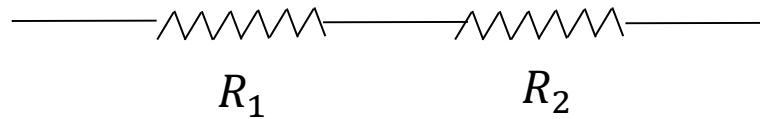


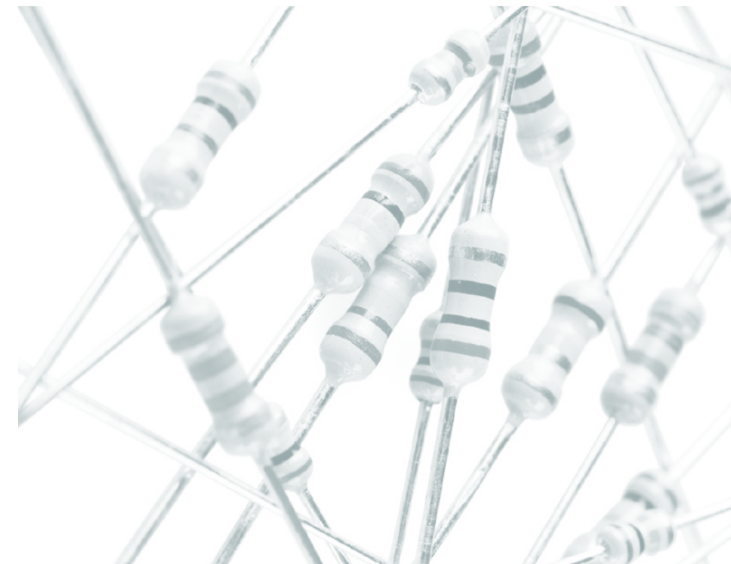
Combinació de resistències

Sèrie



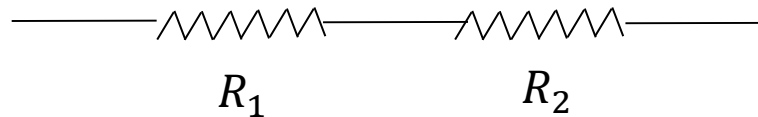
$$R_{eq} = \sum_i R_i$$

$$\left. \begin{array}{l} I = I_1 = I_2 \\ V = V_1 + V_2 \end{array} \right\} RI = R_1 I + R_2 I$$



Combinació de resistències

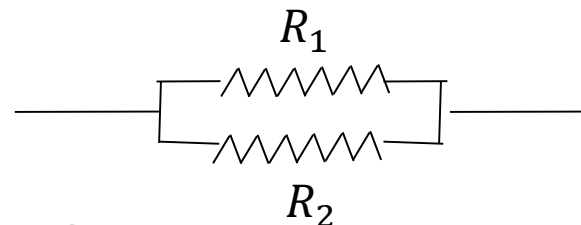
Sèrie



$$R_{eq} = \sum_i R_i$$

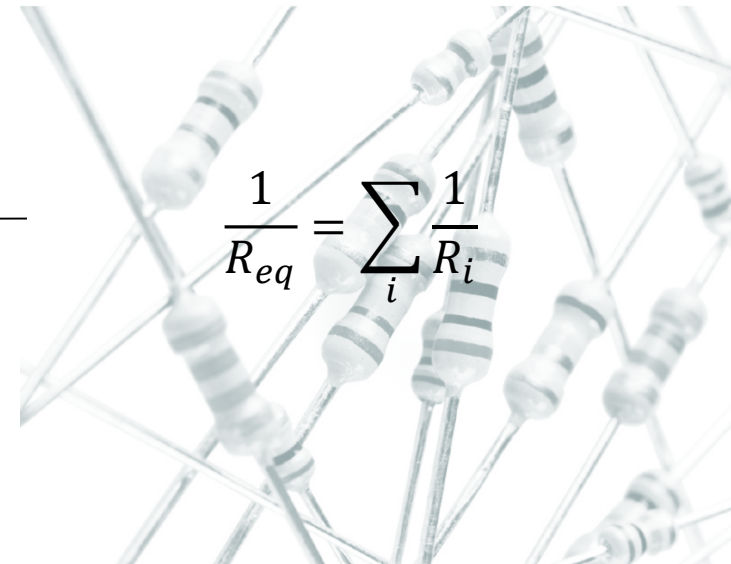
$$\left. \begin{array}{l} I = I_1 = I_2 \\ V = V_1 + V_2 \end{array} \right\} \quad RI = R_1 I + R_2 I$$

