

MAGNETISMO ed ELETTROMAGNETISMO

CAMPO MAGNETICO NEL VUOTO

INTRODUZIONE:

Sappiamo dalla fisica che un pezzo di minerale di ferro come la magnetite presenta la proprietà di attrarre spontaneamente a sé altri corpi metallici, purché costituiti da ferro o sue leghe. Si sa poi che queste proprietà si manifestano in modo notevole solo in certe zone del corpo dette poli del magnete. Si sa inoltre che presi due magneti rettilinei essi possono attrarsi o respingersi. Tutto ciò sta a significare che lo spazio che circonda un magnete è sede di un ente fisico sconosciuto. Per tale motivo si dice che il magnete ha creato intorno a sé un campo di forza chiamato campo magnetico. Compito del magnetismo è studiare le proprietà dei campi magnetici nel vuoto e nella materia. Da ricordarsi che le proprietà magnetiche dell'aria sono poco differenti di quelle del vuoto.

PROPRIETÀ DEI MAGNETI:

Caratteristica principale è quella di presentare sempre due poli magnetici. La terra si comporta come un grande magnete e perciò è stato definito che il polo nord di un magnete sia quella parte che tende a dirigersi verso il polo nord terrestre.

L'esperienza insegna poi che i poli dello stesso nome si respingono mentre se di segno contrario si attraggono.

Altra caratteristica fondamentale è quella di non poter separare fra di loro i poli di nome contrario posseduti da uno stesso magnete.

Sappiamo in oltre che due magneti agiscono fra di loro con forze che tendono reciprocamente a farli ruotare e a farli spostare.

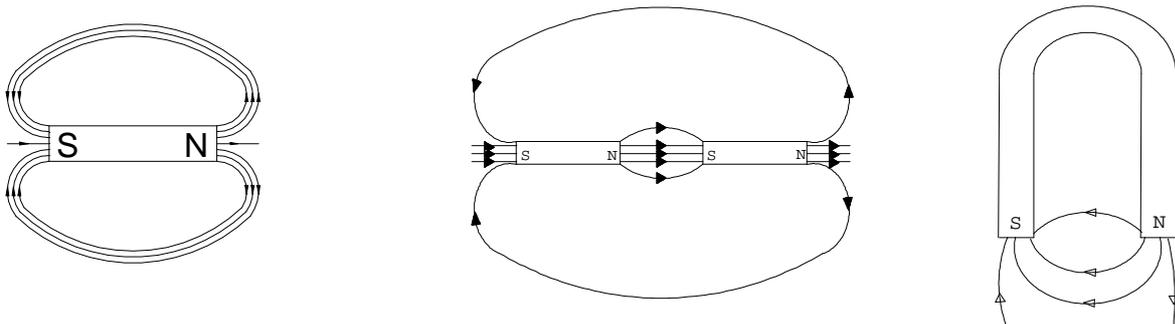
Queste forze e quindi le coppie saranno tanto più forti quanto più vicini sono fra di loro i due magneti e quanto più questi possederanno uno spiccato stato magnetico. Posso affermare quindi che anche per i magneti potrebbe essere data una formula analoga a quella di Coulomb.

VETTORE CAMPO MAGNETICO:

La presenza delle forze sta a dimostrare che il campo magnetico deve essere una grandezza fisica avente carattere vettoriale. Per rappresentare il campo magnetico ci serviremo delle linee di forza, intese come le traiettorie che seguirebbe, sotto l'azione del campo, una ipotetica particella carica solo di magnetismo nord e quindi il campo magnetico risulterà completamente noto in una certa porzione di spazio quando sarà individuato punto per punto il vettore \vec{H}_0 cioè il vettore campo magnetico (l'indice "0" sta ad indicare che siamo nel vuoto).

Per ogni punto dello spazio passerà una ed una sola linea di forza del campo magnetico, la quale risulterà tangente in quel punto al vettore campo magnetico. Come al solito le linee di forza hanno lo scopo di rendere visibile l'andamento del campo magnetico in una certa regione di spazio.

