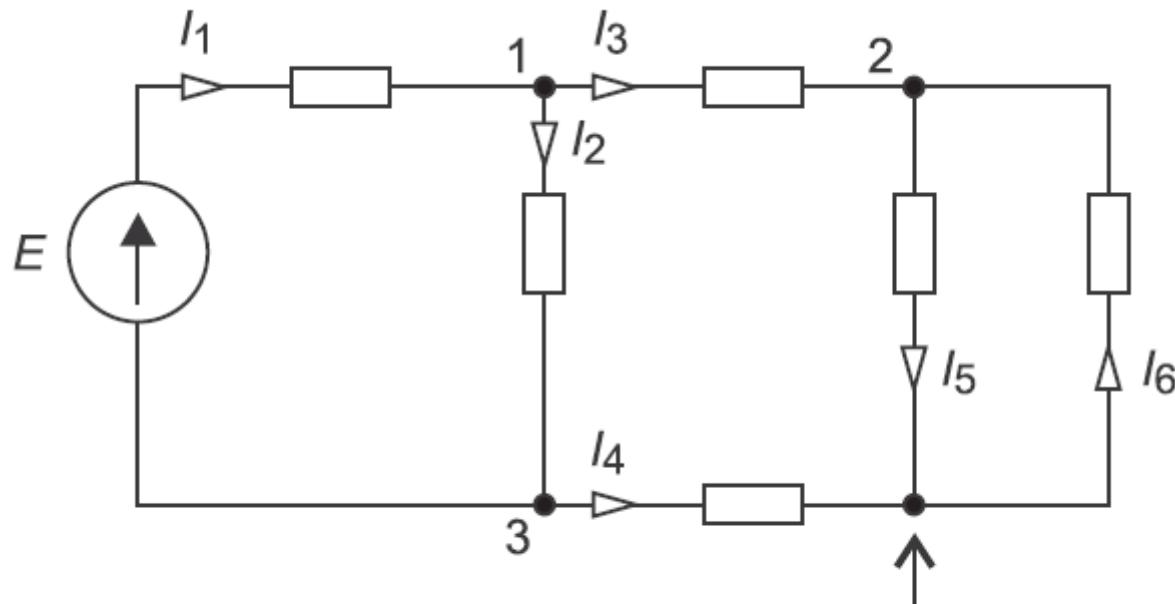
$$w_3 : \quad I_2 = I_1 + I_4$$

$$w_2 : \quad I_3 + I_6 = I_5$$

$$w_4 : \quad I_4 + I_5 = I_6$$

$$\cancel{I_1 + I_3 + I_6 + I_2 + I_4 + I_5} = \cancel{I_2 + I_3 + I_5 + I_1 + I_4 + I_6} \rightarrow 0 = 0$$

## Prawa Kirchhoffa



$$w_1 : \quad I_1 = I_2 + I_3$$

Węzeł  
odniesienia

$$w_2 : \quad I_3 + I_6 = I_5$$

$$w_3 : \quad I_2 = I_1 + I_4$$

$$\cancel{I_1 + I_3 + I_6 + I_2} = \cancel{I_2 + I_3 + I_5} + \cancel{I_1 + I_4}$$