Paral·lel



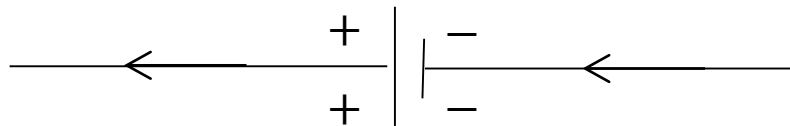
$$\left. \begin{array}{l} V = V_1 = V_2 \\ I = I_1 + I_2 \end{array} \right\} \quad \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$



Bateries

Piles (químiques), cèl·lules fotovoltaïques, dinamos, ...
[Transformen una energia en energia elèctrica]



$$\Delta V = V_+ - V_- = \varepsilon - rI$$



r resistència interna [bateria ideal: $r = 0$]

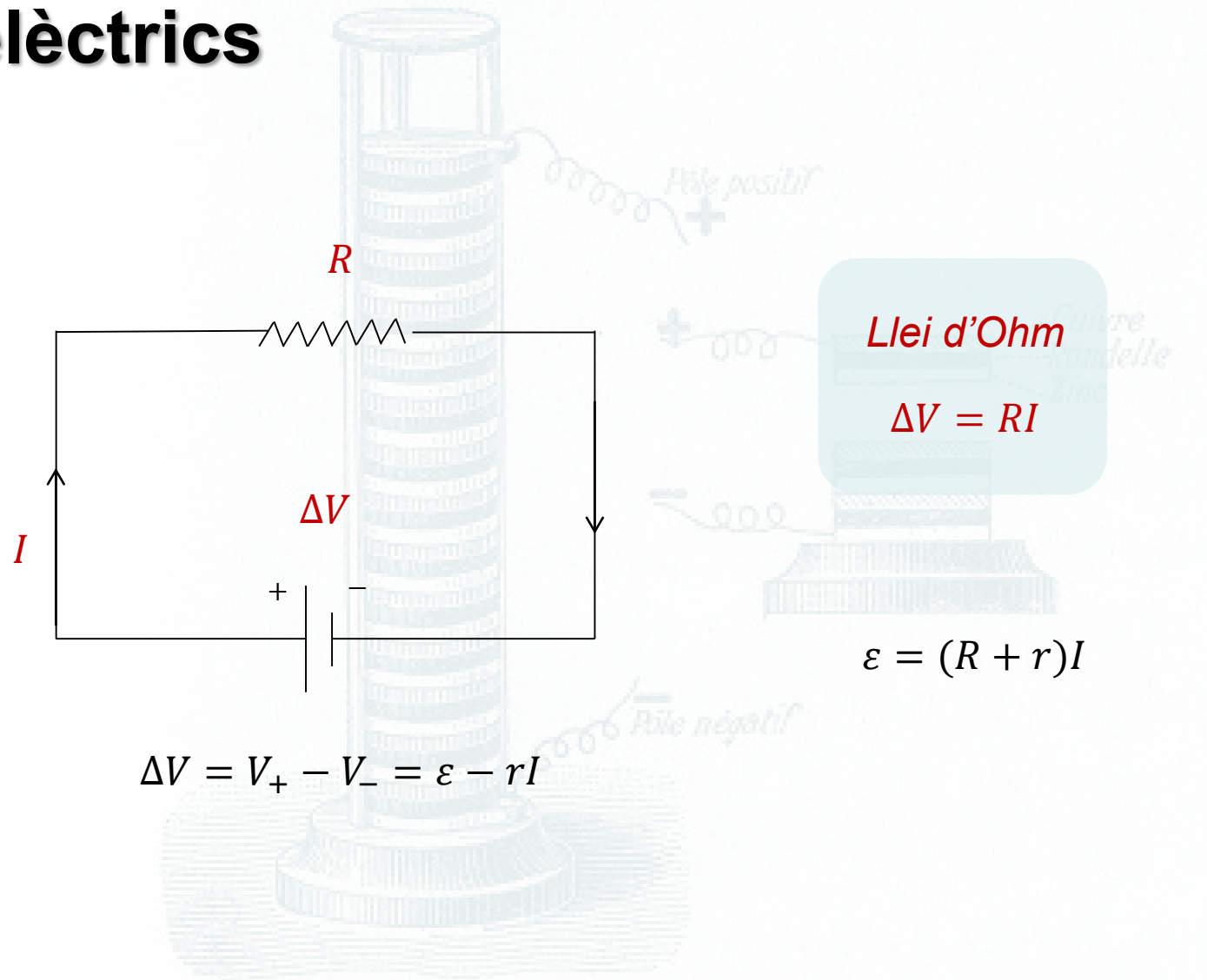
ΔV Tensió real (efectiva)

