

Fizika 2i

Áram, egyenáram

Egyenáramú körök

4. Előadás (2022 tavasz)

Az elektromos áram (egyenáram)

Áramerősség : $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ pontosabban $I = \frac{dQ}{dt}$

Mértékegység: A = C/s

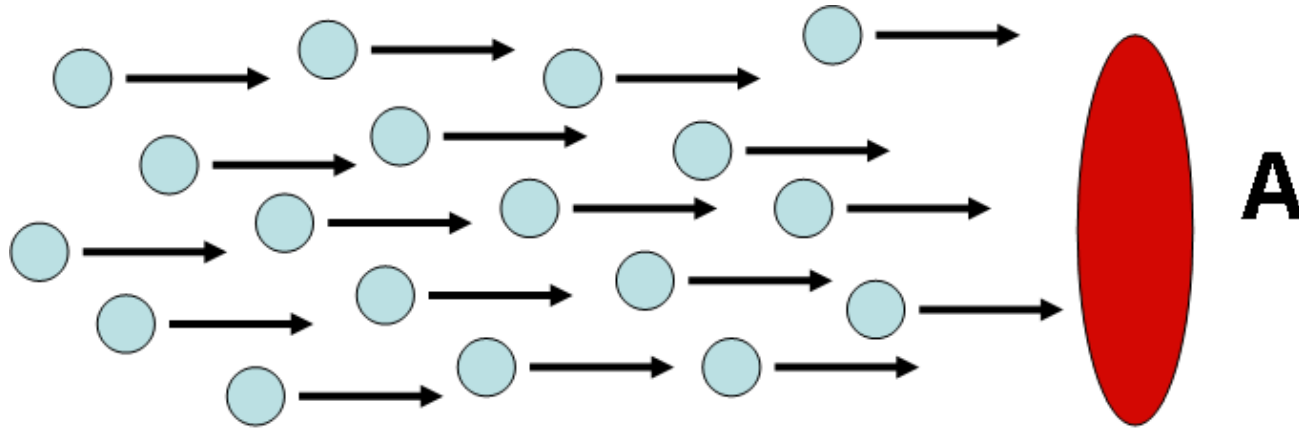
elektromos áramsűrűség : $J = \frac{\Delta I}{\Delta A}$ vagy $J = \frac{dI}{dA}$

Mértékegység: A/m²

Technikai áramirány: pozitív töltések mozgásának iránya

Egy adott felületen áthaladó áram: $I = \int_A \vec{J} d\vec{A}$

Egy egyszerű modell: az áramlási térben a részecskék sűrűsége valamint sebessége és töltése állandó



$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A$$

$$a = \frac{qE}{m}$$

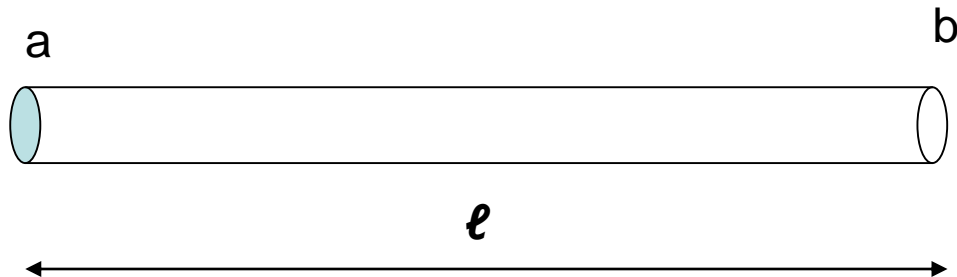
$$J = \frac{I}{A} = nqv_d$$

Átlagos ütközési idő: τ

Driftsebesség: $v_d = a\tau = \frac{qE}{m}\tau$

/ elektrongáz \rightarrow ideális gáz modell: $v_{\text{átl.}} \approx 10^6$ m/s / \rightarrow ??? \leftarrow rézre: $v_d \approx 10^{-4}$ m/s

