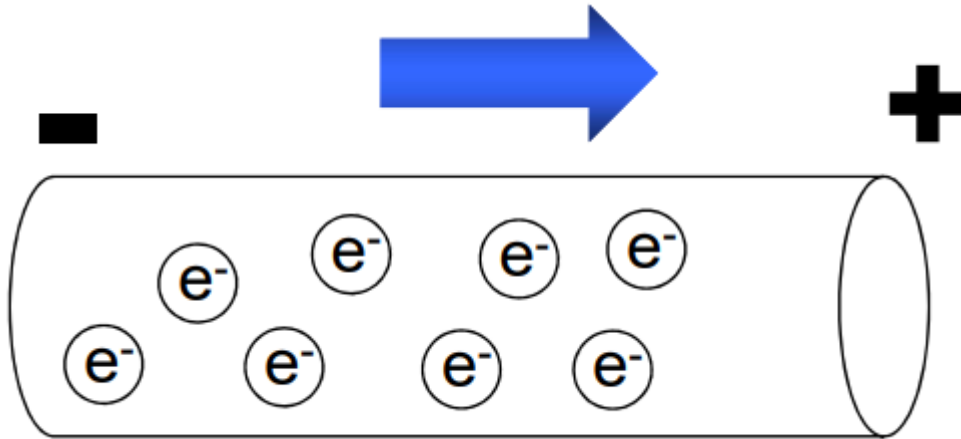


3 - Corrente elettrica e circuiti

Corrente Elettrica



Si assuma che gli elettroni fluiscano verso destra, se agli estremi di un filo metallico si stabilisce una ddp elettrico, si crea un moto di elettroni.

La corrente è una misura della quantità di carica che passa attraverso un'area perpendicolare al flusso di carica e la sua formula è:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\epsilon}{R}$$

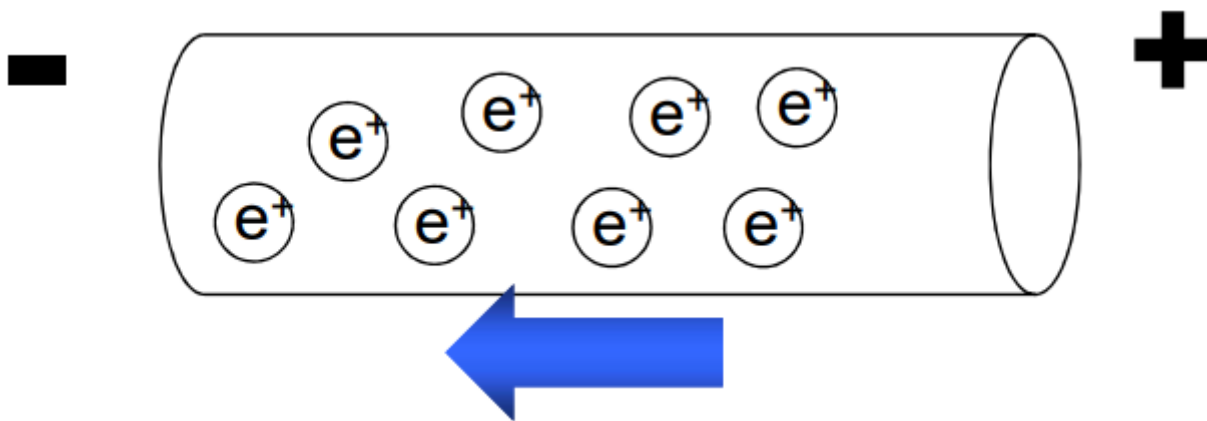
Unità di misura della corrente: $1C/sec = 1 amp$

Per sapere il numero di elettroni che passano per un certo periodo di tempo la formula è:

$$num\ of\ electrons = \frac{q}{carica\ del\ elettrone}$$

La corrente di elettroni **fluisce** fino a che la **differenza di potenziale non si annulla.

Per convenzione si assume che la corrente sia trasportata da cariche positive. Quindi la direzione di scorrimento della corrente in un filo è opposta al reale flusso degli elettroni (nel disegno di prima la corrente scorre verso sinistra)



In un circuito se la corrente scorre sempre nella stessa direzione si ha un circuito in **corrente continua** (DC).

Esercizio per capire le formule della corrente: [Esercizi d'esempio > Esempio 13](#) [\(Corrente p.5\)](#).

