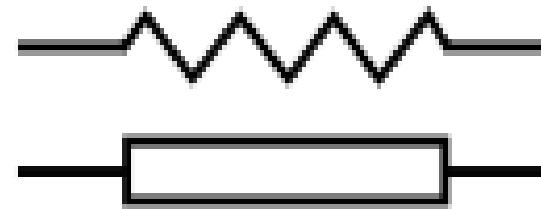


# Teoria Obwodów I – Ćwiczenia 1

- Podstawowe elementy bierne obwodu elektrycznego
  - Rezystor
  - Kondensator
  - Cewka
- Zależność rezystancji od temperatury
- Rezystancja zastępcza połączenia:
  - Szeregowego
  - Równoległego
  - Mieszanego

# Rezystor



- Bierny element obwodu elektrycznego ograniczający wartość płynącego w nim prądu, proporcjonalnie do występującego na nim spadku napięcia
- Rezystancja  $\rightarrow R = \rho \frac{l}{A}$ , gdzie:
  - $\rho$  - rezystywność  $\Omega\text{m}$
  - $l$  - długość elementu rezystancyjnego
  - $A$  - pole przekroju elementu
- Metale -  $\rho \approx 10^{-8} \Omega\text{m}$
- Półprzewodniki -  $\rho \approx 10^{-6} \Omega\text{m}$
- Izolatory -  $\rho \approx 10^{10} \Omega\text{m}$

Nazwa materiału	Rezystywność	
	$\Omega\cdot\text{m}$	$\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$
Srebro	$1,62\cdot 10^{-8}$	0,0162
Miedź przewodowa	$1,75\cdot 10^{-8}$	0,0175
Aluminium	$2,83\cdot 10^{-8}$	0,0283
Cynk	$6,3\cdot 10^{-8}$	0,063
Platyna	$11,1\cdot 10^{-8}$	0,111
Cyna	$12\cdot 10^{-8}$	0,12

# Zależność od temperatury

- $R_T = R_0(1 + \alpha\Delta T)$
- $R_0$  - Rezystancja w  $T_0 = 293K = 20^\circ C$
- $\Delta T$  - Przyrost temperatury  $= T - T_0$
- $\alpha$  - współczynnik temperaturowy  $\left[\frac{1}{K}\right]$

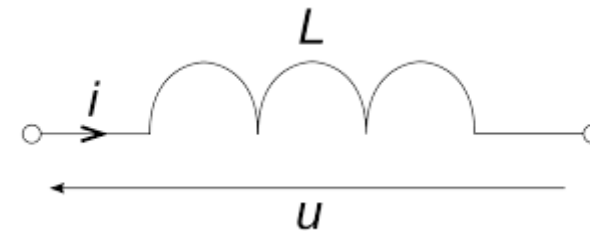
Materiał	Współczynnik $\alpha$ 1/K
srebro	4,1E-03
miedź chemicznie czysta	4,0E-03
miedź przewodowa	4,0E-03
Aluminium czyste	4,1E-03
Aluminium przewodowe	4,1E-03
Stal przewodowa	5,2E-03
Wolfram	4,6E-03
Cynk	3,9E-03
Manganian	3,0E-05
Konstantan	2,0E-05
Nikielina	2,0E-04
Chromonikielina	1,4E-04
Kantal A.	8,8E-05
Nichrom	1,5E-04
Węgiel bezpostaciowy	3,0E-04

# Zadanie 1.

Obliczyć rezystancję 25m przewodu miedzianego o średnicy 2mm. O ile wzrośnie jego rezystancja jeżeli zostanie podgrzany do 60°C?

- Jakiej długości będzie przewód aluminiowy o tym samym przekroju i rezystancji?
- Jakiego przekroju przewód aluminiowy należało by zastosować, aby dla tej samej długości miał taką samą rezystancję co przewód miedziany?
  - $\rho(\text{miedzi}) = 1.72 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
  - $\rho(\text{aluminium}) = 2.82 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
  - $\alpha(\text{miedzi}) = 3.9 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$

# Cewka



- Element bierny obwodu wykonany w postaci uzwojenia nawiniętego na powierzchni:

- Walca - solenoid  $\rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$
- $\rightarrow L = \frac{0.08 \cdot d^2 \cdot N^2}{3d + 9l}$  jednowarstwowa
- $\rightarrow L = \frac{0.08 \cdot d^2 \cdot N^2}{3d + 9l + 10a}$  wielowarstwowa
- Pierścienia - toroid  $\rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi}$
- Płaszczyzny