ε Tensió ideal (marca de fàbrica) [curtcircuit $\varepsilon = rI$]

Cotxe $\varepsilon = 12$ volts $r \cong 0,01 \Omega$

Llanterna $\varepsilon = 1,5$ volts $r \cong 1 \Omega$

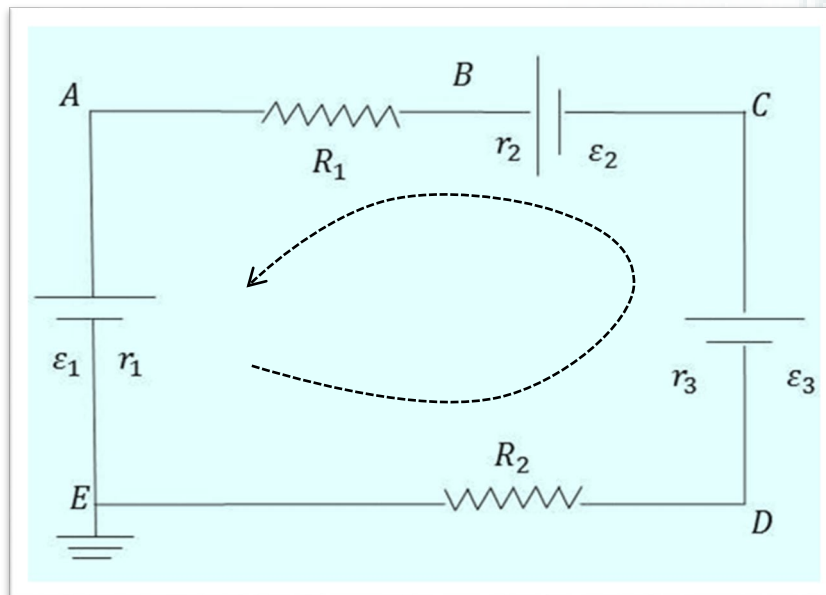
Circuits elèctrics



$$\Delta V = V_+ - V_- = \varepsilon - rI$$

Fig. 283. — Pile de Volta.

Per exemple



$$V_E = 0$$

$$V_D = -R_2 I$$

$$V_C = V_D + \varepsilon_3 - r_3 I$$

$$V_B = V_C + \varepsilon_2 - r_2 I$$

$$V_A = V_B - R_1 I = \varepsilon_1 + r_1 I$$

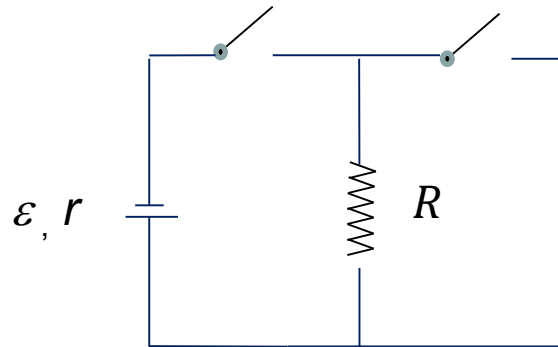
$$\varepsilon_3 - r_3 I + \varepsilon_2 - r_2 I - R_1 I - \varepsilon_1 - r_1 I - R_2 I = 0$$

[Suposem I en sentit antihorari]

Fig. 283. — Pile de Volta.