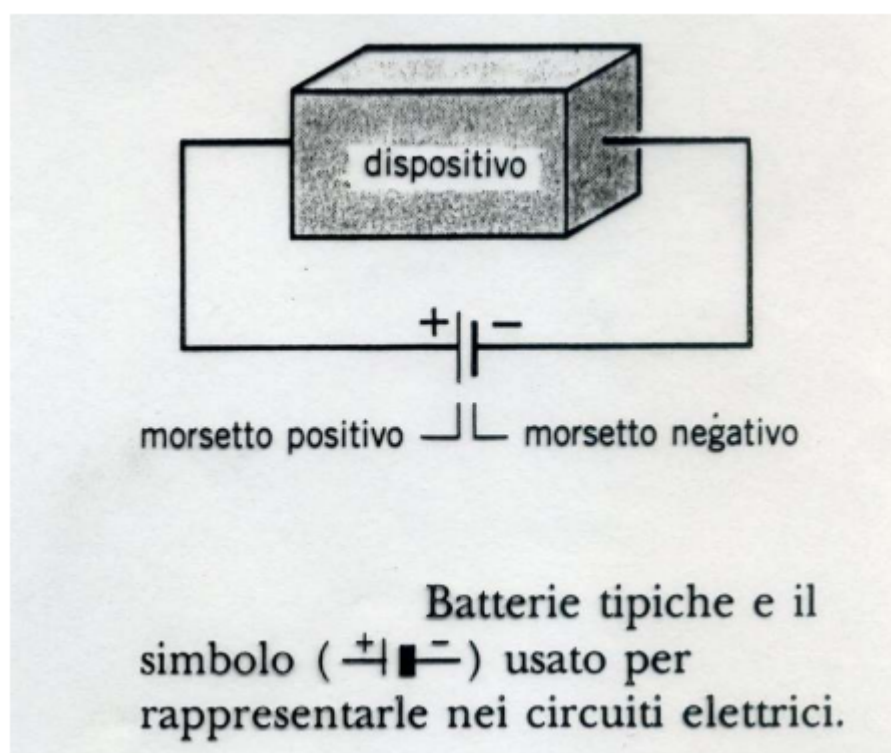
FEM e Circuiti

Una batteria ideale mantiene una differenza di potenziale costante tra i suoi morsetti.

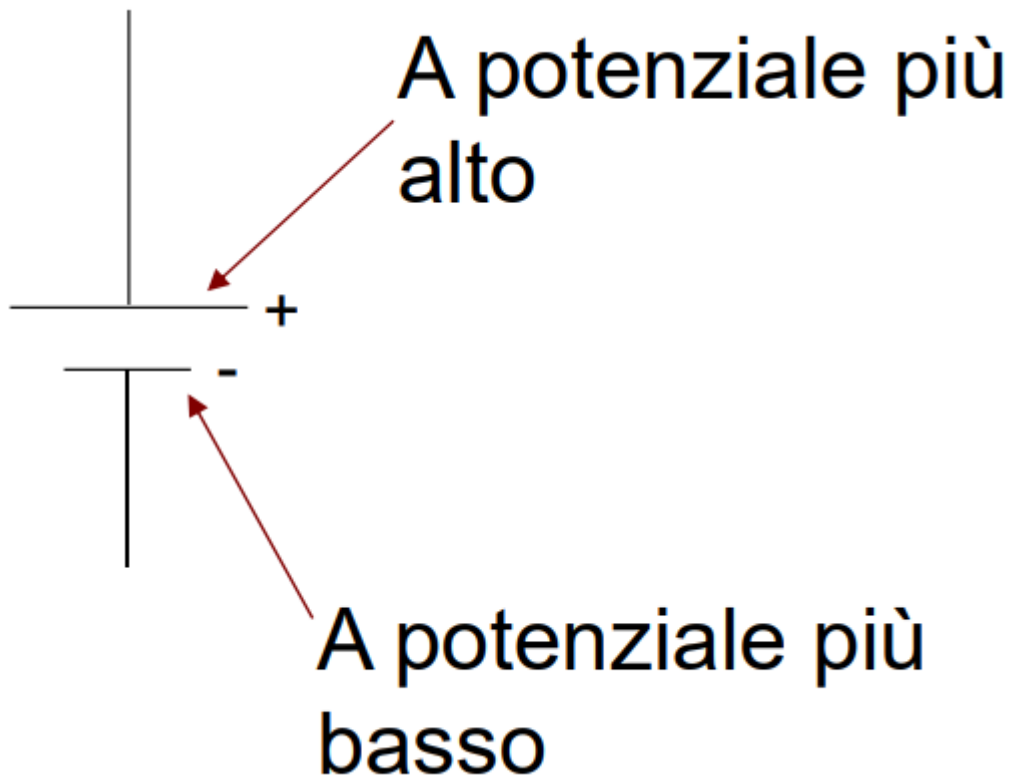
Questa differenza di potenziale si chiama **forza elettromotrice della batteria** (**FEM** ϵ).