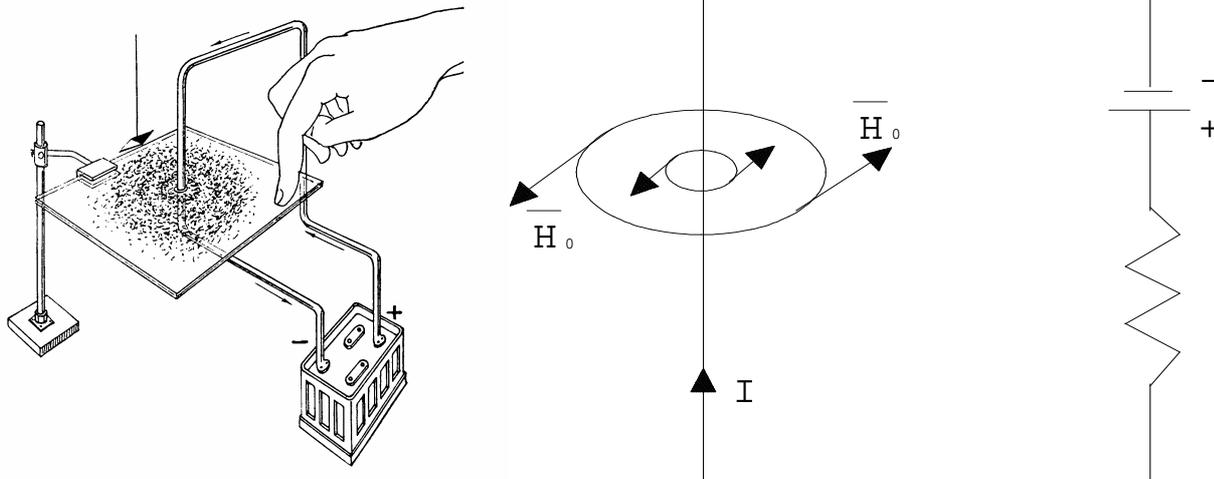
Ad esempio:



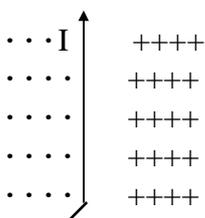
CAMPI MAGNETICI DOVUTI A CORRENTI ELETTRICHE:

I campi magnetici possono essere creati, oltre che con i magneti naturali ed artificiali, anche per mezzo di circuiti percorsi da correnti elettriche (elettromagnetismo).

Consideriamo un circuito elettrico e più precisamente un conduttore rettilineo percorso da una corrente continua.



Le linee di forza magnetiche sono **circolari concentriche** e giacciono su piani ortogonali al conduttore. Il loro verso coincide con il verso di rotazione di una vite destrorsa che si avvita per avanzare nel verso in cui scorre la corrente e si chiama **REGOLA DEL CAVATAPPI**. Da ciò posso dedurre che in un punto qualsiasi dello spazio che circonda il conduttore, il vettore campo magnetico \vec{H}_0 risulta ortogonale al piano passante per il punto considerato e contenente il conduttore. In particolare il piano considerato può essere quello del foglio. In tal caso per indicare la presenza del vettore campo, che è perpendicolare al foglio, si usa il simbolo + (coda della freccia) là dove il vettore campo entra nel foglio, e il \cdot (punta della freccia) la dove il vettore esce.



conduttore che giace sul foglio

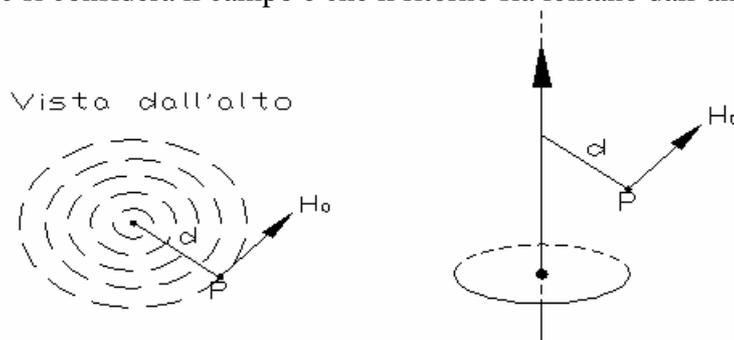
Detto ciò si può affermare che *una qualsiasi linea del campo magnetico è sempre concatenata con il circuito elettrico che la produce.*

(Il cerchio non è sfilabile dal conduttore che lo ha creato).