Per exemple

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = 4,5 \text{ volts} \\ r = 1 \, \Omega \\ R = 50 \, \Omega \end{array} \right.$$



$$V_{\varepsilon} = \varepsilon \quad V_R = 0$$

$$I_{\varepsilon} = 0 \quad I_R = 0$$

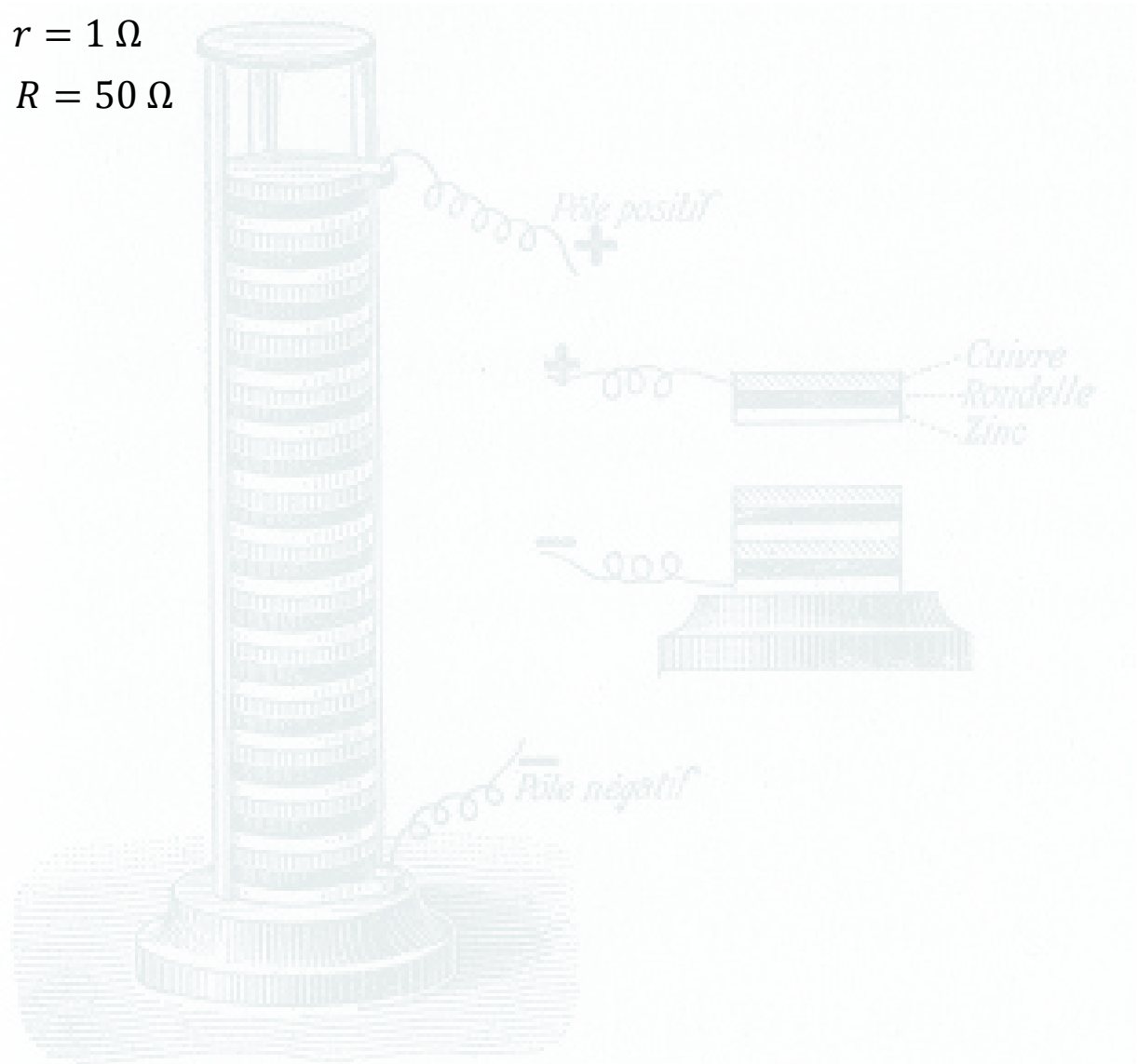
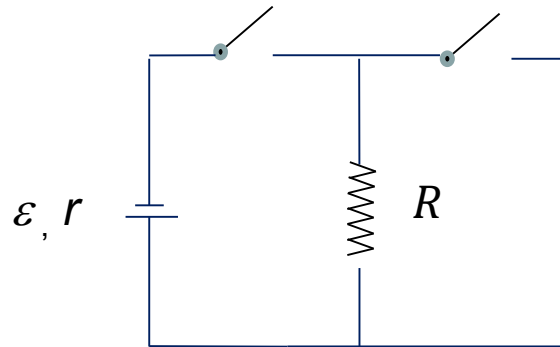


Fig. 283. — Pile de Volta.