Il lavoro svolto da una batteria ideale nello spostare una carica q tra i due morsetti è:

$$W = q\epsilon$$



Il simbolo circuitale della batteria è:



Le batterie funzionano convertendo energia chimica in energia elettrica.
Una batteria si esaurisce quando non può sostenere più le reazioni chimiche al suo interno e quindi non può produrre più lavoro per spostare le cariche

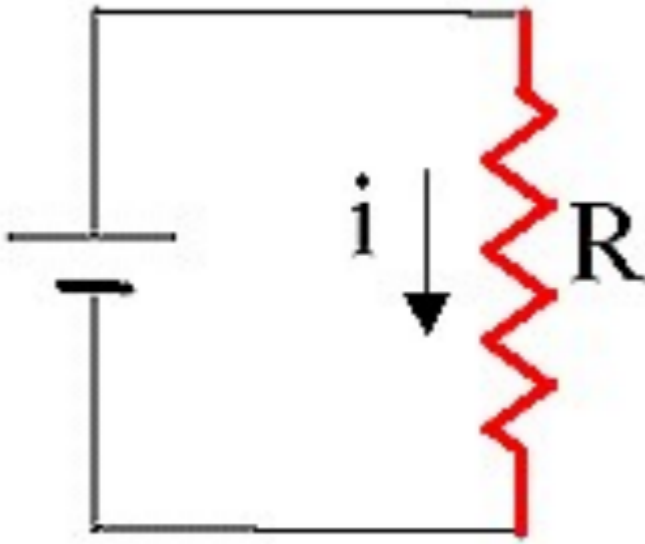
Resistenza e resistività

Un materiale è considerato **ohmico** se $\Delta V \propto I$

La legge di **ohm**:

$$\Delta V = IR$$

La costante di proporzionalità R viene chiamata **resistenza** e si misura in ohm (Ω ; $1\Omega = 1V/A$)



La resistenza di un conduttore è: $R = \rho \frac{L}{A}$ nella quale ρ è la **resistività** del materia, L è la **lunghezza del conduttore**, A è l'**area della sezione trasversale**.

Con $R \propto \rho$ un materiale è considerato un conduttore se ρ è "piccolo" e isolante se ρ è "grande"

Resistività

La resistività di un materiale dipende dalla sua **temperatura**:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

Dove ρ_0 è la resistività alla temperatura T_0 e α è il coefficiente di temperatura della resistività

In caso in cui tu dovessi avere delle resistenze invece che la resistività basta utilizzare l'unione di due formule che sono $R = \rho \frac{L}{A}$ e la formula sopra ed esce che

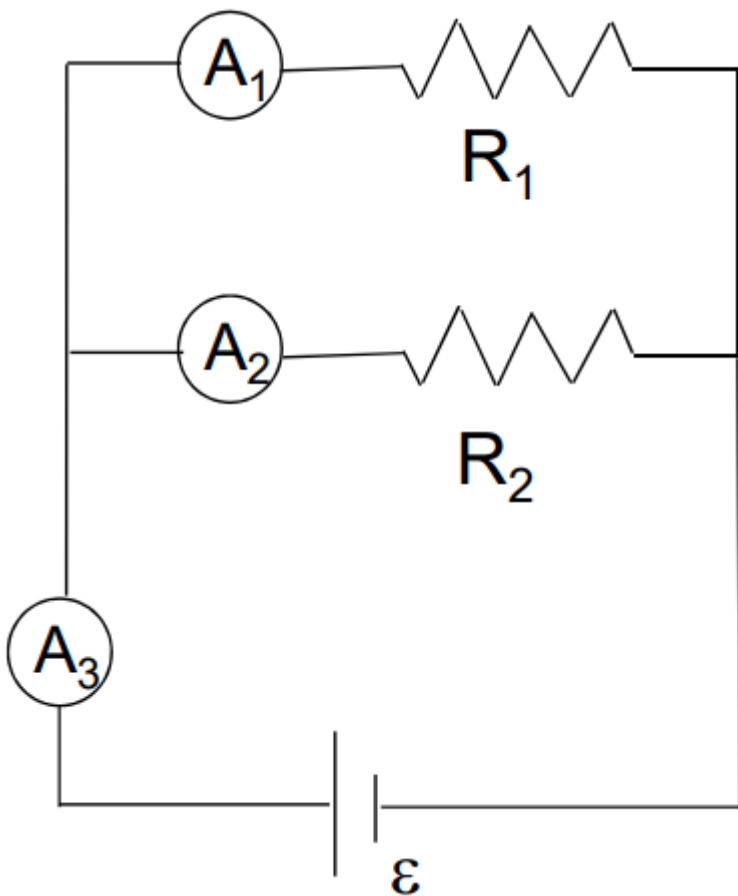
$$R = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