$$I_6 = I_5 + I_4$$

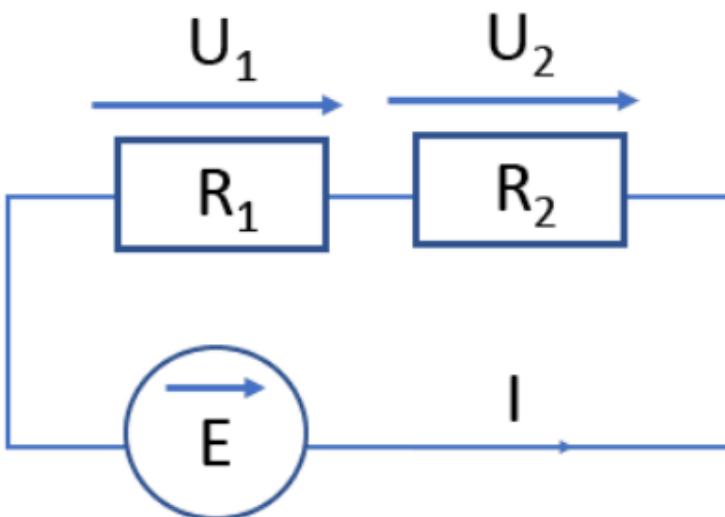
## Prawa Kirchhoffa

### 2) NPK – napięciowe prawo Kirchhoffa

- ★ Algebraiczna suma napięć na wszystkich elementach dowolnego oczka obwodu jest równa零
- ★ Suma spadków napięcia w obwodzie zamkniętym jest równa零.

$$\sum_k U_k = 0$$

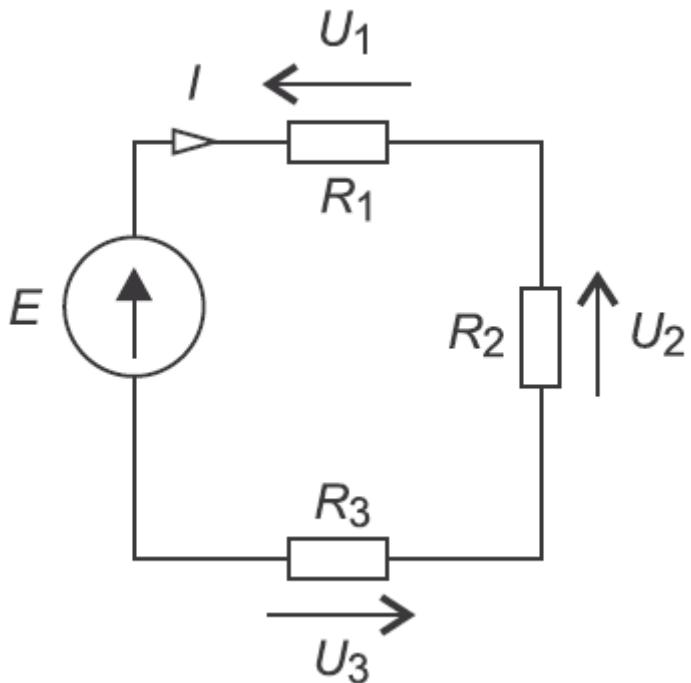
umowny  
kierunek



$$E - U_2 - U_1 = 0$$

$$E = U_1 + U_2$$

## Prawa Kirchhoffa



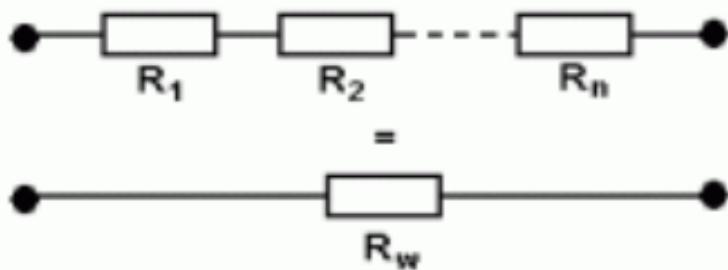
$$E - U_1 - U_2 - U_3 = 0$$

$$E = U_1 + U_2 + U_3$$



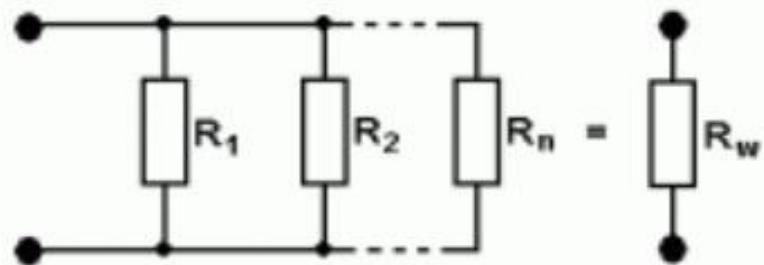
## Przekształcenia obwodów

- Łączanie rezystorów: szeregowe i równoległe



$$R_w = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Ten sam prąd



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

To samo napięcie