21 CAMPO MAGNETICO STAZIONARIO

Concetti fondamentali:

- Concetto di campo magnetico, magnetismo, magnete, ago magnetico, linee di forza del campo magnetico, campo magnetico uniforme, induzione magnetica.
- Carica elettrica e conduttore percorsi da una corrente in campo magnetico.
- Motore elettrico – costruzione, principio.
- Campo magnetico di una corrente – conduttore rettilineo, spira circolare, solenoide. Forza magnetica tra due conduttori paralleli rettilinei, l'unità di Amper nel sistema SI.
- Proprietà magnetiche della materia, sostanze diamagnetiche, paramagnetiche e feromagnetiche. Dominii ferromagnetici, temperatura di Curie.
- Elettromagnete (rele, suoneria elettrica).
- Impiego del campo magnetico nella tecnica e medicina (testina magnetica, dischetto, nastro magnetico, disco rigido, interruttore di protezione).

Formule elementari:

- Forza magnetica (particella) $F_m = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin\alpha$
- Forza magnetica (conduttore) $F_m = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$
- Forza magnetica (due conduttori paralleli) $F_m = \mu \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot d}$
- Momento di una forza (spira in campo magnetico) $M = B \cdot I \cdot S \cdot \sin\alpha$
- Induzione magnetica (conduttore rettilineo) $B = \mu \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot d}$
- Induzione magnetica (in centro della spira) $B = \mu \cdot \frac{I}{2 \cdot R}$
- Induzione magnetica (solenoide) $B = \mu \cdot \frac{I \cdot N}{l}$

Esempi di impiego del campo magnetico:

Interruttore di protezione

Disco rigido

Dischetto

Suoneria elettrica

Altoparlante

Motore elettrico

Videocassetta VHS

Magnetoterapia

Magnetoterapia

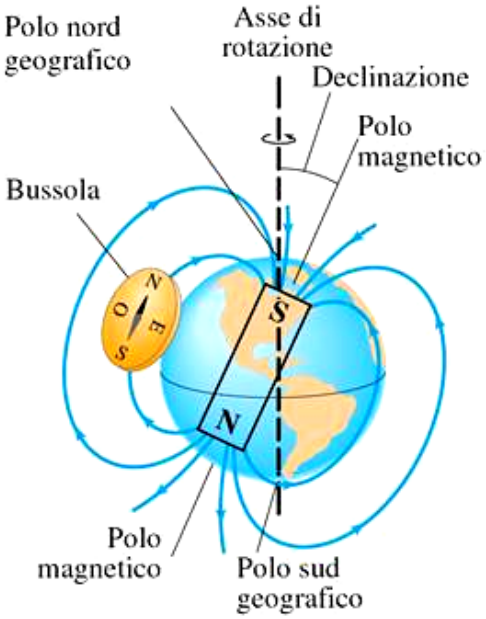
Risonanza magnetica

Strumenti di misura

Treno a levitazione magnetica

Elettromagnete

Campo magnetico terrestre:



Esercizi di calcolo:

1. Ad un conduttore di lunghezza 4 cm, attraversato da una corrente 5 A, agisce in un campo magnetico di induzione 0,2 T una forza di 20 mN. Determinare l'angolo che forma il conduttore con il campo magnetico.
[30 °]

2. En conduttore percorso da una corrente di intensità 5 A è immerso in un campo magnetico di induzione 0,04 T. Calcolare l'intensità della forza per unità di lunghezza del filo, sapendo che le linee di campo magnetico formano con la direzione del filo angolo di 30°.
[0,1 N/m]

3. La bobina di un altoparlante ha 100 spire di diametro 10 cm. Induzione magnetica tra i poli del magnete è pari a 0,6 T. Qual'è la forza che fa muovere la membrana dell'altoparlante sapendo che la resistenza della bobina è 4 Ω e la potenza dell'altoparlante è uguale a 10 W (*fig. 1*).
[29,8 N]

Fig. 1

4. Un'asta metallica libera di muoversi di massa 50 g è posta su due guide metalliche collegate ad una pila. Tutto il circuito è immerso in un campo di induzione 60 mT (*fig. 2*). Determinare l'intensità della corrente che deve passare attraverso il circuito affinché l'asta cominci a muoversi slittando. Il coefficiente d'attrito radente tra l'asta e le guide è 0,1.
[13,6 A]

