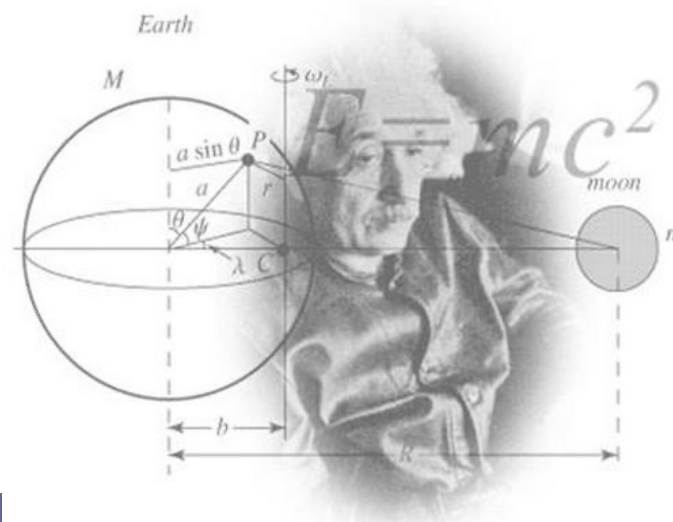


CORRENTE ELETTRICA

Fondamenti di Fisica
Corso di Laurea in Informatica
A.A. 2021/22



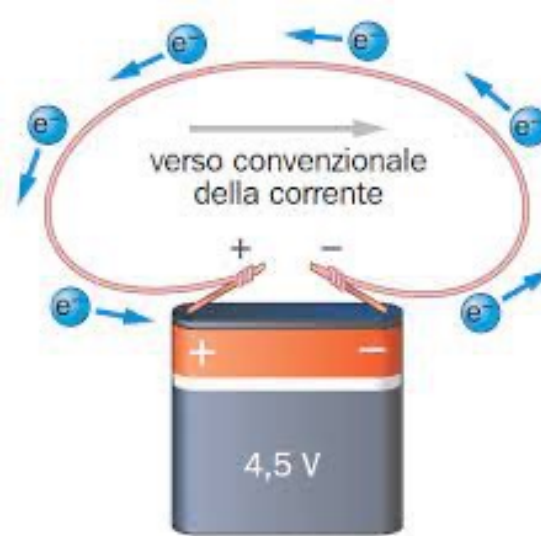
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



- **Dott. Francesco Scattarella**
- **Università di Bari**
- **Email: francesco.scattarella@uniba.it**
- **Ufficio: Dipartimento IA di Fisica, 234- tel. 080 544 2369**

CORRENTE ELETTRICA

Applicando una d.d.p. ai capi di un filo conduttore si produce un flusso ordinato di particelle cariche, cioè una corrente elettrica.



Per convenzione, il verso della corrente è quello **opposto** al moto delle **cariche negative** (elettroni), che si dirigono dal potenziale minore a quello maggiore.

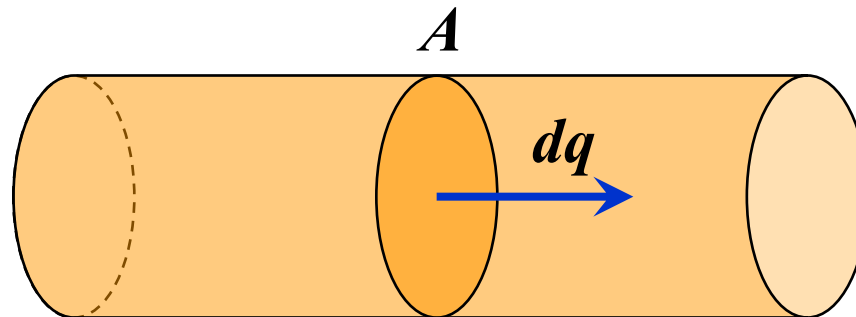
Corrente elettrica

- Si consideri una sezione A di un conduttore e sia dq la carica elettrica totale che attraversa la sezione A in un intervallo di tempo dt
- Si definisce la **corrente elettrica** come rapporto:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