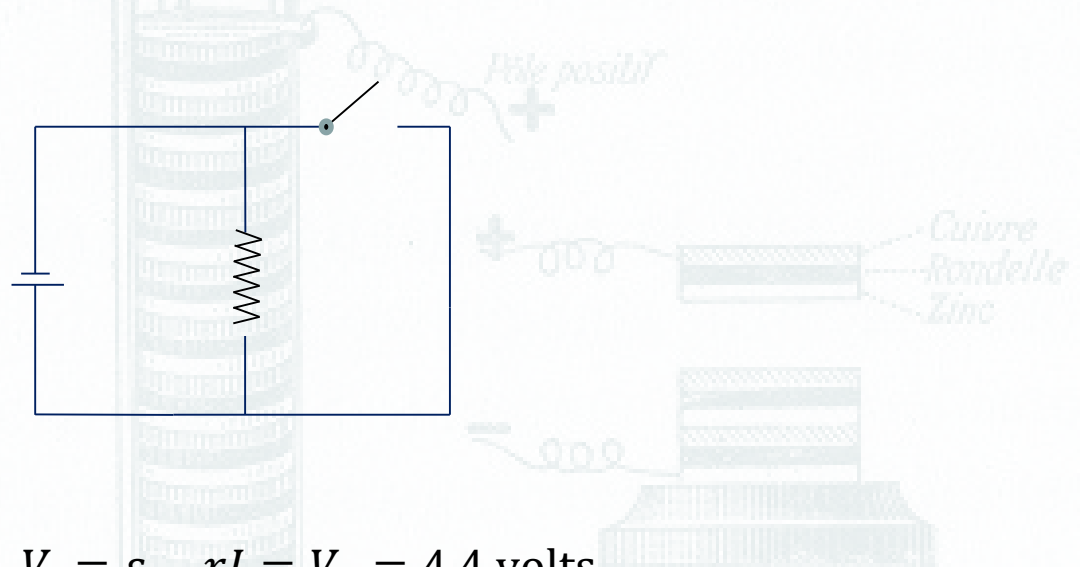
Per exemple

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = 4,5 \text{ volts} \\ r = 1 \, \Omega \\ R = 50 \, \Omega \end{array} \right.$$



$$V_{\varepsilon} = \varepsilon \quad V_R = 0$$

$$I_{\varepsilon} = 0 \quad I_R = 0$$



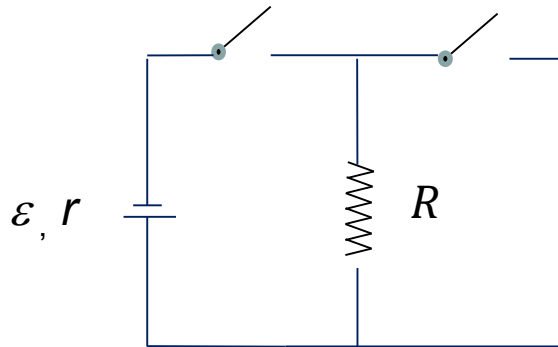
$$V_{\varepsilon} = \varepsilon - rI = V_R = 4,4 \text{ volts}$$

$$I_{\varepsilon} = I_R = \frac{\varepsilon}{r + R} = 88 \text{ mA}$$

Fig. 283. — Pile de Volta.

Per exemple

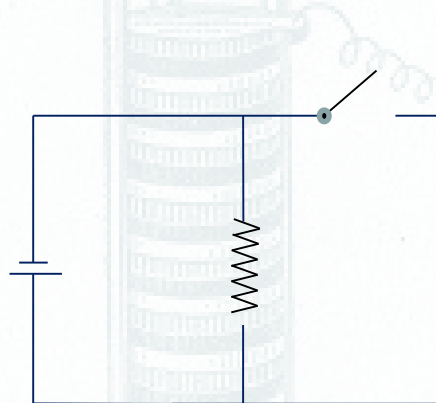
$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = 4,5 \text{ volts} \\ r = 1 \, \Omega \\ R = 50 \, \Omega \end{array} \right.$$