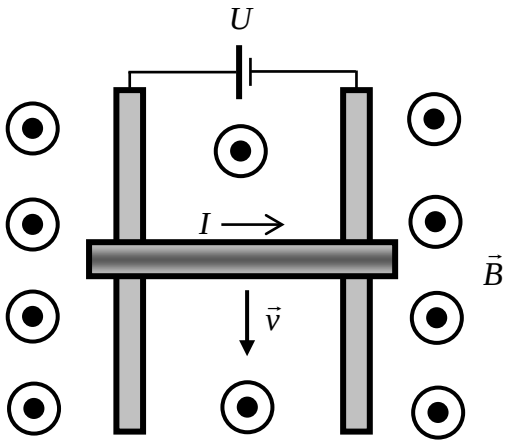


Fig. 2

5. Un elettrone penetra in direzione normale alle linee di forza di un campo magnetico con velocità $3 \cdot 10^5$ m/s. Calcolare il raggio dell'orbita descritta dall'elettrone sapendo che il modulo dell'induzione magnetica è $2 \cdot 10^{-3}$ T e il periodo del moto dell'elettrone.
[$8{,}5 \cdot 10^{-4}$ m; $1{,}8 \cdot 10^{-8}$ s]

6. Determinare il valore dell'induzione magnetica del campo uniforme in cui si muove un elettrone con energia cinetica 10^4 eV sulla circonferenza di raggio 1 m.

[$3{,}37 \cdot 10^{-4}$ T]

7. Una particella di massa 10^{-6} kg e carica $5 \cdot 10^{-5}$ C si muove in un campo magnetico su un'orbita circolare di raggio 5 m con periodo 2π s. Calcolare il modulo dell'induzione magnetica, la velocità e l'energia cinetica.

[$2 \cdot 10^{-2}$ T; 5 m/s; $12{,}5 \cdot 10^{-6}$ J]

8. Due lunghi fili paralleli sono percorsi da corrente di 10 A e 20 A in verso opposto (*fig. 3*). Determinare l'induzione magnetica risultante (modulo, direzione e verso) nei punti *A*, *B* e *C*.

[$1{,}3 \cdot 10^{-5}$ T; $12 \cdot 10^{-5}$ T; $6{,}6 \cdot 10^{-5}$ T]

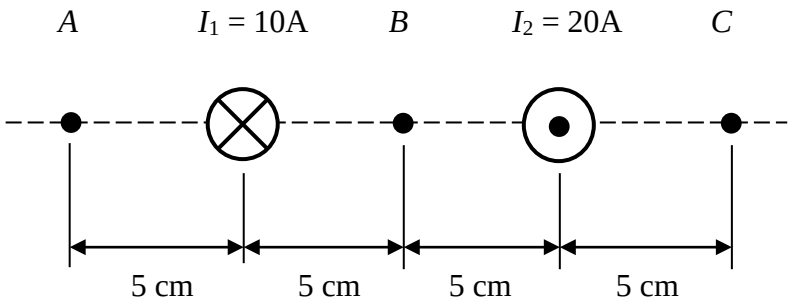


Fig. 3

9. Due lunghi conduttori paralleli in distanza 10 cm tra di loro sono percorsi dalle correnti di 10 A e 20 A. Determinare l'intensità della forza magnetica agente tra di loro per metro di lunghezza dei conduttori.

[$4 \cdot 10^{-4}$ N/m]

10. Un solenoide è formato da 1000 spire/m. Calcolare l'intensità di corrente che deve attraversarlo affinché l'induzione magnetica nel suo interno abbia il valore $4\pi \cdot 10^{-3}$ T. Quanto diventa l'induzione magnetica alla stessa corrente dopo aver inserito nel solenoide un nucleo con permeabilità relativa 1000 (*fig. 4*)?