- La corrente elettrica è una **grandezza scalare**
- Carica complessiva che attraversa la sezione A nel tempo t :

$$q = \int_0^t dq = \int_0^t i(t) dt$$

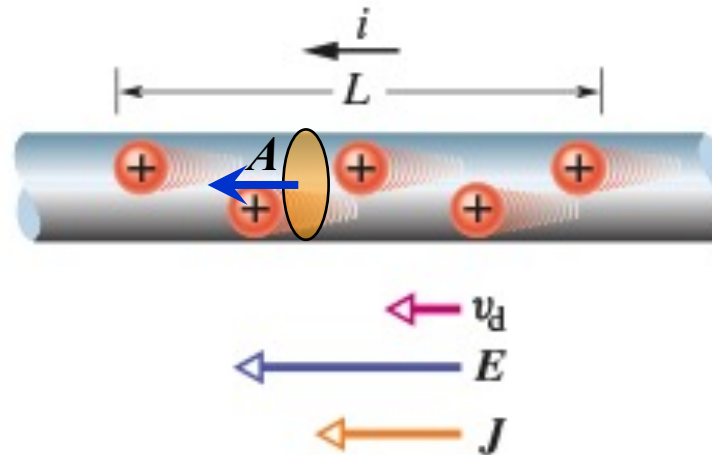


Corrente elettrica nei conduttori

- In un conduttore in equilibrio elettrostatico le cariche di conduzione si muovono in maniera disordinata per effetto dell'**agitazione termica** (gli elettroni di conduzione nei metalli hanno una velocità media dell'ordine di 10^6m/s)
 - I portatori di carica si muovono in modo casuale, il flusso netto di carica attraverso una sezione qualsiasi è nullo
- Per avere una **corrente elettrica** stazionaria è necessario che ci sia un **flusso netto di carica** attraverso una sezione di un conduttore
 - Tale flusso netto di carica può essere mantenuto applicando un campo elettrico all'interno del conduttore
 - I portatori di carica si muovono lungo le linee del campo elettrico, dando luogo ad una corrente

VERSO CORRENTE ELETTRICA

Convenzionalmente la corrente è data dal flusso di cariche positive sospinte dal campo elettrico



Dove

J è la densità di corrente $J = \frac{i}{A}$

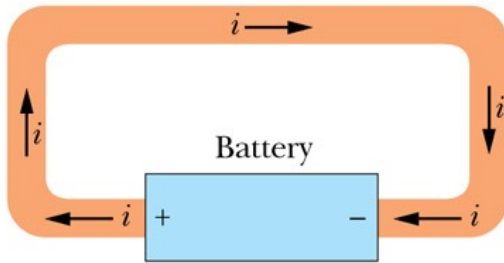
E è il campo elettrico

v_d è la velocità di deriva dei portatori di carica positivi

Generatori



(a)



(b)

- Per mantenere una corrente in un conduttore occorre utilizzare un **generatore**, che mantiene una d.d.p. costante tra i suoi morsetti
- La d.d.p. ai capi dei morsetti produce un **campo elettrico** nella spira conduttrice, che causa il movimento delle cariche all'interno della spira, e quindi la corrente
- L'energia necessaria per mantenere in moto i portatori di carica nel conduttore viene fornita dal generatore (in genere a spese della sua **energia chimica**). Si parla di Forza Elettromotrice (f.e.m.)

$$f.e.m \quad \varepsilon = \frac{dL}{dq}$$

Resistenza

- Applicando la stessa d.d.p. ai capi di diversi conduttori ne risultano correnti diverse
- Si definisce la resistenza di un conduttore come rapporto tra la d.d.p. applicata ai suoi capi e la corrente che lo attraversa

$$R = V/i$$

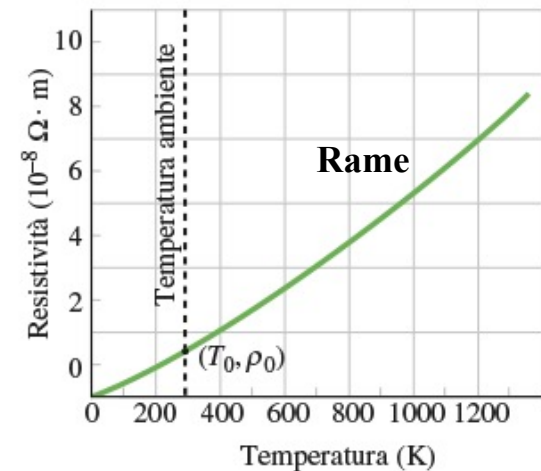
- La resistenza rappresenta quindi la tendenza del conduttore ad opporsi al flusso delle cariche che lo attraversano
- La resistenza in generale varia con la d.d.p. applicata
- Esiste una classe di conduttori (conduttori ohmici) per i quali la resistenza non dipende dalla d.d.p. applicata
 - in un conduttore ohmico la corrente che fluisce nel conduttore è proporzionale alla d.d.p. applicata (legge di Ohm)