$$V_{\varepsilon} = \varepsilon \quad V_R = 0$$

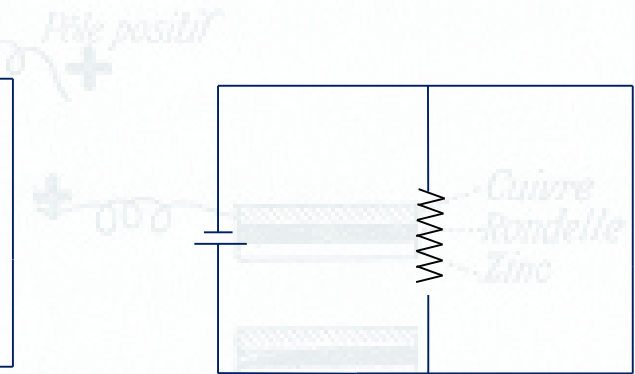
$$I_{\varepsilon} = 0 \quad I_R = 0$$

circuit obert



$$V_{\varepsilon} = \varepsilon - rI = V_R$$

$$I_{\varepsilon} = I_R = \frac{\varepsilon}{r + R} = 88 \text{ mA}$$



$$V_{\varepsilon} = 0 = V_R$$

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{r} = 4,5 \text{ A}$$

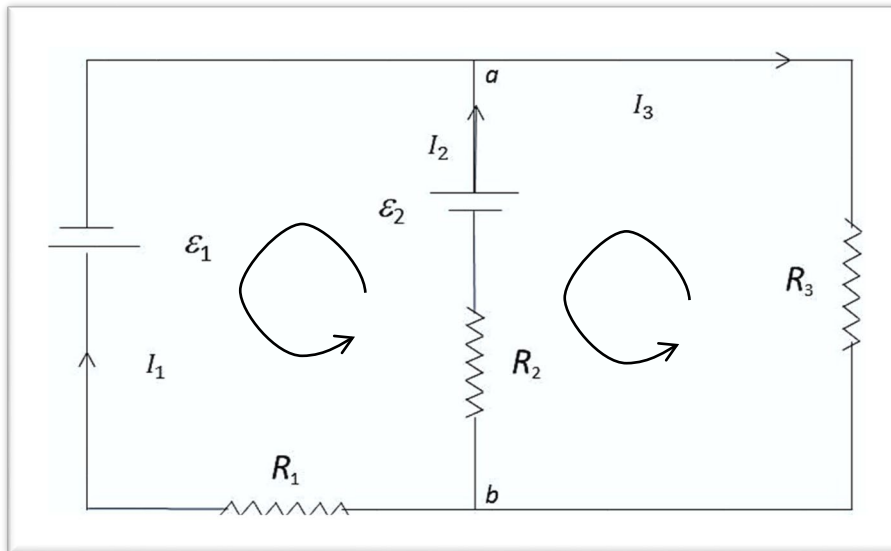
curtcircuit

Lleis de Kirchhoff

Quan tenim malles de circuits (no reduïbles a connexions en sèrie i paral·lel):

En un node $\sum_i I_i = 0$ *conservació de la càrrega*

En una malla $\sum_i V_i = 0$ *conservació de l'energia*



Per exemple:

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad (\text{node } a)$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - R_2 I_2 + R_1 I_1 = 0 \quad (\text{malla esqu.})$$

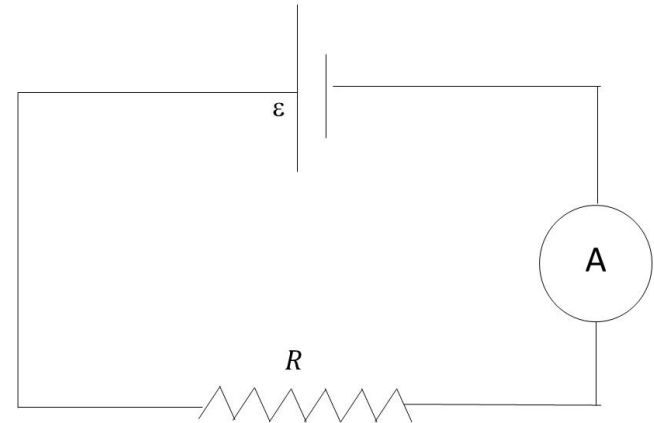
$$-\varepsilon_2 + R_3 I_3 + R_2 I_2 = 0 \quad (\text{malla dreta})$$