Ohm törvénye



$$U_{ab} = U = E\ell$$



$$R = \frac{U}{I} \quad \leftarrow \quad I = \frac{nq^2\tau A}{m\ell}U$$

$$R = \frac{m}{nq^2\tau} \frac{\ell}{A} = \rho \frac{\ell}{A}$$

Mértékegység: $\Omega = \text{V/A}$

ρ : fajlagos ellenállás [mértékegysége: Ωm]

Az anyag vezetőképessége: $\sigma = 1/\rho$

$$J = \sigma E$$

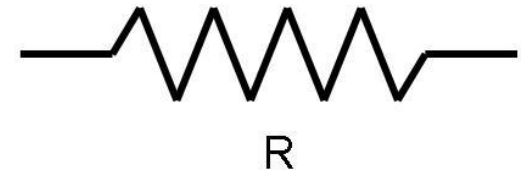
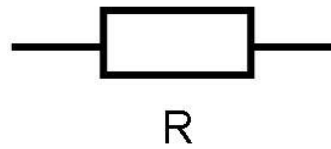
Az ellenállás hőmérsékletfüggése

$$\rho(T) = \rho_o \left[1 + \alpha(T - T_o) + \beta(T - T_o)^2 + \dots \right]$$

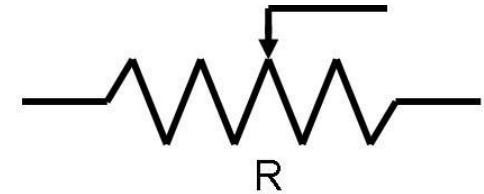
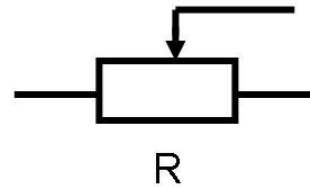
Ellenállás hőmérők:



Az ellenállás jelölése



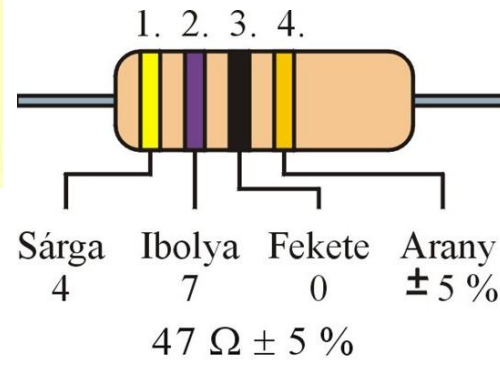
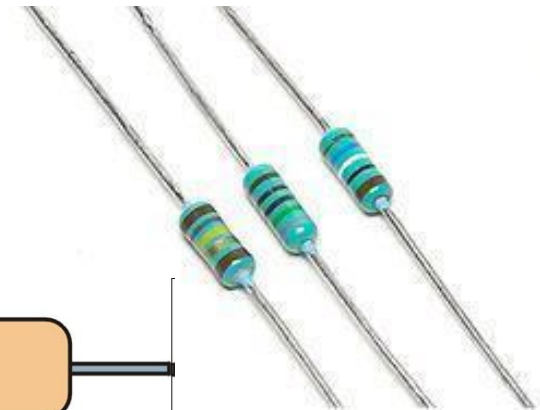
Változtatható ellenállás:



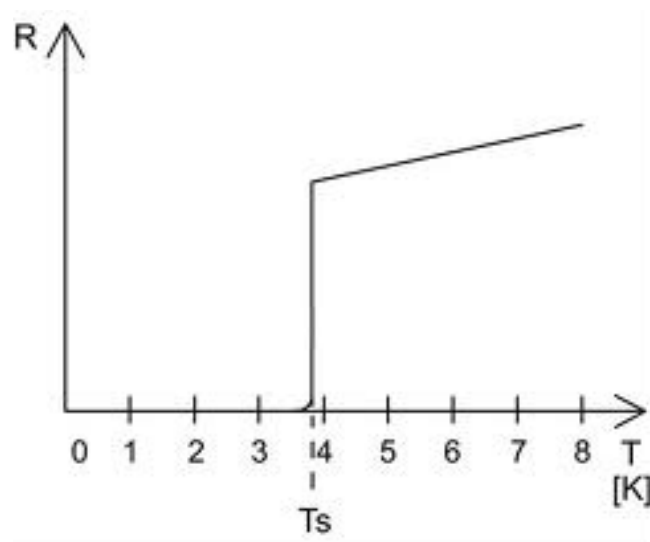
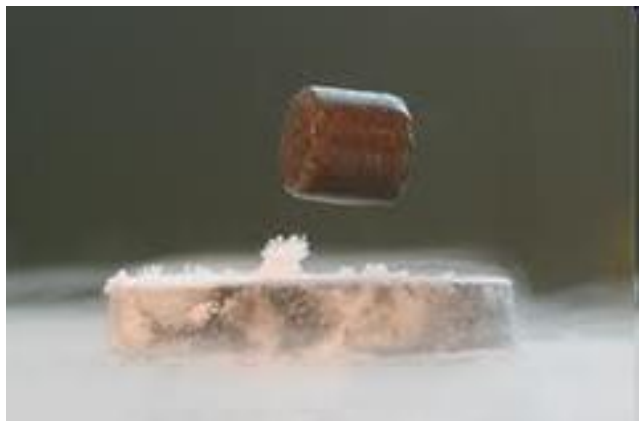
FIRST DIGIT First Colour Band		SECOND DIGIT Second Colour Band		MULTIPLIER Third Colour Band	
BLACK	0	BLACK	0	BLACK	x 1
BROWN	1	BROWN	1	BROWN	x 10
RED	2	RED	2	RED	x 100
ORANGE	3	ORANGE	3	ORANGE	x 1,000
YELLOW	4	YELLOW	4	YELLOW	x 10,000
GREEN	5	GREEN	5	GREEN	x 100,000
BLUE	6	BLUE	6	BLUE	x 1,000,000
VIOLET	7	VIOLET	7	VIOLET	x 10,000,000
GREY	8	GREY	8	GREY	x 100,000,000
WHITE	9	WHITE	9	WHITE	x 1,000,000,000

TOLORANCE Fourth Colour Band:				
BROWN	RED	GOLD	SILVER	SALMON
1%	5%	5%	10%	20%

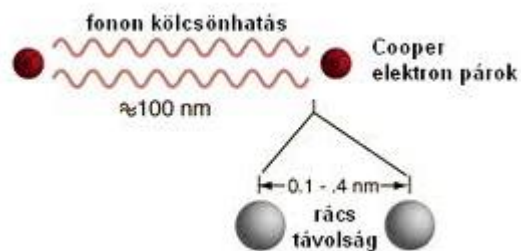
Az ellenállás-értékének megjelölésére a négy ill. ötsávós színkód használatos



Szupravezetés



Cooper-párok



Joule törvény

$$dW = Udq$$

$$P = \frac{dW}{dt} = U \frac{dq}{dt}$$

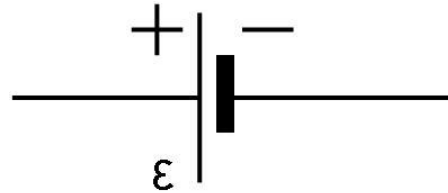
$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$



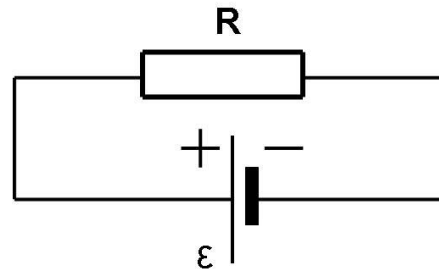
Példa: Mennyi idő alatt forralna fel 20 °C hőmérsékletű 0.2 liter vizet egy 12 V – ról működő 0.5 Ω belső ellenállású turista merülőforraló? Mekkora áram folyik a merülőforraló fűtőszálában?