Resistenza e resistività

Si definisce **resistività** di un materiale, la quantità:

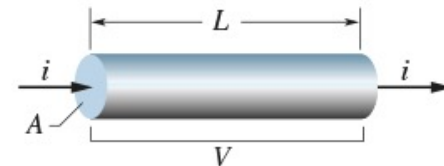
$$\rho = \frac{E}{J}$$

La resistività è legata al materiale e in generale dipende dalla temperatura (essa aumenta con l'aumentare della temperatura)



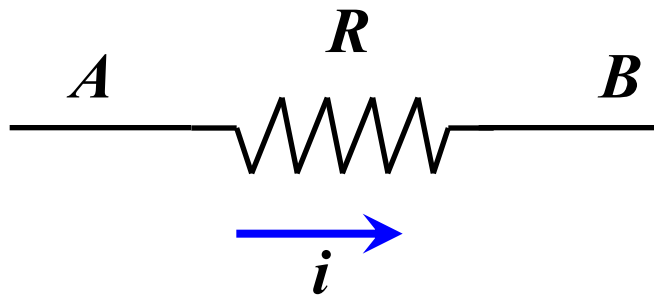
La resistenza R è invece una proprietà legata sia al materiale che alla **geometria** del corpo. Si ha infatti che:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

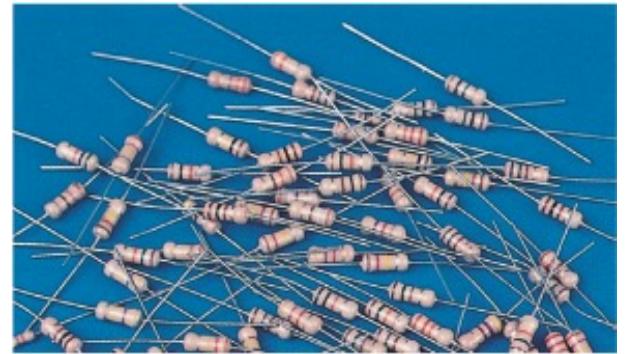


Resistenze nei circuiti: legge di Ohm

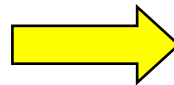
Simbolo circuitale della resistenza: 



Per i conduttori ohmici
vale **Legge di Ohm**:



$$V_A - V_B = Ri$$



$$i = \frac{V_A - V_B}{R}$$

La corrente che scorre attraverso un dispositivo è sempre direttamente proporzionale alla d.d.p. applicata al dispositivo stesso.

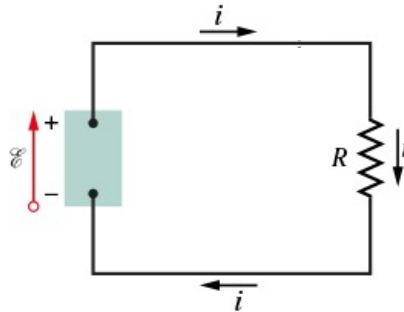
Unità di misura

- L'**intensità di corrente i** è una grandezza fondamentale
 - Nel SI la corrente si misura in **Ampere (A)**
- La **densità di corrente J** è una grandezza derivata
 - Nel SI la corrente si misura in **A/m²**
- La **resistenza R** è invece una grandezza derivata
 - Nel SI la resistenza si misura in **ohm (Ω)**
- La **resistività ρ** è una grandezza derivata
 - Nel SI la resistività si misura in **$\Omega \cdot m$**

Forza elettromotrice f.e.m.

