

Appunti laboratorio di elettromagnetismo

Mirolo Manuele / Alessio Brusini

a.a. 2025/26

Contents

1	Lezione 22/09/2025	2
1.1	Richiami di elettromagnetismo	2
2	Lezione 25/09/2025	3

1 Lezione 22/09/2025

1.1 Richiami di elettromagnetismo

- La carica elettrica è quantizzata, ovvero esiste una carica elementare $1e = 1.6 \cdot 10^{-19}C$
- Legge di Coulomb, che descrive la forza repulsiva/attrattiva tra due cariche puntiformi:

$$\vec{F}_{1,2} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

dove $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ è la costante dielettrica del vuoto.

Possiamo notare che il campo elettrico è conservativo, per cui esiste un *potenziale elettrico* V :

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \vec{F} = -\vec{\nabla}V$$

- Definiamo **corrente elettrica** attraverso una superficie delimitante 2 regioni di spazio, la cui unità di misura è l'Ampere (A), tramite:

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

Vale la legge sperimentale detta *1° legge di Ohm*:

$$V = RI$$

dove R è la resistenza del conduttore, che dipende dalla sua natura e dalla sua geometria, da cui la *2° legge di Ohm*:

$$R = \int_0^l \frac{\rho(l')}{\Sigma(l')} dl'$$

dove ρ è la resistività del materiale e Σ è la sezione del conduttore.

La sua unità di misura è l'Ohm (Ω):

$$1\Omega = 1 \frac{V}{A}$$

- La resistività dipende dalla temperatura secondo la legge:

$$\rho(T) = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20^\circ C)]$$

- Definiamo **potenza elettrica**, effettuando un lavoro L per spostare una carica fra due punti, come:

$$W = \frac{dL}{dt} = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

- In un atomo unico il potenziale atomico tende a 0 all'avvicinarsi del nucleo, mentre in un solido la funzione potenziale è periodica a causa della sovrapposizione dei potenziali atomici.

- Definiamo **circuito elettrico** un campo elettrostatico \vec{F} conservativo, il lavoro lungo un percorso chiuso è nullo, introduciamo allora un potenziale U , con dU differenziale esatto.

Se la forza elettrica è originata da una distribuzione di carica \mathbf{Q} , definiamo il **campo elettrico** $\vec{E}(\vec{r})$ in ogni punto dello spazio. Tale \mathbf{Q} permette di spostare una carica di prova \mathbf{q} in \vec{r} con una forza $\vec{F}_e(\vec{r}) = q\vec{E}(\vec{r})$

Si definisce una *funzione differenza di potenziale* $\Delta U = q\Delta$ e $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$

- In un sistema fisico isolato (es. *maglia conduttrice*), la carica totale si conserva, ovvero $\Delta V_{tot} = 0$, da cui la **legge di Kirchhoff**:

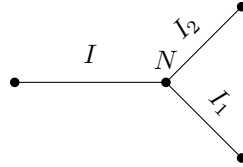
Teorema 1. *La somma delle tensioni ai capi di una maglia è nulla.*

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

2 Lezione 25/09/2025

A causa di Benjamin Franklin la corrente va dal polo positivo a quello negativo, in quanto si pensava che fossero cariche positive a spostarsi, non quelle **negative** come avviene nella realtà. La corrente all'interno di un circuito rimane costante, per la legge della conservazione della carica.

Nel momento in cui la corrente incontra un *nodo*, una biforcazione, trova due vie possibili da percorrere, per la conservazione avremo: $I_{tot} = I_1 + I_2$



Finché il circuito è un sistema isolato, le correnti prese con i loro segni seguono la seguente legge:

$$I_{tot} = \sum_{k=1}^n I_k \rightarrow \sum_{k=1}^n I_k - I_{tot} = \sum_{j=1}^{n+1} I_j = 0$$

Da cui la **2° legge di Kirchhoff**:

se un circuito costituisce un sistema isolato, la somma delle correnti entranti in un suo nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti dallo stesso nodo

Queste leggi valgono in *corrente continua*, ovvero quando la corrente non varia nel tempo.

- Definiamo la **forza elettromotrice** (f.e.m.) come la differenza di potenziale tra i due poli di un generatore, generata da fenomeni chimici quali le reazioni di ossido-riduzione. In realtà non si tratta di una forza, ma il potenziale elettrico:

$$V_{1i} = -k \frac{q_1 q_i}{r_{1i}} \rightarrow F_{1i} = -\nabla V_{1i}$$

Una d.d.p. può non essere in grado di mantenere una corrente costante, in quanto la resistenza del circuito può variare nel tempo (bastoncino caricato). Ma queste correnti non oscillanti lo possono diventare applicando lavoro.

N.B : non sempre un voltaggio di corrente è equivalente alla sua forza elettromotrice.

- La f.e.m. garantisce che la corrente scorra nel circuito, in quanto fornisce energia al sistema (che viene persa dagli elettroni che viaggiano nel circuito e vengono deviati dagli urti). Per quest'ultimo motivo introduciamo la **resistenza** (R). Poiché l'elettrone fa "più fatica" se ci sono meno vie e possibile e se le "porte d'ingresso" sono più strette, si deve avere:

$$R \propto \frac{l}{\Sigma}$$

dove Σ è l'area della sezione retta del conduttore.

Tramite prove sperimentali si introduce la **legge di Ohm** (nell'ipotesi di materiale omogeneo e di sezione costante):

$$R = \rho \frac{l}{\Sigma}$$

dove $\rho(\theta)$ è la resistività del materiale, che dipende molto da T ; inoltre $L \propto T$ e $\Sigma \propto T^2$, ma tali effetti si compensano. Da cui:

$$\rho(\theta) \simeq \rho_{\theta^*} (1 + \alpha(\theta - \theta^*))$$

dove θ^* è la temperatura di riferimento, che cambia per ingegneri e fisici (solitamente in rete è $\theta = 20^\circ$).

Da ciò deriva il fatto che $R \propto T$.

- Per l'intensità invece avremo

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow V = RI$$

Tutte le leggi sono *fenomenologiche*, non derivano da principi primi.

La formula più realistica che rappresenta la resistenza di un tratto di circuito è la seguente:

$$R = \int_{l_1}^{l_2} \frac{\rho(l')}{\Sigma(l')} dl'$$

ovvero un integrale curvilineo