Egyenáram, egyenáramú körök

Feszültségforrás:



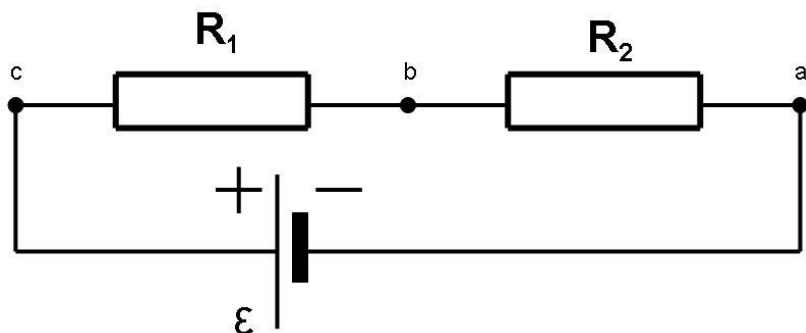
Feszültségforrás terheléssel:



áramerősség: $I = \varepsilon/R$

teljesítmény: $P = I^2 R$

Soros kapcsolás



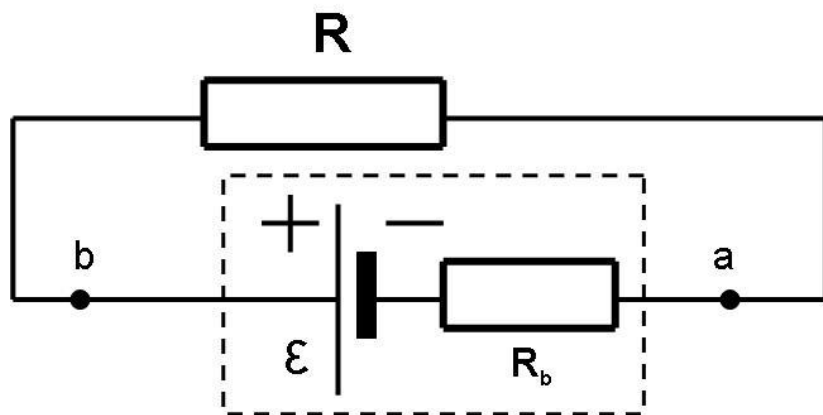
$$\varepsilon = V_{ab} + V_{bc}$$

$$IR_e = IR_1 + IR_2$$

$$R_e = R_1 + R_2$$

$$R_e = \sum_i R_i$$

Példa: telep belső ellenállással:

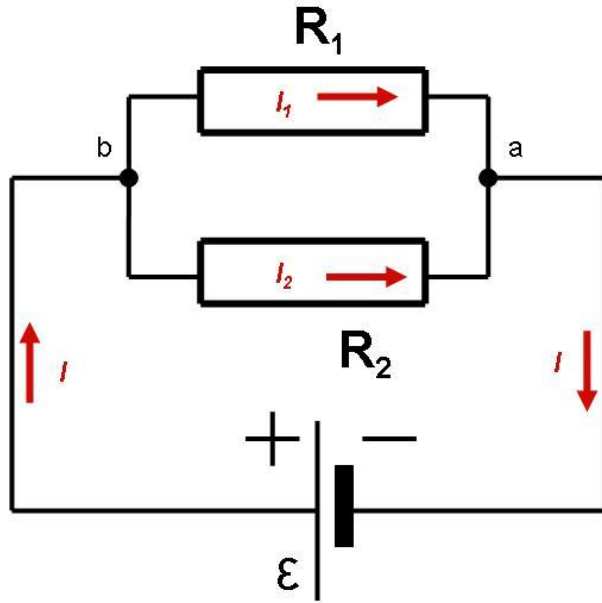


$$I = \frac{\varepsilon}{R + R_b}$$

kapocsfeszültség: $U_k = IR$

$$U_k = \frac{R}{R + R_b} \varepsilon$$

Párhuzamos kapcsolás



$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{\varepsilon}{R_e} = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2}$$