L'energia necessaria per mantenere in moto i portatori di carica nel conduttore viene fornita dal generatore (in genere a spese della sua **energia chimica** come nelle batterie). Si parla di Forza Elettromotrice (f.e.m.)

$$f.e.m \quad \mathcal{E} = \frac{dL}{dq}$$

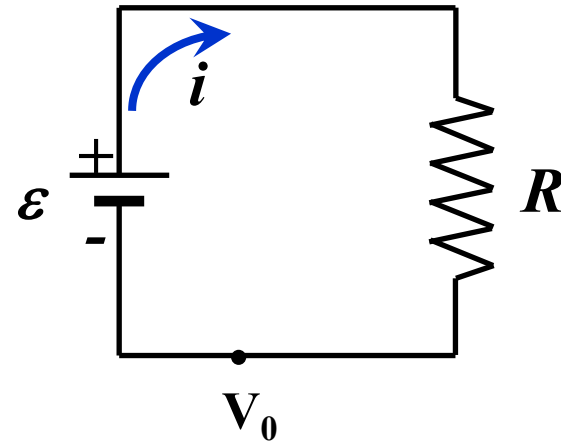


La forza elettromotrice, compiendo lavoro sulle cariche, mantiene stazionaria la corrente attraverso R , che altrimenti ridurrebbe la corrente: si parla di **caduta di tensione (o di potenziale)**.

- **Generatore ideale:** si assume che non abbia resistenza interna
- **Generatore reale:** oppone una resistenza interna al movimento di carica (come una comune batteria)

Circuiti elettrici a maglia singola: calcolo della corrente

- Se si passa attraverso una resistenza nel verso della corrente, la variazione di potenziale è $-Ri$ (caduta di tensione)
- Se si passa attraverso un generatore di f.e.m (ideale) nel verso della corrente la variazione di potenziale è $+\varepsilon$



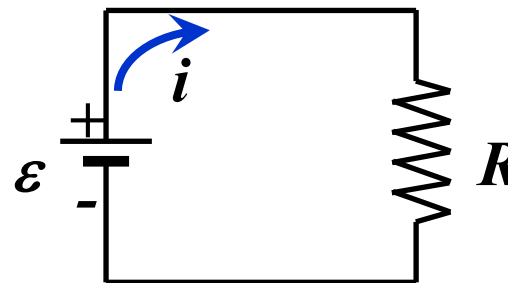
Metodo del potenziale

- *In una maglia, partendo da un punto qualsiasi a potenziale V_0 e percorrendo il circuito nel verso della corrente si ha :*
 - $V_0 + \varepsilon - Ri = V_0 \Rightarrow \varepsilon = Ri$

Potenza nei circuiti elettrici

- Nel tempo dt una carica $dq = i dt$ si sposta dal polo positivo a quello negativo del generatore
- Lavoro compiuto dal generatore sulla carica dq :

$$dL = dU = dq \cdot V = i dt \cdot V$$



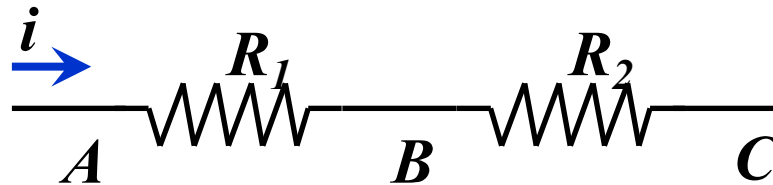
- Potenza dissipata:

$$P = \frac{dL}{dt} = Vi \left(= Ri^2 = \frac{V^2}{R} \right)$$

- La potenza è dissipata per effetto del passaggio delle cariche attraverso la resistenza sotto forma di calore (**effetto Joule**)

Resistenze in serie

- Il collegamento in serie si realizza concatenando le resistenze
- Le resistenze collegate in serie sono attraversate dalla **stessa corrente**



Legge di Ohm per R_1 : $V_A - V_B = R_1 i$

Legge di Ohm per R_2 : $V_B - V_C = R_2 i$

➡ $V_A - V_C = (R_1 + R_2) i$

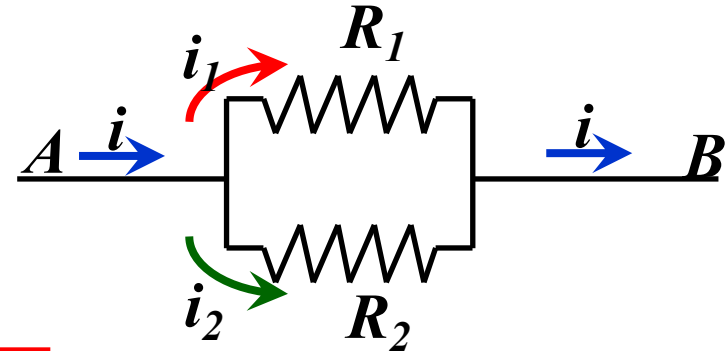
Resistenza equivalente: $R_{eq} = R_1 + R_2$

