

6 - Onde elettromagnetiche

Campi elettrici e magnetici prodotti da cariche elettriche accelerate

Abbiamo studiato il campo elettrico prodotto da una carica ferma ([1 - Le forze e i campi magnetici > Legge di Gauss](#)) e il campo elettrico (non conservativo) prodotto da un campo magnetico variabile nel tempo ([5 - Induzione elettromagnetica > Legge di Faraday](#))

La legge di Ampère consente di calcolare il campo magnetico prodotto da una corrente costante nel tempo (magnetostatica), che chiameremo "corrente di conduzione"

Nel seguito esploreremo che caratteristiche hanno i campi elettrico e magnetico generati da cariche accelerate. Questo ambito di fenomeni richiede una modifica della legge di Ampère così come lo abbiamo formulata in magnetostatica.

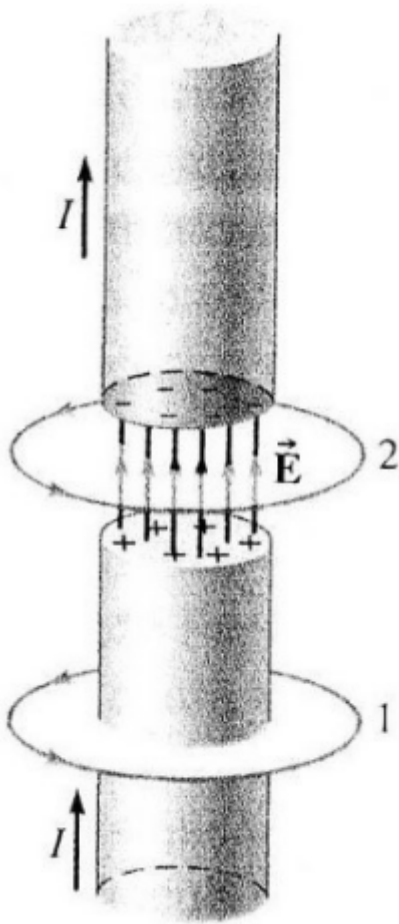
Legge di Ampère - Maxwell

Consideriamo un lungo filo rettilineo di raggio R percorso da una corrente continua I .

Ad un certo punto il filo ha una interruzione. Le superfici di interruzione agiscono da piastre di un condensatore (ved. figura). Se la corrente scorre verso l'alto sulla faccia inferiore si accumulano cariche positive:

$$\Delta Q(t) = I \Delta t$$

mentre sull'altra superficie del filo si accumula una $-\Delta Q(t)$



Applichiamo la legge di Ampère al cammino circolare Y (ved fig.2). La circuitazione di B deve essere proporzionale alla corrente che attraversa qualunque superficie che si appoggia alla linea Y. Per la superficie S_1 otteniamo il campo magnetico di un filo rettilineo percorso dalla corrente

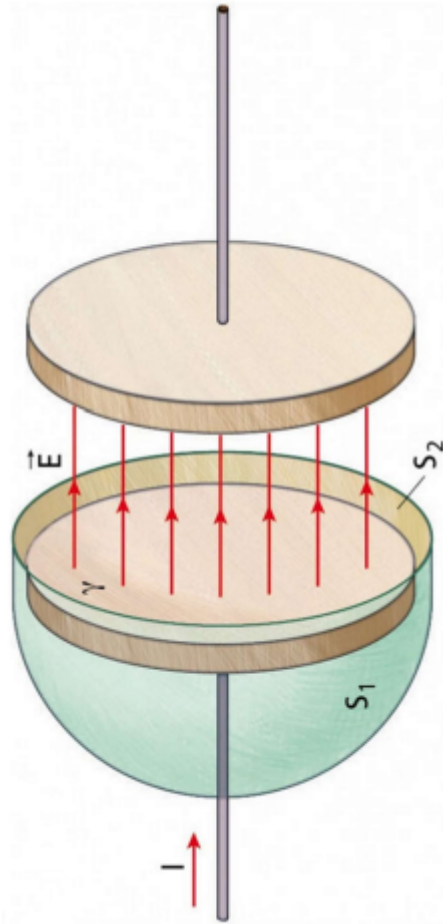
Se invece prendiamo il percorso S_2 , la superficie non viene attraversata da nessuna corrente, dunque il suo campo magnetico dovrebbe essere nullo.

Tuttavia attraverso la superficie S_2 , c'è un flusso di campo elettrico non nullo che aumenta man mano che si accumulano cariche:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{\Delta Q}{\epsilon_0 \pi R^2}$$

Quindi:

$$\frac{\Delta\phi_E}{\Delta t} = \frac{\pi r^2}{\Delta t} \frac{\Delta Q}{\epsilon_0 \pi R^2} = \frac{I}{\epsilon_0}$$



In base a queste considerazioni e anche da considerazioni di simmetria del ruolo di \mathbf{E} e \mathbf{B} nelle leggi dell'elettromagnetismo, Maxwell intuì che la legge di Ampère doveva essere **generalizzata** ad **includere situazioni dipendenti dal tempo**:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \left(I + \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right)$$

Dunque il campo magnetico può essere generato sia dalle correnti elettriche di conduzione che dai campi elettrici variabili nel tempo. Il secondo termine parentesi a secondo membro è chiamata "corrente di spostamento".

Le linee di \mathbf{B} sono sempre chiuse e sono concatenate o ad una corrente, o ad un campo elettrico variabile o ad una combinazione dei due

Equazioni di Maxwell

Legge di Gauss per l'elettrostatica

I campi elettrostatici sono generati dalle cariche elettriche

Legge di Gauss per il magnetismo

Non esistono monopoli magnetici

Legge di Faraday

Un campo magnetico variabile produce un campo elettrico

Legge di Ampère - Maxwell

Una corrente elettrica o un campo elettrico variabile generano un campo magnetico