$$[\varepsilon_1 + R_3 I_3 + R_1 I_1 = 0] \quad (\text{malla ext.})$$

Aparells de mesura

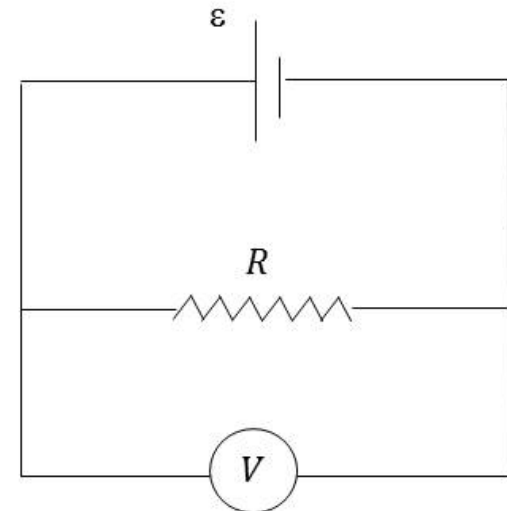
Amperímetres

$$I = \frac{V}{R_A + R} \quad \text{millor si} \quad R \rightarrow 0$$



Voltímetres

$$V = \frac{R_V R}{R_V + R} I \quad \text{millor si} \quad R_V \gg R$$



Aparells de mesura

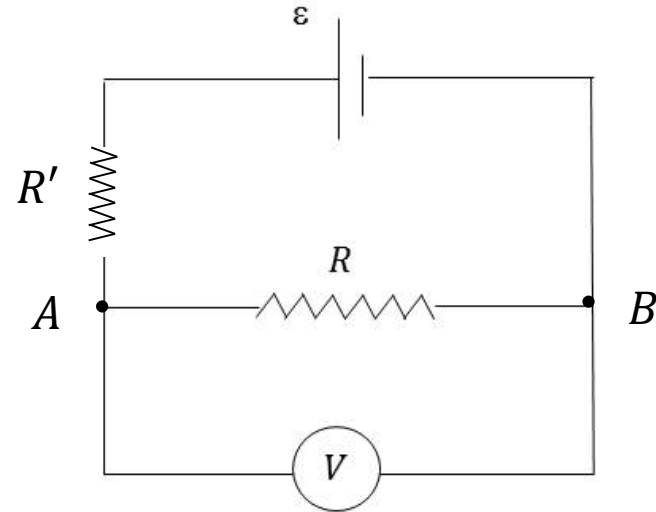
Quin error introdueix el voltímetre?

$$\varepsilon = 15 \text{ v}$$

$$R' = 20 \Omega$$

$$R = 10 \Omega$$

$$R_V = 1 \text{ k}\Omega$$



(a) Sense voltímetre

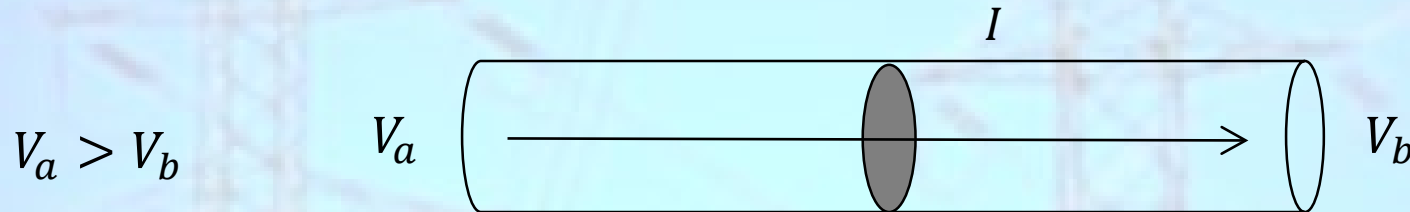
$$\varepsilon = (R + R')I_S \quad V_{AB} = RI_S = 5 \text{ v}$$

(b) Amb voltímetre

$$R_{RV} = \frac{RR_V}{R + R_V} \quad \varepsilon = (R_{RV} + R')I_a \quad V_{AB} = R_{RV}I_a \approx 4,97 \text{ v}$$

0,6 %

Energia i potència en circuits



$$\Delta U = \Delta Q \Delta V \Rightarrow \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Delta V \Rightarrow Pot = I \Delta V$$