Per N resistenze in serie la **resistenza equivalente** è data da:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$$

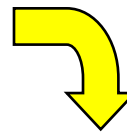
Resistenze in parallelo

- Il collegamento in parallelo si realizza collegando tutte le resistenze alla stessa d.d.p.



Legge di Ohm per R_1 : $i_1 = \frac{V_A - V_B}{R_1}$

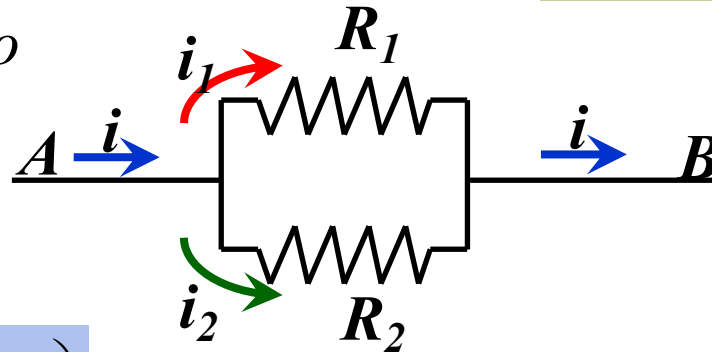
Legge di Ohm per R_2 : $i_2 = \frac{V_A - V_B}{R_2}$



$$i = i_1 + i_2 = (V_A - V_B) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Resistenze in parallelo

- Il collegamento in parallelo si realizza collegando tutte le resistenze alla *stessa d.d.p.*



$$i = i_1 + i_2 = (V_A - V_B) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Resistenza equivalente:

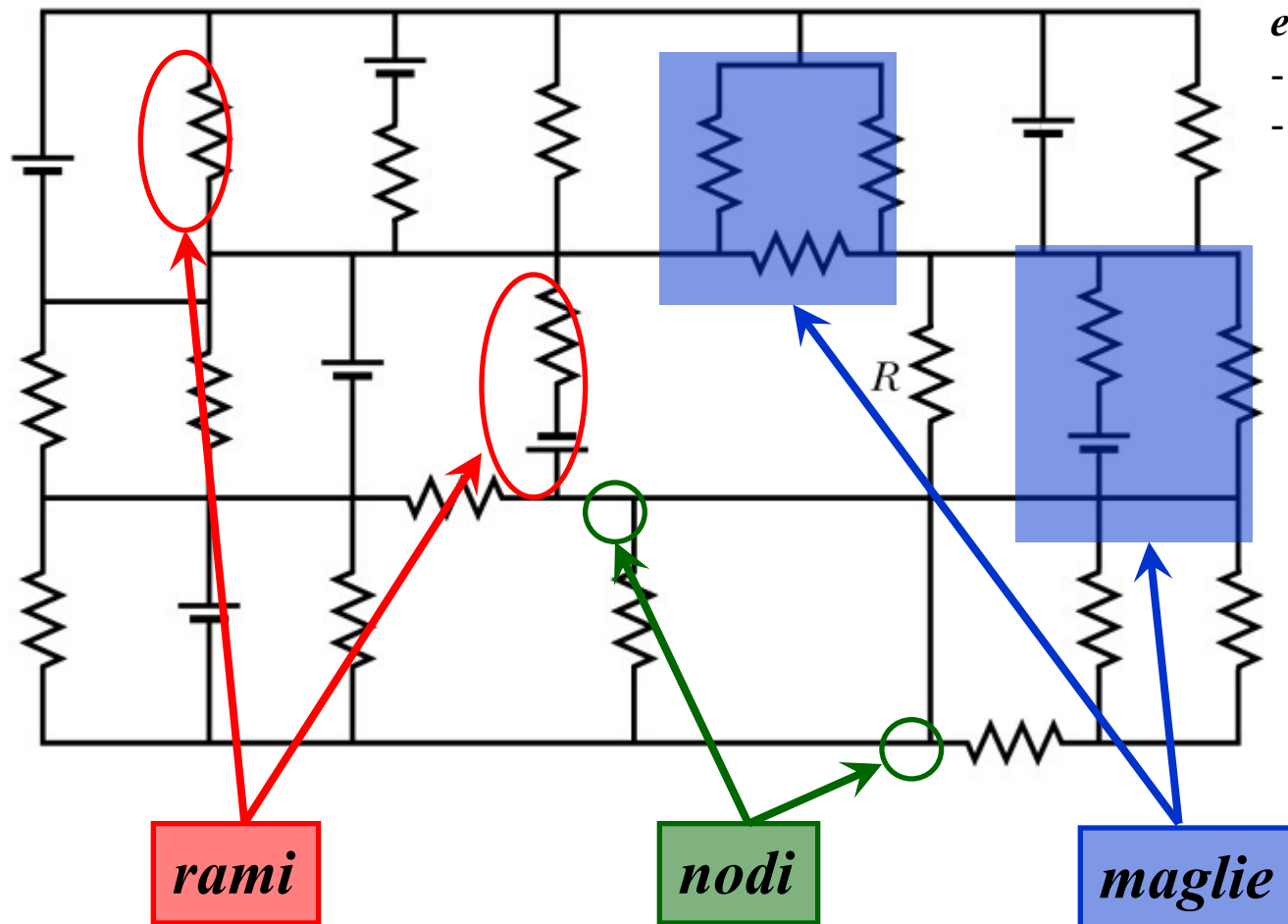
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Per N resistenze in parallelo:

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

Circuiti a più maglie

Rete elettrica lineare = sono circuiti con geometrie più complicate, che non possono essere ridotti ad un unico resistore soltanto con operazioni di serie o parallelo.

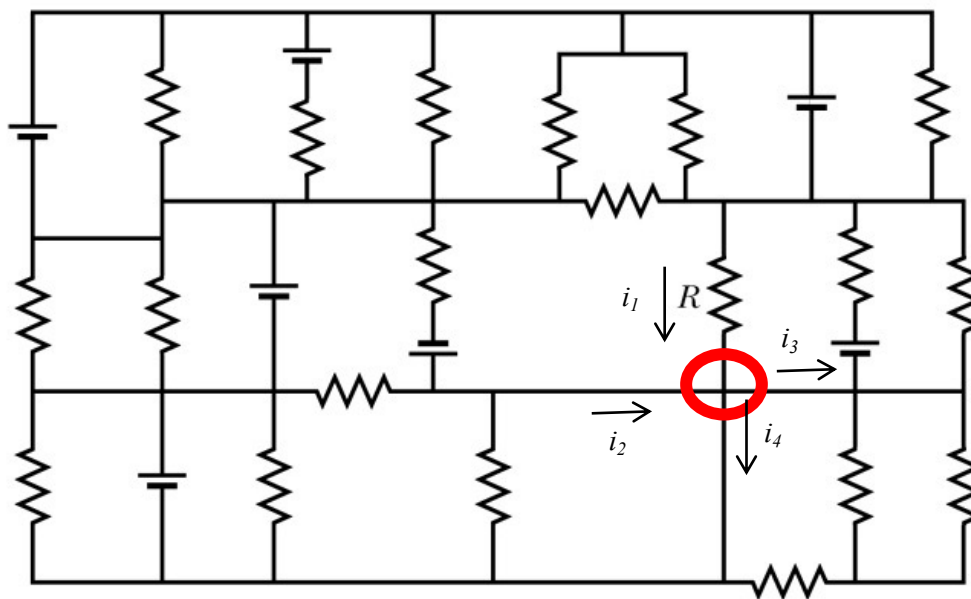


e.g.:

- Circuiti con R
- Circuiti con R e C

Leggi di Kirchhoff

- *Legge dei nodi: la somma delle correnti che entrano in un nodo è uguale alla somma delle correnti che escono dal nodo stesso*