Un materiale è un **superconduttore** se $\rho = 0$

Misura correnti e voltaggi

Le correnti si misurano con un **amperometro**

Un amperometro è posizionato in serie al componente circuitale di interesse ed ha una resistenza interna bassa, vediamo un immagine:



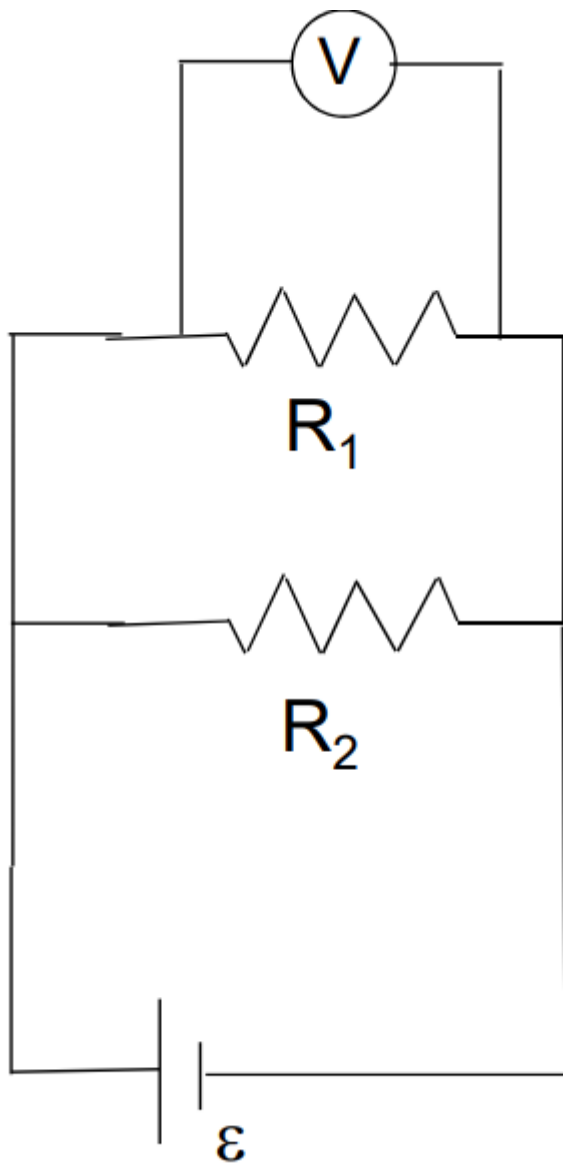
A_1 misura la corrente attraverso R_1

A_2 misura la corrente attraverso R_2

A_3 misura la corrente estratta dalla fem

Voltmetro

Invece un **voltmetro** si usa per misurare la caduta di potenziale su un elemento circuitale e al contrario dell'amperometro viene messo in **parallelo**. Un voltmetro ha una resistenza interna elevata rispetto alle resistenze del circuito



Il voltmetro misura la caduta di potenziale su R_1

Potenza e Energia nei circuiti

Il tasso di dissipazione di energia è:

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{q}{\Delta t} \Delta V = I \Delta V$$

Invece l'energia dissipata basta calcolare la formula inversa

$$E = P * t$$

Dove P sta per la potenza dissipata e t il tempo di dissipazione (risultato in joule)

Per una sorgente di fem:

$$P = I \epsilon$$

Invece per una resistenza è:

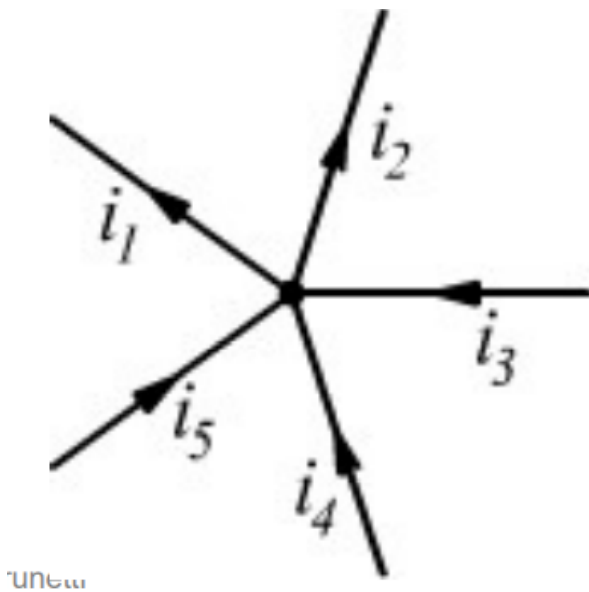
$$P = I \Delta V = I^2 R = \frac{\Delta V^2}{R}$$

Esempi di dissipazione e di potenza: [Esercizi d'esempio > Esempio 14 \(Potenza e Energia nei circuiti p.18\)](#) e pure [Esercizi d'esempio > Esempio 15 \(Potenza e temperatura p.19\)](#).