En una **resistència**

$$P = IV = I^2 R$$

és la potència dissipada

En una **bateria**

$$P = I(\varepsilon - rI)$$

εI

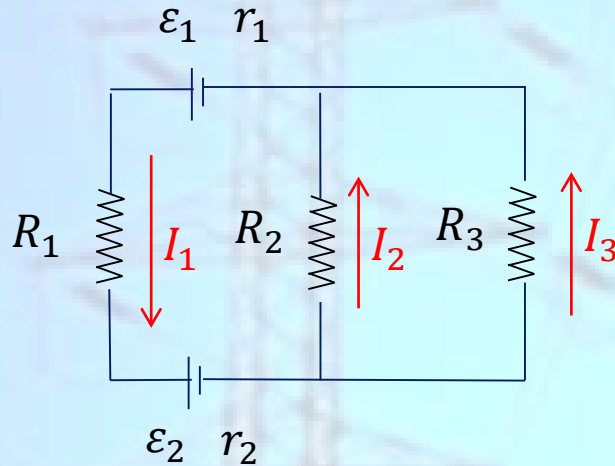
és la potència subministrada

rI^2

es la potència dissipada

Efecte Joule: *part de l'energia elèctrica es converteix en calor*

Energia i potència en circuits



$$\varepsilon_1 = 12 \text{ v} \quad r_1 = 0,2 \Omega$$

$$\varepsilon_2 = 10 \text{ v} \quad r_2 = 0,6 \Omega$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 12 \Omega$$

$$R_3 = 18 \Omega$$

Quina és l'energia cedida per ε_1 i l'absorbida per ε_2 en 1 segon?

$$R_{23} \cong 7,2 \Omega$$

$$\varepsilon_1 = (R_1 + r_1 + r_2 + R_{23})I_1 + \varepsilon_2$$

$$I_1 = 0,2 \text{ A}$$

$$R_2 I_2 = R_3 I_3 \Rightarrow I_2 = 0,12 \text{ A} \quad I_3 = 0,08 \text{ A}$$

$$P_{\varepsilon_1} = (\varepsilon_1 - r_1 I_1) I_1 \approx 2,4 \text{ w}$$

$$P_{\varepsilon_2} = (\varepsilon_2 + r_2 I_1) I_1 \approx 2 \text{ w}$$

$$P_{R_1} = R_1 I_1^2 \approx 0,08 \text{ w}$$

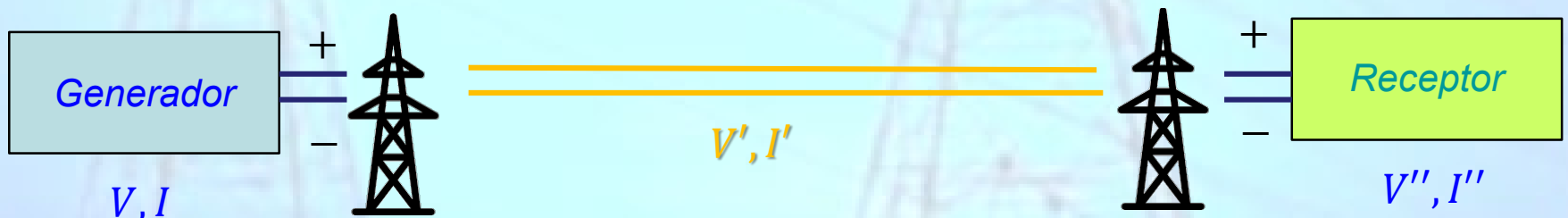
$$P_{R_3} = R_3 I_3^2 \approx 0,12 \text{ w}$$

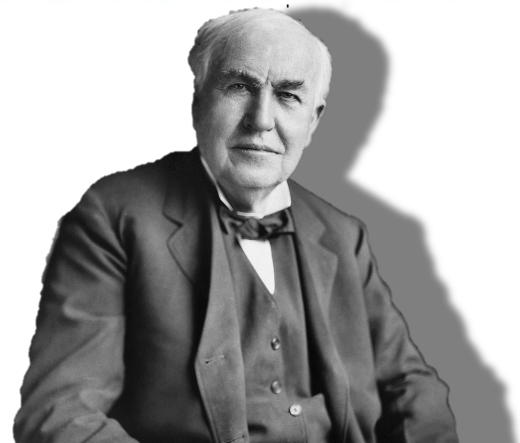
$$P_{R_2} = R_2 I_2^2 \approx 0,17 \text{ w}$$

Energia i potència en circuits

Per què les línies elèctriques que transporten electricitat a grans distàncies són d'*alta tensió*?

- 1) Volem transmetre una potencia generada $P_G = VI$
- 2) Podem transformar-la a V alta i I baixa o a l'inrevés. Què és millor?
- 3) En el camí perdrem $P'_p = V'I'$ ($V' = RI'$; R és la resistència dels cables)





EDISON VS. TESLA