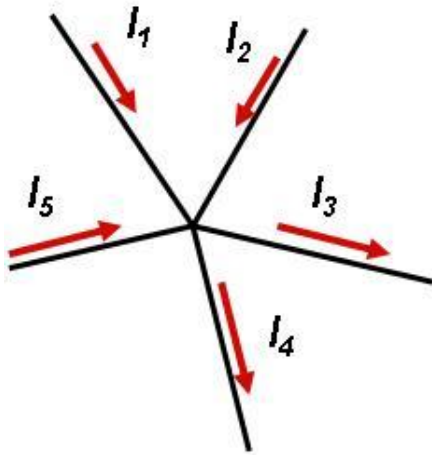
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Replusz:
$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_e} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

Kirchhoff törvények I.

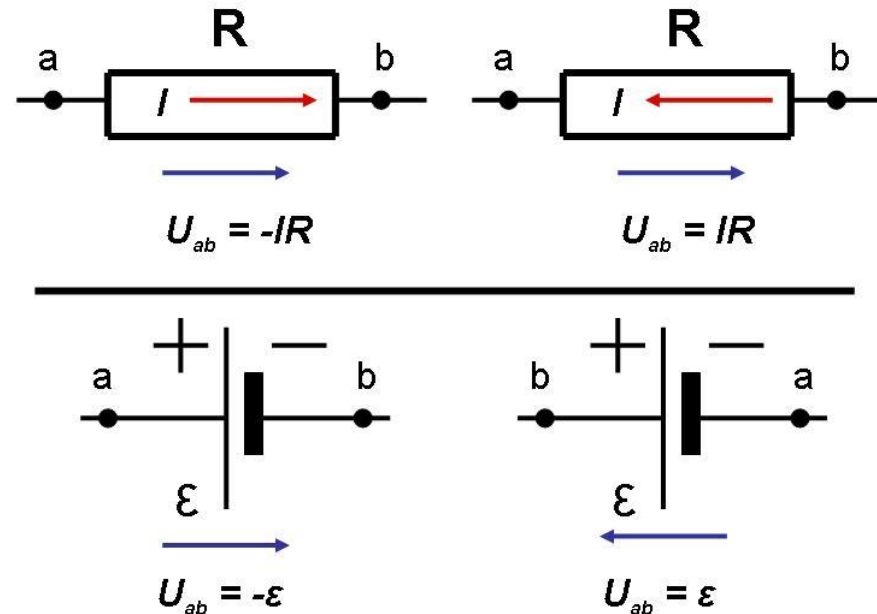
Kirchhoff I. törvénye az ún. csomóponti törvény : $|I_{be}| = |I_{ki}|$