I principi di Kirchhoff

Legge dei nodi

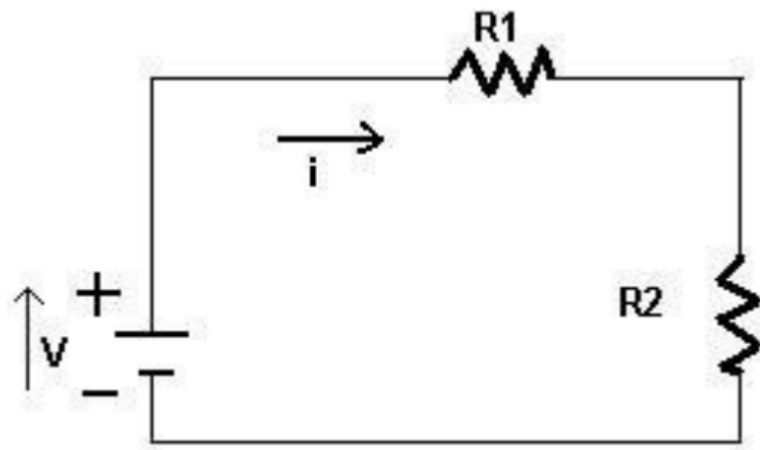
Un **nodo** è un punto in cui tre o più filo (o altri componenti) si incontrano e da qui nasce Legge dei nodi: la corrente che entra in un nodo è la stessa che esce da esso. (questo principio esprime la conservazione della carica elettrica)



$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$$

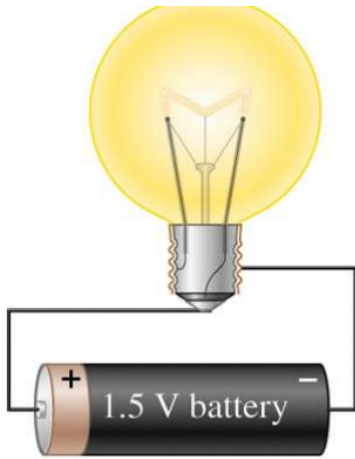
Legge delle maglie

Una **maglia** è un percorso chiuso all'interno di un circuito e da qui nasce Legge delle maglie: la somma delle cadute di potenziale in una maglia è zero (questo principio esprime la conservazione dell'energia)

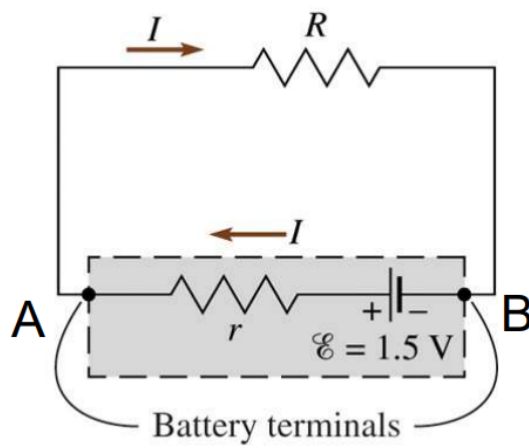


Legge delle maglie:
 $V - iR1 - iR2 = 0$

una corrente scorrerà solo attraverso a una maglia



(a)



(b)

V_{AB} è la ddp al terminale.

Applicando la legge delle maglie:

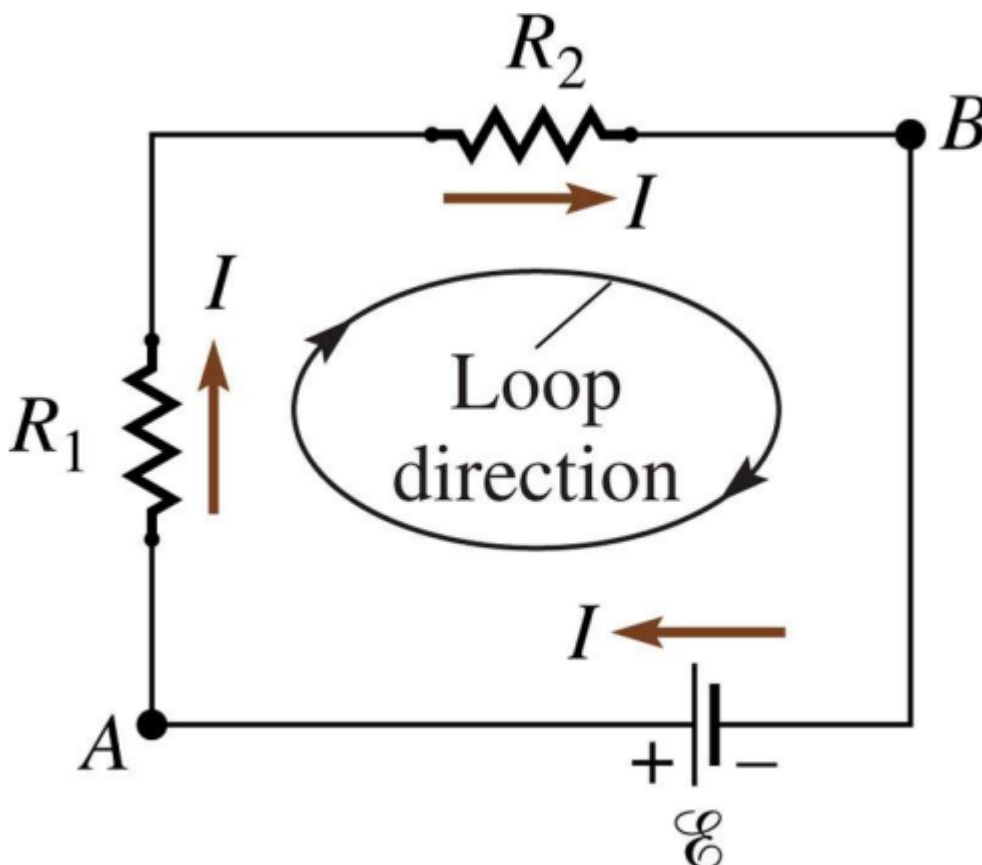
$$V_{ab} - IR = 0$$

$$\epsilon - Ir - IR = 0$$

Circuiti in Serie o in Parallelo

Resistenze: in serie

La corrente attraverso le due resistenze è uguale. NON viene consumata mentre attraverso il circuito



Queste resistenze sono in serie

Applicando le legge di Kirchhoff's delle maglie per questo sistema:

$$\epsilon - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$\epsilon = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) = IR_{eq}$$

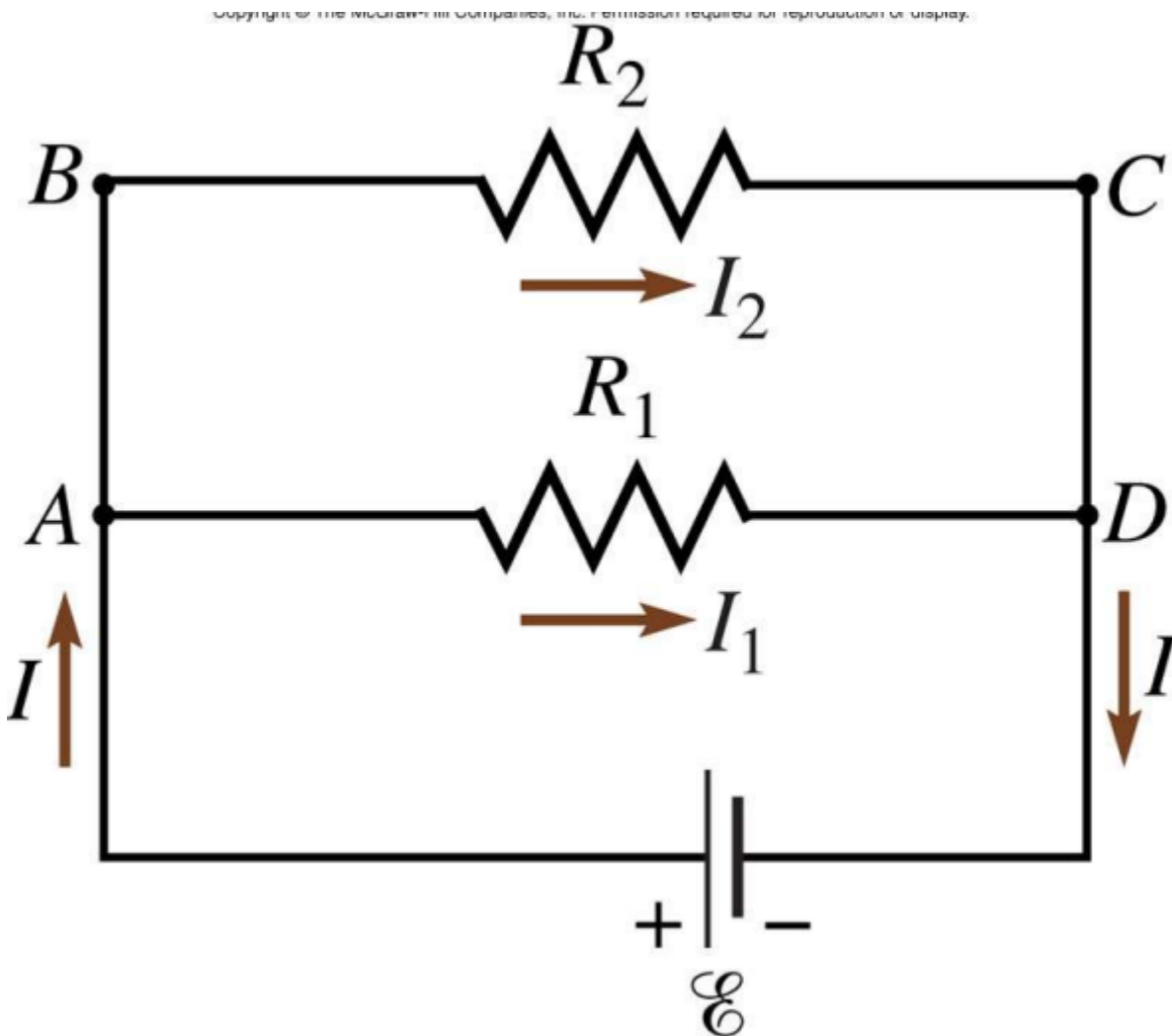
In generale per le resistenze in **serie** la formula è:

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

Resistenze: in parallelo

La corrente scorre solo attraverso circuiti chiusi. Quando la corrente raggiunge il punto **A** si divide in due correnti

R1 e R2 non sono attraversate dalla stessa corrente, sono in parallelo



Applicando la legge di Kirchhoff delle maglie sul circuito in questione:

$$\epsilon - I_1 R_1 = 0 \quad \epsilon - I_2 R_2 = 0$$

La caduta di potenziale attraverso ciascuna resistenza è la stessa.

Applicando la legge dei nodi in A: $I = I_1 + I_2$

Dalla legge delle maglie: $\epsilon = I_1 R_1 = I_2 R_2$

Sostituendo I_1 e I_2 nella legge dei nodi:

$$I = \frac{\epsilon}{R_1} + \frac{\epsilon}{R_2}$$

La coppia di resistenze R_1 e R_2 può essere sostituita con una sola resistenza equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

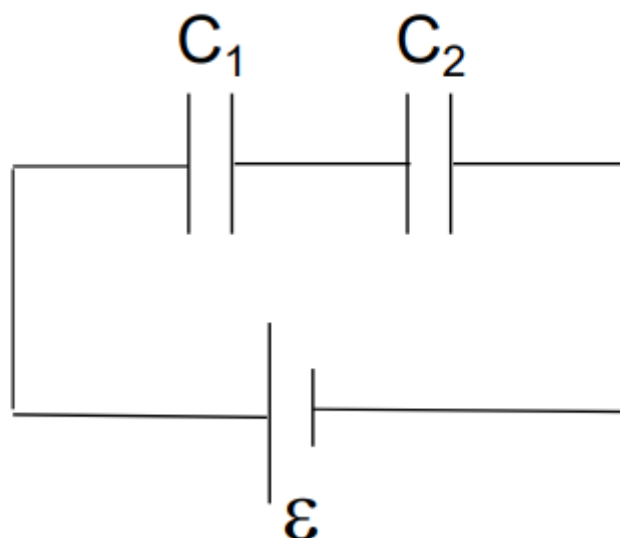
In generale per le resistenze in **parallelo** la formula è:

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

Esercizi per capire i circuiti in serie e in parallelo: [Esercizi d'esempio > Esempio 16](#)
([Resistenze in serie/parallelo p.32](#)).

Condensatori: in serie

Per i condensatori in figura la carica sulle armature è la stessa.