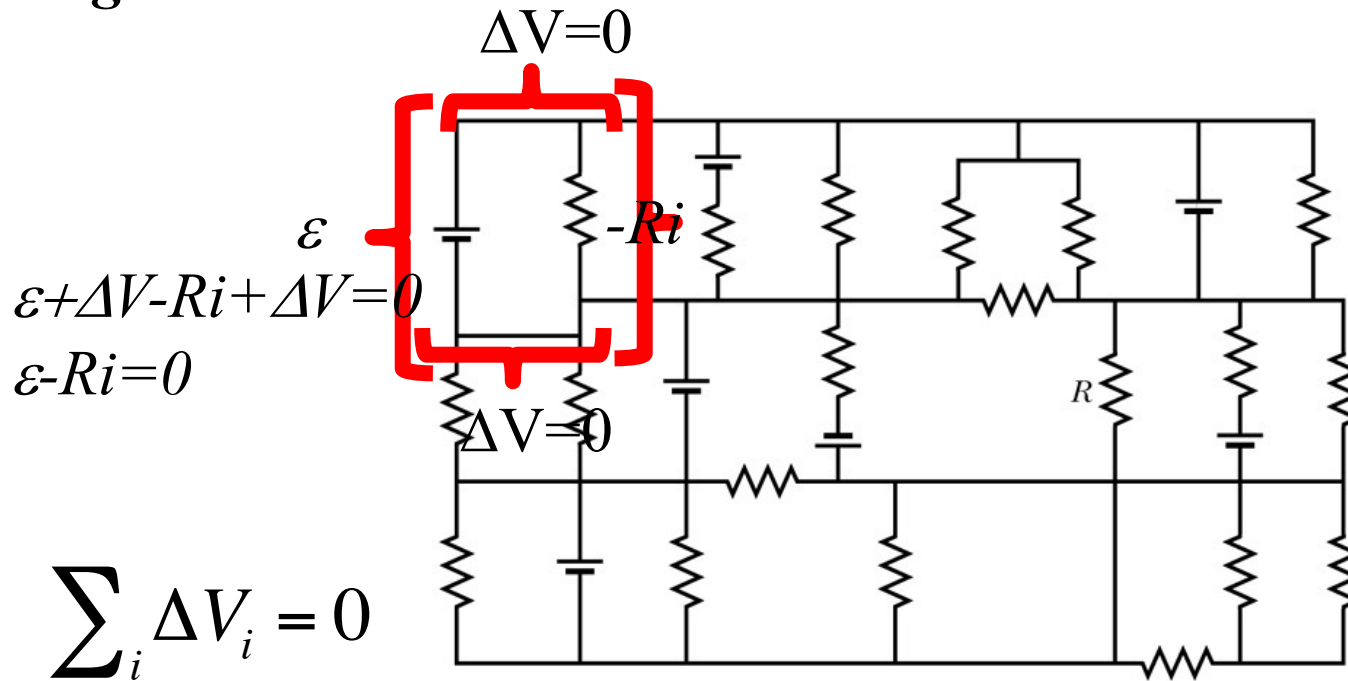


$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

$$\sum_j i_{in,j} = \sum_k i_{out,k}$$

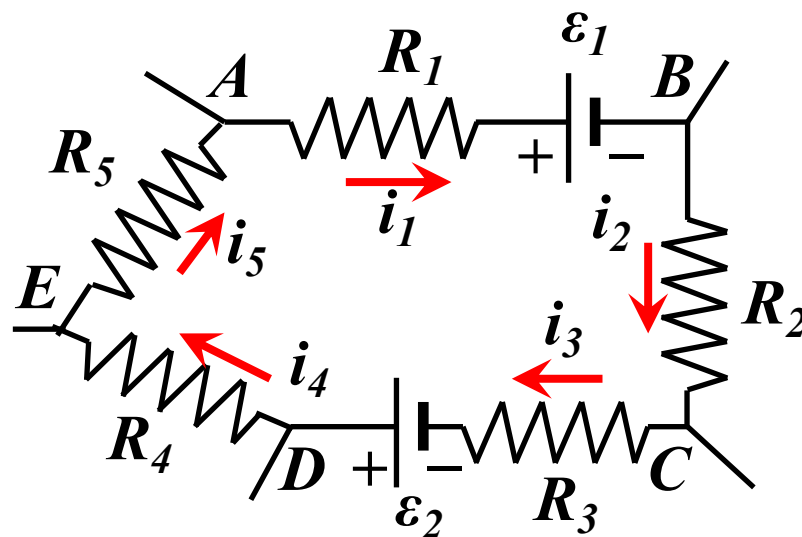
Leggi di Kirchhoff

■ *Legge delle maglie: la somma algebrica delle d.d.p. lungo una maglia è nulla*



Leggi di Kirchhoff

- **Legge dei nodi:** la somma delle correnti che entrano in un nodo N è uguale alla somma delle correnti che escono dal nodo stesso
- **Legge delle maglie:** la somma algebrica delle d.d.p. lungo una maglia è nulla