- Indukcyjność jest zdolnością do wytworzenia strumienia magnetycznego -  $\varphi = L \cdot I \rightarrow L [H]$

$$\mu_0 = 10^{-7} \text{ H/m}$$

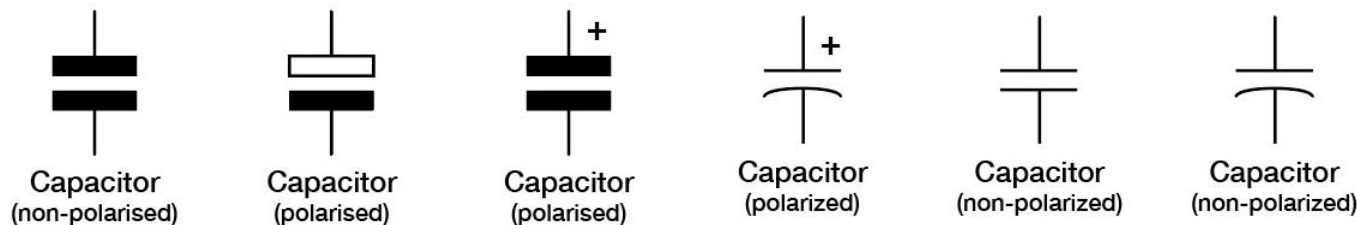
d - średnica cewki (średnia), l - długość cewki, a - grubość uzwojenia, N - liczba zwojów (w cm)

## Zadanie 2.

Obliczyć indukcyjność i rezystancję cewki solenoidalnej wykonanej z drutu miedzianego o średnicy 2mm. Cewka nawinięta jest na karkasie o średnicy 12cm i długości 50cm.

- Określ ile zwojów w układzie jednowarstwowym można nawinać na karkasie?
- Ile pełnych warstw należało by nawinać aby zwiększyć jej indukcyjność 10 krotnie?
- Porównać wyniki indukcyjności obu cewek obliczone za pomocą podanych wzorów.

# Kondensator



Element bierny obwodu wykonany w postaci dwóch powierzchni przewodzących rozdzielonych izolatorem przechowujący energię w polu elektrycznym

- Kondensator płaski

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}, \text{ gdzie } \epsilon_0 \approx \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \frac{F}{m}$$

- Kondensator walcowy

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_rl}{\ln(r_2) - \ln(r_1)}, \text{ gdzie } \epsilon_0 \approx 8.85 \cdot 10^{-9} \frac{F}{m}$$

- Kondensator kulisty

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon_rr_2r_1}{r_2 - r_1}$$

# Względna przenikalność elektryczna

Ośrodek	$\epsilon_r$
próżnia	1
powietrze	1.0006
parafina	2
teflon	2.1
polietylen	2.3
papier	3.5
szkło	4.5
porcelana	6.5
woda	81
TiO <sub>2</sub>	100