I due condensatori sono collegati in serie

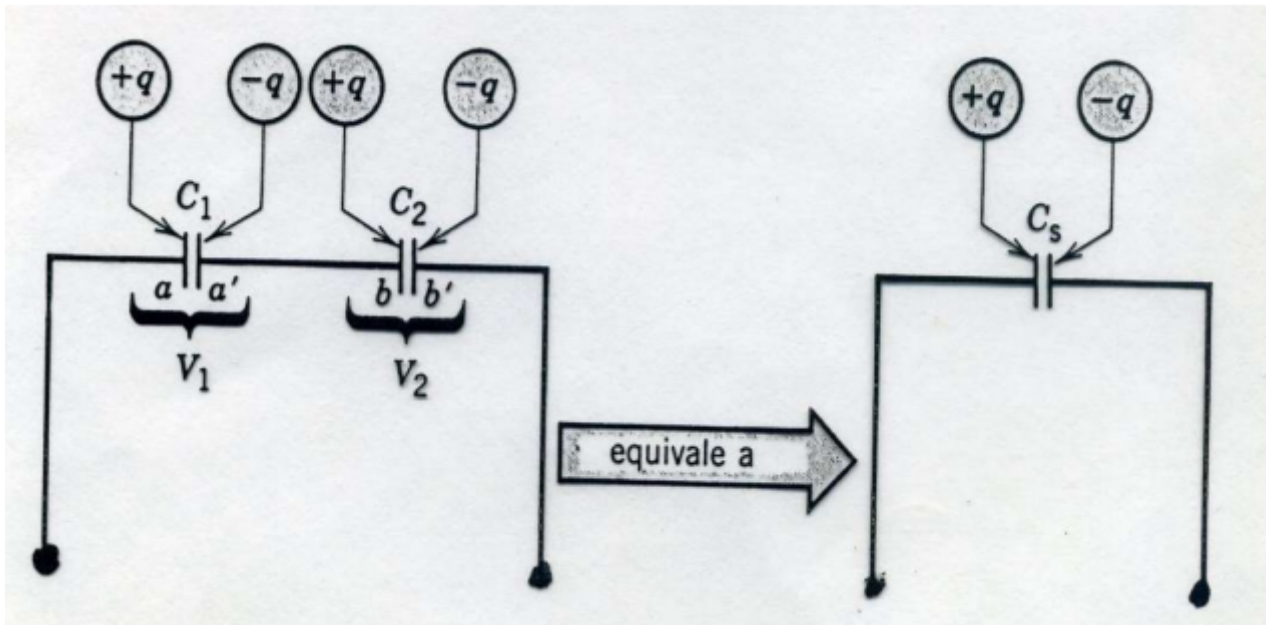
Applichiamo la legge di Kirchhoff delle maglie:

$$\epsilon - \frac{Q}{C_1} - \frac{Q}{C_2} = 0$$

$$\frac{\epsilon}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_{eq}}$$

La coppia di condensatori C_1 e C_2 può essere sostituita con un solo condensatore di capacità equivalente:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



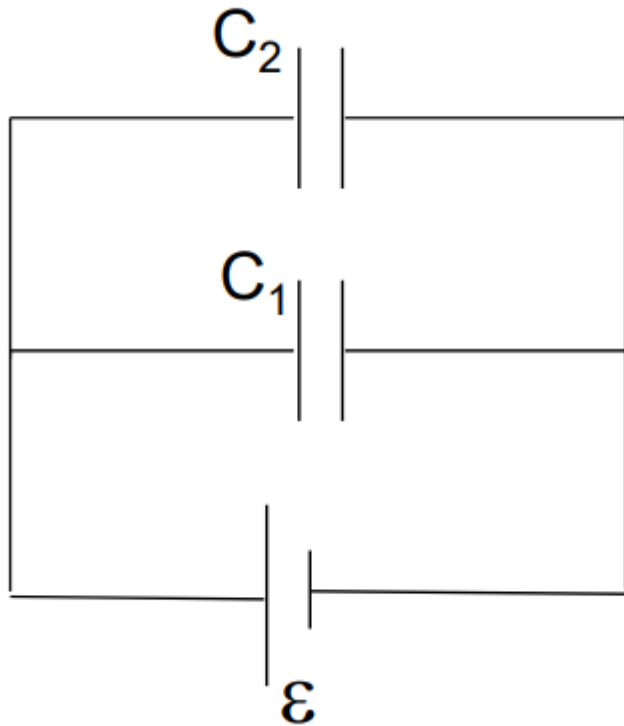
In generale, **per i condensatori in serie:**

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$= \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

Condensatori: in parallelo

Per i condensatori in figura la carica sulle armature può essere divisa.



I due condensatori sono collegati in parallelo

Applichiamo la legge di Kirchhoff delle maglie:

$$\epsilon - \frac{Q_1}{C_1} = 0$$

$$\epsilon - \frac{Q_2}{C_2} = 0$$

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 \rightarrow \epsilon C_{eq} = \epsilon C_1 + \epsilon C_2$$

La coppia di condensatori C_1 e C_2 può essere sostituita con un solo condensatore di capacità equivalente:

$$C_{cq} = C_1 + C_2$$

In generale, per i condensatori in parallelo:

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

Esercizi sui condensatori in parallelo/serie: [Esercizi d'esempio](#)