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

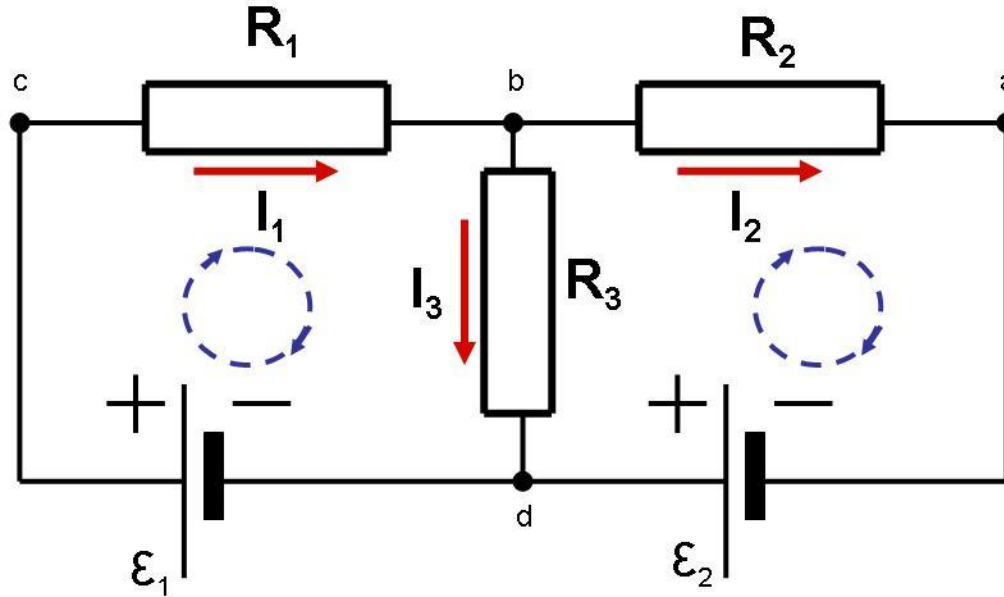
Kirchhoff II. törvénye az ún. hurok-törvény:

$$\oint \vec{E} d\vec{s} = 0$$



Kirchhoff törvények II.

Példa:



$$I. \quad I_1 = I_2 + I_3$$

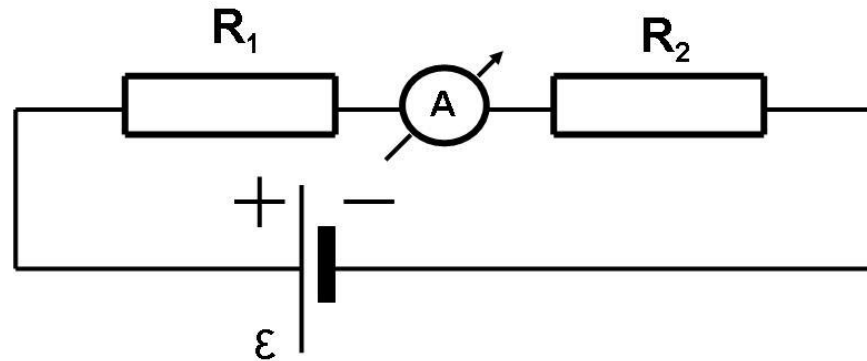
$$II. \quad \varepsilon_1 - I_1 R_1 - I_3 R_3 = 0$$

$$III. \quad \varepsilon_2 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0$$

Az áramerősség és a feszültség mérése

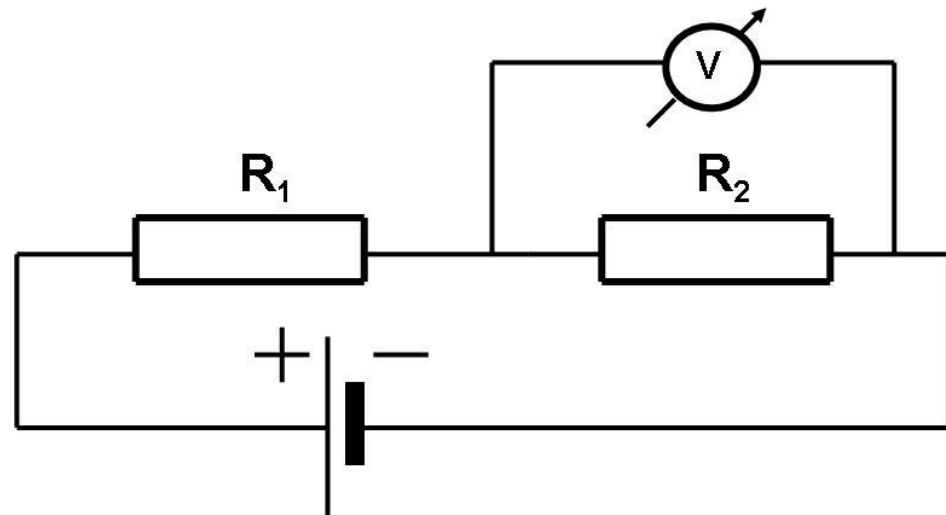
Árammérés:

Méréshatár kiterjesztése: shunt

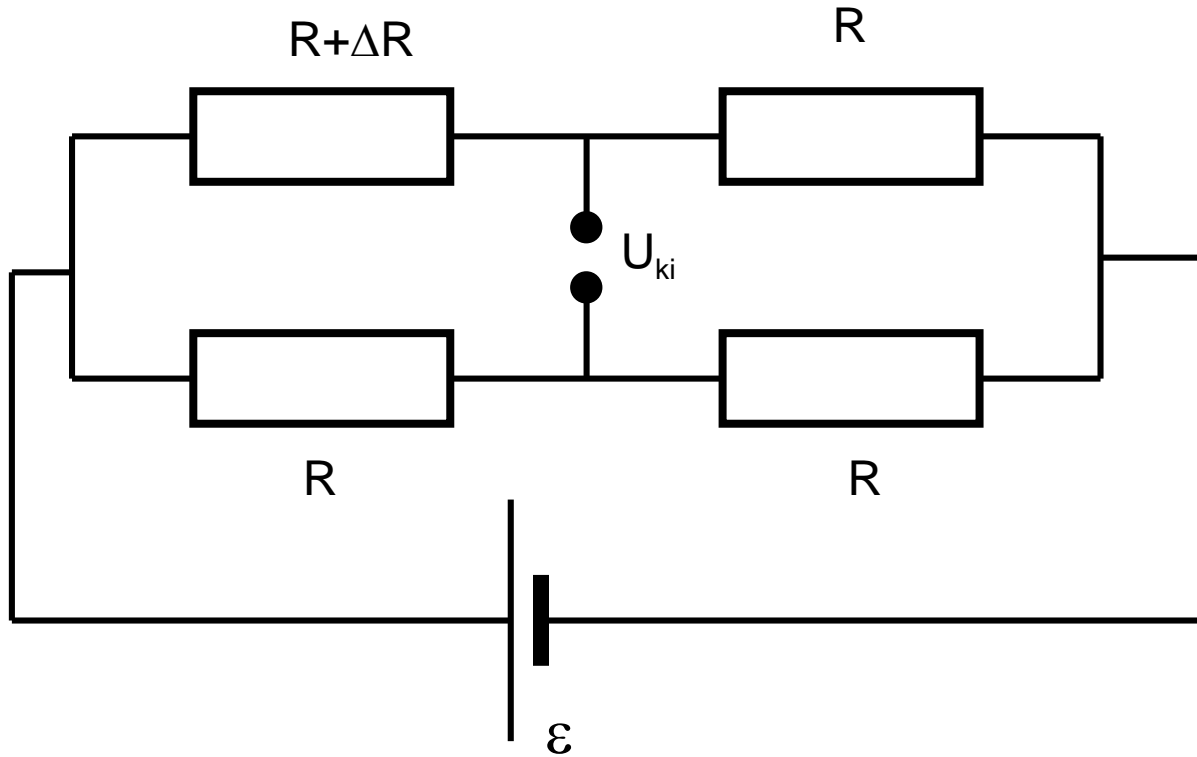


Feszültségmérés:

Méréshatár kiterjesztése: előtét ellenállással



Példa: Wheatston-híd



$$U_{ki} = ?$$

Kiegyenlített Wheatston-híd: ellenállás mérés

Az RC kör

$$\varepsilon - IR - \frac{Q}{C} = 0$$

$$\varepsilon - \frac{dQ}{dt}R - \frac{Q}{C} = 0$$

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{RC}Q + \frac{\varepsilon}{R}$$

Megoldás:
$$Q(t) = C\varepsilon \left[1 - e^{-\frac{1}{RC}t} \right]$$

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{1}{RC}t}$$