Questa proprietà è generale cioè non ammette eccezioni. Ricordiamo inoltre che il campo magnetico prodotto nel vuoto o nell'aria da una corrente elettrica varia nel tempo con la stessa legge con la quale varia la corrente che scorre nel circuito. Se la corrente è continua, il campo magnetico da essa generato sarà rigorosamente costante nel tempo.

Abbiamo visto che una corrente, percorrendo un circuito crea intorno a se un campo magnetico che, teoricamente, si estende fino all'infinito; la sua intensità, però, è apprezzabile solo nell'intorno più immediato del circuito che lo ha creato.

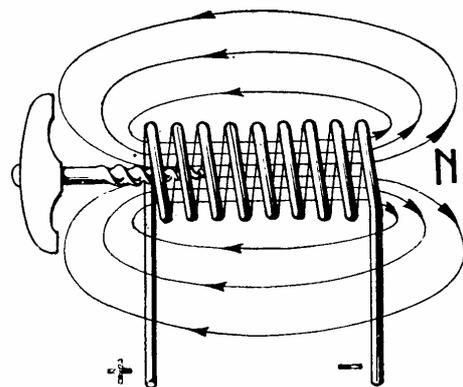
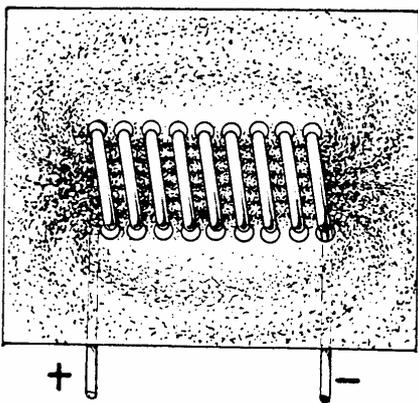
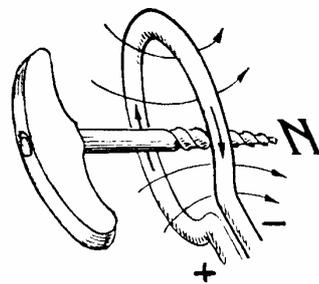
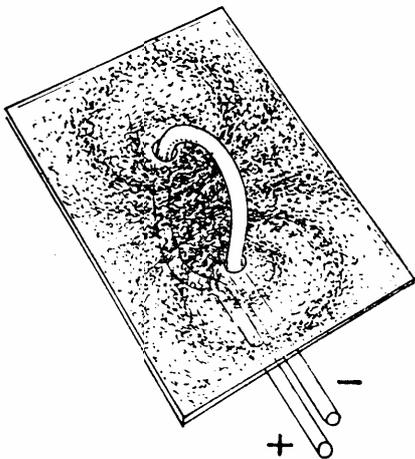
Consideriamo il conduttore rettilineo di lunghezza infinita cioè tale che sia sufficientemente lungo rispetto alle distanze dove si considera il campo e che il ritorno sia lontano dall'andata in modo che il

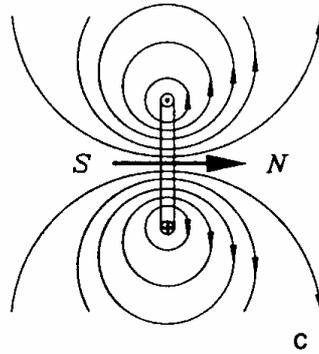


suo campo magnetico non influenzi quello del conduttore di andata. **Le linee di forza** sono tanti cerchi concentrici al conduttore. Si dimostra che l'intensità del campo magnetico H_0 in un punto distante d vale:

$$H_0 = \frac{I}{2 \pi d}$$

quindi inversamente proporzionale alla distanza e direttamente proporzionale alla corrente. Nel caso che il conduttore sia perfettamente circolare (spira circolare) le linee sono sempre cerchi giacenti su piani perpendicolari al conduttore (cioè passanti per l'asse della spira), però i cerchi risultano eccentrici rispetto al conduttore:





Se il circuito percorso dalla corrente è invece costituito da più spire contigue, la struttura prende il nome di **solenoido o bobina**.