Sommando le cadute di tensione lungo il tratto ABCDEA:

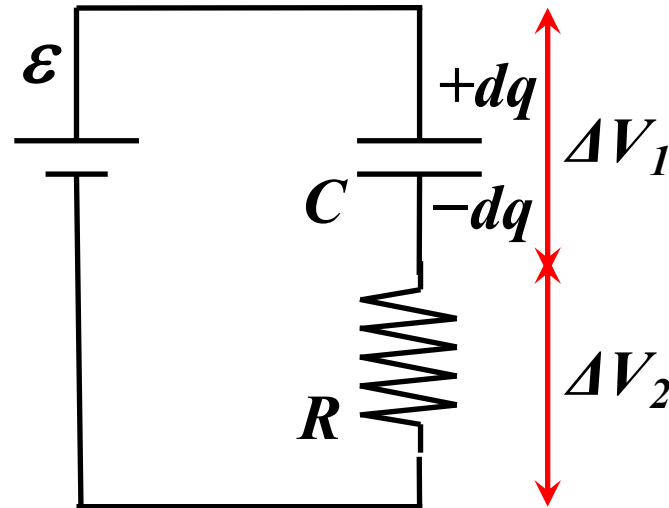
$$-R_1 i_1 - \varepsilon_1 - R_2 i_2 - R_3 i_3 + \varepsilon_2 - R_4 i_4 - R_5 i_5 = 0$$

Circuito RC: carica e scarica di un condensatore (cenni)

■ *Circuito RC:*

Circuito elettrico in cui sono presenti una resistenza ed un capacità (circuito aperto).

Supponiamo che siano collegate in serie.



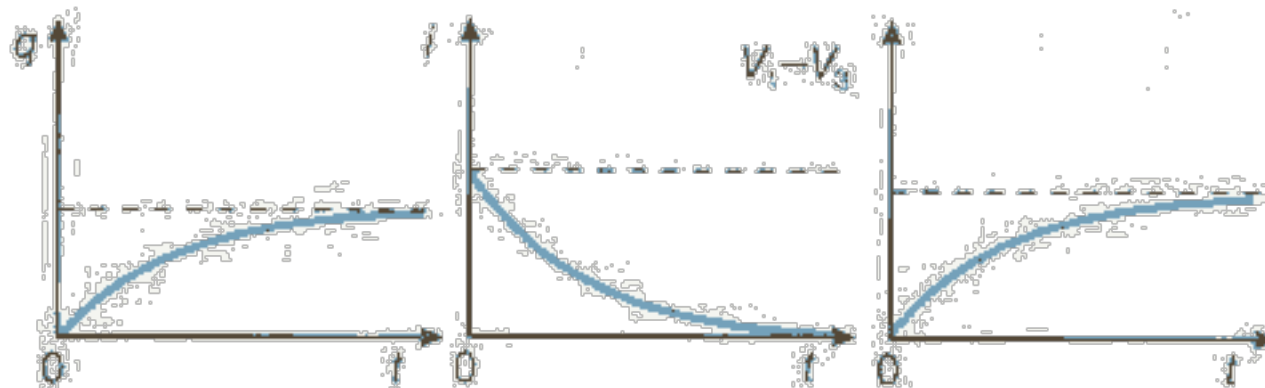
Carica di un condensatore

- *Si dimostra che l'andamento del processo di carica del condensatore è pari a :*

- $q = C\varepsilon(1-e^{-t/RC}) \rightarrow I = \varepsilon/R (e^{-t/RC})$

- $V_C = q/C = \varepsilon(1-e^{-t/RC})$

- $RC = \tau$ costante di tempo



Scarica di un condensatore

■ Si dimostra che l'andamento del processo di carica del condensatore è pari a :

■ $q = q_0 e^{-t/RC} \rightarrow I = -(q_0/RC) (e^{-t/RC})$