[10 A; 4π T]

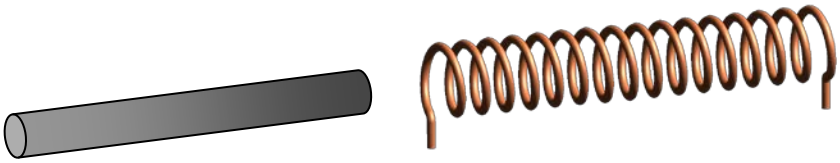
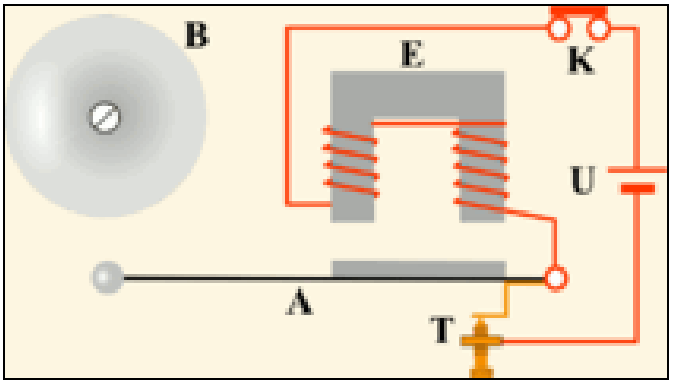


Fig. 4

CAMPANELLO ELETTRICO

Il campanello elettrico è un dispositivo elettromeccanico utilizzato per richiamare l'attenzione su uno specifico evento.



Il campanello elettrico posto sulle porte delle abitazioni è un tipico esempio del suo utilizzo così come lo è la "campanella" nelle scuole Il funzionamento del campanello elettrico è basato sul fenomeno dell'elettromagnetismo ovvero la capacità di generare un campo magnetico da parte della corrente elettrica. I componenti di un campanello elettromeccanico sono: elettrocalamita E, percussore (montato sull'estremità di una lamina elastica di metallo) A, vite di regolazione T, campana B. In condizione di riposo la lamina è appoggiata sulla vite di regolazione, il contatto mobile lamina/vite di regolazione è chiuso, il pulsante di accensione K è aperto: nel circuito non scorre nessuna corrente. Premendo il pulsante di accensione K la corrente circolerà attraverso il contatto mobile nell'elettrocalamita che attirerà a se il percussore che di conseguenza andrà a colpire la campana.

L'avvicinamento del percussore all'elettrocalamita farà si che il contatto mobile si apra con conseguente interruzione della corrente nel circuito: la lamina tornerà quindi indietro fino alla sua posizione di riposo

Il ritorno della lamina in posizione di riposo provocherà nuovamente la chiusura del contatto mobile con conseguente inizio di un nuovo ciclo.

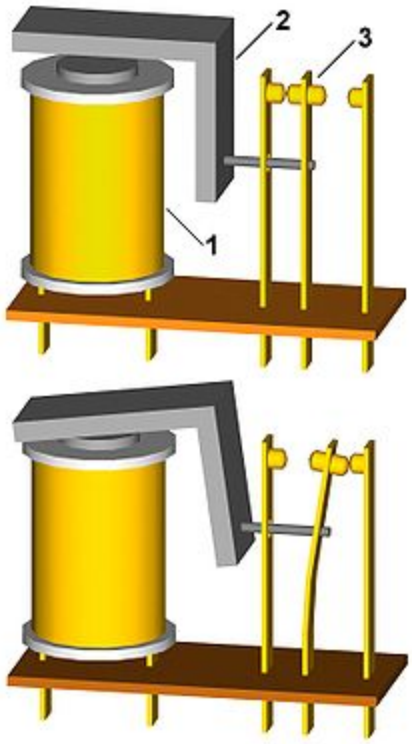
L'effetto risultante sarà una oscillazione del percussore fra posizione di riposo e posizione di percussione della campana che provocherà il classico ronzio o trillo del campanello. L'oscillazione del percussore durerà per tutto il tempo in cui il pulsante di accensione rimarrà premuto.