# Kondensator

Połączenie kondensatorów

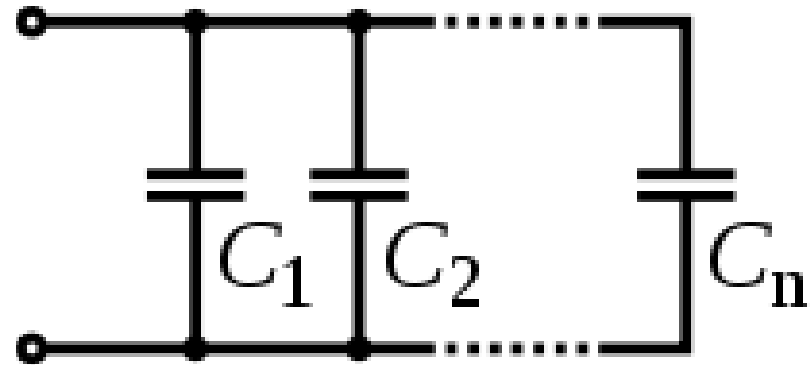
- Szeregowe

$$\frac{1}{C_z} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

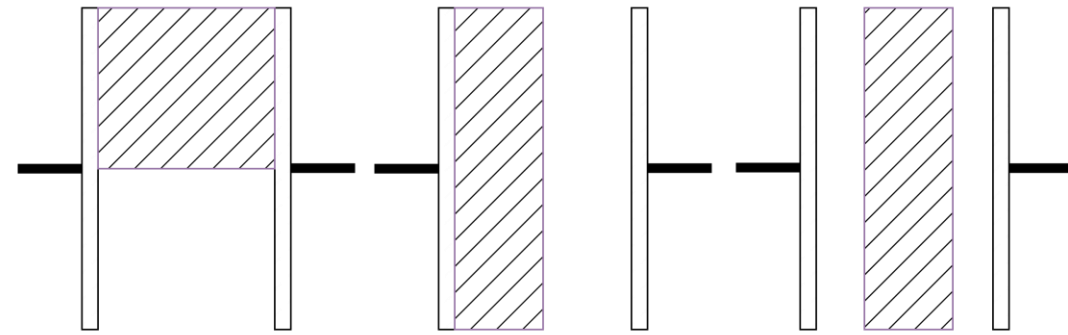


- Równoległe

$$C_z = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$$



## Zadanie 3.



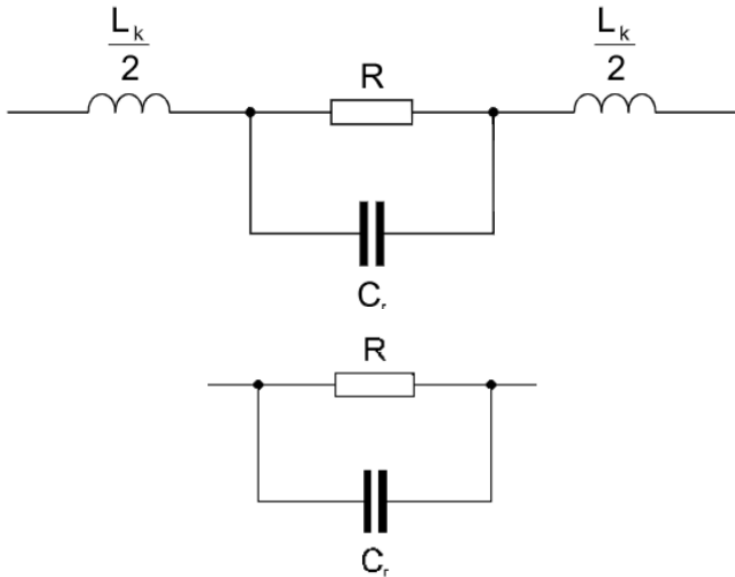
Obliczyć pojemność kondensatora płaskiego o elektrodach o powierzchni  $35\text{cm}^2$ . Odległość między elektrodami wynosi  $2\text{ cm}$ . Przestrzeń między elektrodową wypełniono powietrzem.

1. Jak zmieni się pojemność kondensatora jeżeli odległość między elektrodową powiększy się dwukrotnie?
2. Ile będzie wynosiła pojemność tego kondensatora jeżeli połowę przestrzeni między elektrodowej wypełni się porcelaną?
3. Jaki wpływ na pojemność kondensatora będzie miał sposób podziału przestrzeni międzyelektrodowej między powietrzem a porcelaną?

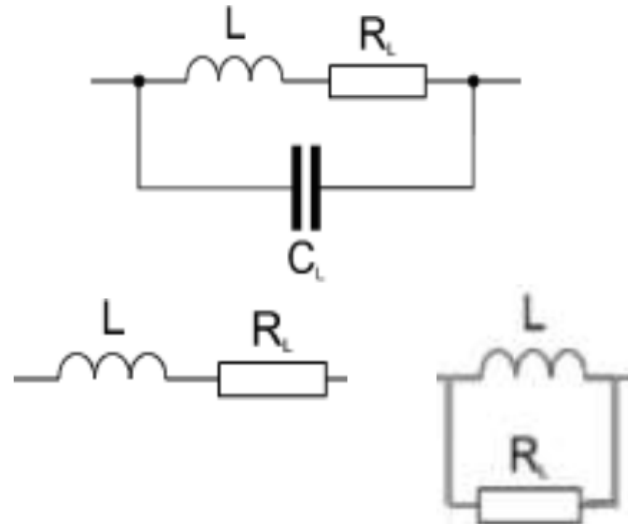
# Element rzeczywisty

Elementy rzeczywiste bierne obwodu elektrycznego można przedstawić za pomocą schematu zastępczego zbudowanego z idealnych elementów: rezystora, cewki i kondensatora