Per il solenoide :

$$H_0 = \frac{N I}{l}$$

dove N è il numero totale di spire ed l è la lunghezza assiale del solenoide. Da tali relazioni, portando al di là dell' uguale la l ottengo

$$H_0 l = N I$$

Il termine **NI** che è la causa della formazione e del mantenimento del campo magnetico, viene denominato **forza magneto motrice f.m.m.**

Il termine $H_0 l$ prende il nome di **tensione magnetica** (in analogia all'elettrostatica, dove $K_0 dl$ rappresenta la d.d.p. ai capi del tronco dl).

Analizzando le formule viste ($H_0 = I/2\pi d$; $H_0 = NI/l$) si può notare che le dimensioni fisiche del campo magnetico sono quelle di una corrente diviso una lunghezza; pertanto l'unità di misura sarà Ampere / metro o meglio, dato che i campi magnetici sono dovuti spesso a circuiti formati da più spire percorse dalla stesa corrente si usa Amperspire/ metro o abbreviando Asp/m.

E' ovvio che per la f.m.m. l'unità di misura è l' Asp.

L'insieme di tutte le linee di forza del campo magnetico prende il nome di **flusso magnetico Φ** e la sua unità di misura è il **Weber** (Wb).

Il flusso magnetico Φ prodotto da ogni spira è proporzionale all'intensità del campo H, alla sezione S del solenoide, espressa in m^2 , abbracciata dalla spira e ad un coefficiente di proporzionalità μ , chiamato **permeabilità magnetica**, che è funzione della natura del mezzo attraversato dal flusso:

$$\Phi = \mu_0 S H$$

Se si dividono entrambi i membri dell'equazione per la superficie S della spira, si ottiene il valore del flusso magnetico attraversante l'unità di sezione retta della spira :

$$\frac{\Phi}{S} = \mu_0 H$$

Il termine Φ/S prende il nome di **induzione magnetica B** o **densità di flusso** pertanto $B = \mu_0 H = \frac{\Phi}{S}$

(Ricordate in elettrostatica $D_0 = \epsilon_0 K_0$).

L'unità di misura dell'induzione magnetica B risulta essere Weber/ m² = **Wb/ m² = Tesla (T)**.

L'unità di misura della permeabilità magnetica si ricava dalla relazione $\mu_0 = B_0/H_0$ cioè

$$\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = \frac{\text{Wb}}{\text{A} \cdot \text{m}} \times \frac{1}{\text{m}} = \frac{\text{Henry}}{\text{m}}$$

Precisamente $\mu_0 = 1,256 \times 10^{-6} \text{ H/m}$.

CAMPO MAGNETICO NEL MATERIALE

PERMEABILITA' MAGNETICA DI UN MATERIALE

Un qualsiasi corpo, sia allo stato solido, che liquido o gassoso, si magnetizza se si trova in un campo magnetico.

La grandezza fisica che tiene conto dello stato magnetico di una sostanza è il **vettore induzione magnetica B** che è legato al vettore campo magnetico dalla relazione

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$$

con μ che rappresenta la permeabilità magnetica del materiale.

Il campo magnetico rappresenta quindi la causa della magnetizzazione e l'induzione magnetica rappresenta l'effetto.

Talvolta, per tale motivo il campo magnetico viene chiamato *magnetizzante*.

La relazione vista ci dice che il vettore B è parallelo al vettore H.

Anche qui è utile porre la permeabilità magnetica μ di un materiale in funzione della permeabilità del vuoto μ_0 . Risulta perciò

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r$$

e μ_r prende il nome di **permeabilità relativa del materiale**.

Le sostanze il cui comportamento magnetico differisce poco da quello del vuoto e che sono le più numerose prendono il nome di **sostanze diamagnetiche** se hanno μ_r leggermente inferiore a 1 e **paramagnetiche** se la μ_r è leggermente superiore a 1.

Le sostanze che presentano uno spiccato stato magnetico, cioè che hanno $\mu_r \gg 1$ si chiamano **ferromagnetiche** o più semplicemente **magnetiche** in contrapposto alle dia e para che sono dette non magnetiche.