Fu inventato dal fisico Joseph Henry nel 1831

RELÈ

Il relè è un dispositivo elettrico comandato dalle variazioni di corrente per influenzare le condizioni di un altro circuito. In sostanza il relè è un interruttore che non viene azionato a mano ma da un elettromagnete

Immagine che schematizza il funzionamento di un relè.
Legenda:
1. Bobina
2. Ancora
3. Contatto mobile



Un relè può azionare un circuito sia se è a riposo, non attraversato da corrente (in quel caso tale circuito va collegato ai terminali centrale e di sinistra del relè nella foto, quindi normalmente chiusi), sia se è attivo, attraversato da corrente (in questo caso il circuito va collegato ai terminali centrale e di destra, quindi normalmente aperti).

INTERRUTTORE MAGNETOTERMICO

L'interruttore magnetotermico, detto anche interruttore automatico, è un dispositivo elettrotecnico in grado di interrompere un circuito in caso di cortocircuito o in caso di sovracorrente.

Sostituisce sia l'interruttore termico che il fusibile, con il vantaggio rispetto a quest'ultimo di una maggior precisione d'intervento e di essere facilmente ripristinabile con la pressione di un pulsante o l'azionamento di una leva. Deriva il suo nome dal fatto che esibisce un funzionamento diverso nell'interruzione da cortocircuito (meccanismo di tipo magnetico) rispetto all'interruzione da sovracorrente (meccanismo di tipo termico)

Protezione dal cortocircuito (Parte magnetica)

Questo tipo di guasto si verifica quando due fili conduttori a differente potenziale entrano in diretto contatto tra loro, provocando un elevatissimo ed istantaneo flusso di corrente (cortocircuito).

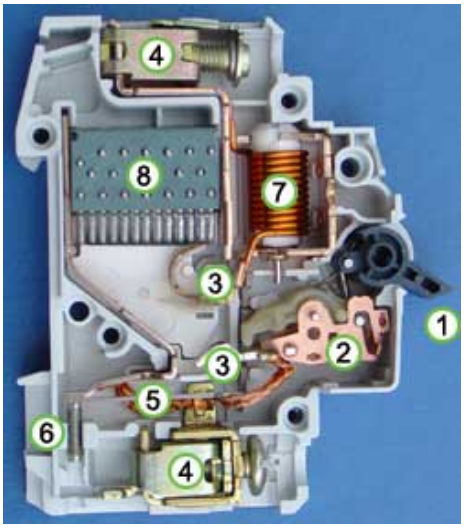
La rilevazione di questo evento avviene per mezzo di un solenoide 7 avvolto su una barra magnetica, in pratica un relè. L'elevato impulso di corrente induce un campo magnetico che attira un'ancorina la quale provoca l'apertura dell'interruttore. La caratteristica di intervento è pertanto istantanea, in modo da evitare sollecitazioni termiche e meccaniche, dovute all'elevata corrente di corto circuito, dannose per le condutture e le apparecchiature elettriche.

Un caso di intervento si ha quando si verifica un cortocircuito in un elettrodomestico ed in questo caso l'interruttore magnetotermico scatta, in quanto rileva una forte intensità di corrente dovuta al contatto tra la fase e il neutro.

Protezione del sovraccarico (Parte termica)

Questo problema si verifica quando l'intensità di corrente supera un valore prefissato a causa per esempio di troppi carichi accesi contemporaneamente. Il limite di corrente è determinato da limiti costruttivi dell'impianto e in particolare dalla capacità dei fili conduttori di smaltire il calore prodotto per effetto Joule.

La rilevazione avviene per mezzo di una "resistenza elettrica" costituita da una lamina bimetallica. A causa della differenza nella dilatazione termica di due metalli accoppiati (vincolati o tramite incollaggio o grappette metalliche), la lamina si piega fino a provocare lo scatto dell'interruttore. Il tempo di intervento non è istantaneo ma dipende, con funzione caratteristica dei diversi modelli di magnetotermici, dall'inverso dell'entità del superamento del valore di soglia.

Interruttore magnetotermico aperto:

1. Leva di comando
2. Meccanismo di scatto
3. Contatti di interruzione
4. Morsetti di collegamento
5. Lamina bimetallica (rilevamento sovraccarichi)
6. Vite per la regolazione della sensibilità (in fabbrica)
7. Solenoide (rilevamento cortocircuiti)
8. Sistema di estinzione d'arco