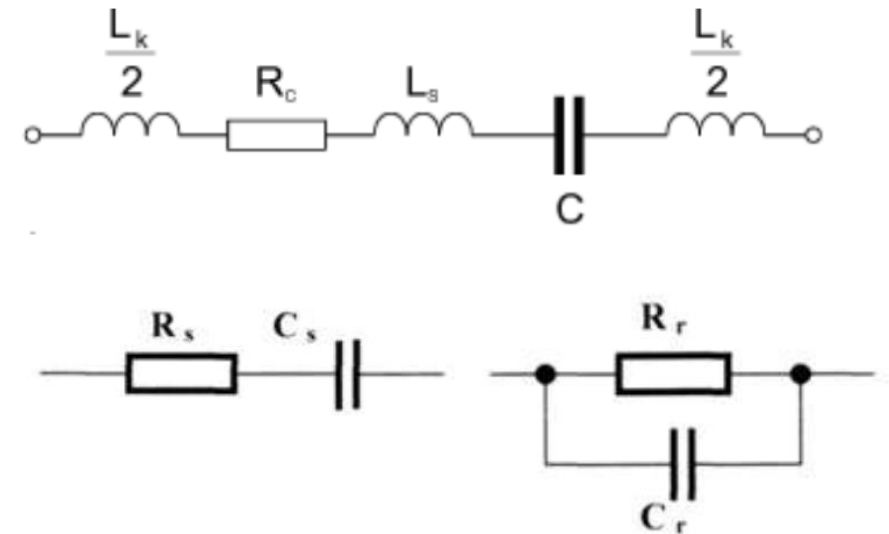
Rezystora



Cewki



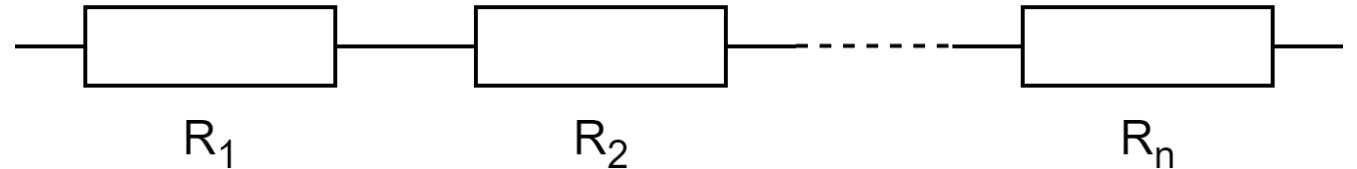
Kondensator



# Rezystancja zastępcza - szeregowy

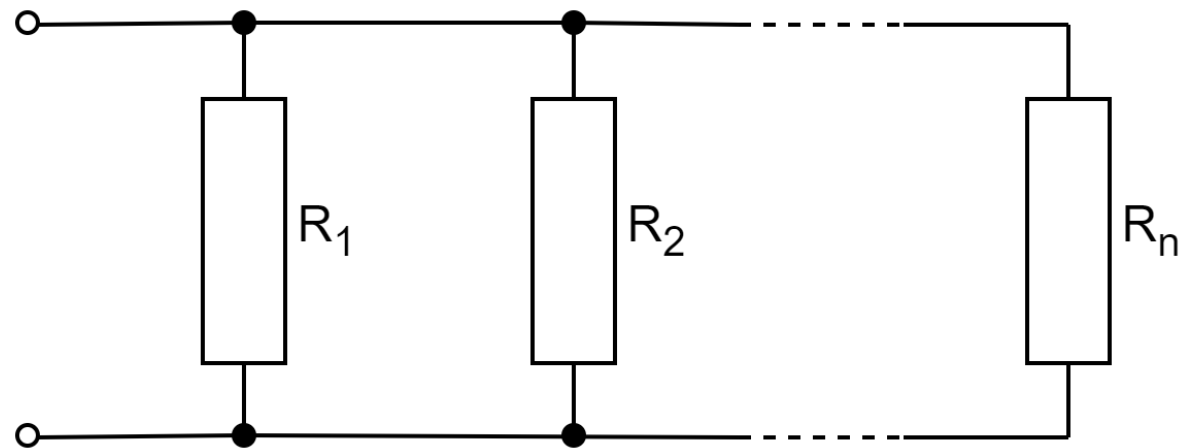
- Połączenie szeregowy

$$R_z = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$



- Połączenie równoległe

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$



# Rezystancja zastępcza - równoległy

Dla obwodu pokazanego na rysunku  $R_x=10\Omega$ ,  $C=10\mu\text{F}$ ,  $L=100\text{mH}$ . Oblicz rezystancję zastępczą widzianą od zacisków:

1. AB
2. CE
3. DC
4. CB
5. BD
6. BE

