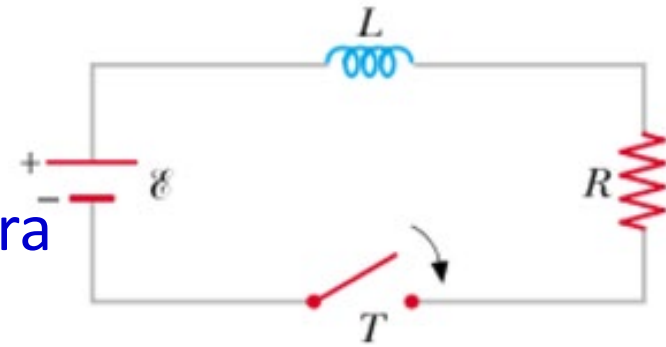


Extracorrenti, L e M di circuiti

- Extracorrenti di chiusura e apertura
- L di un solenoide toroidale
- M di due solenoidi

La presenza di un induttore in un circuito impedisce alla corrente di aumentare o diminuire istantaneamente in quanto, in base a $\mathcal{E}_L = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = -L \frac{di}{dt}$ (*), la variazione genera una f.e.m. che si oppone alla variazione stessa. Vediamo un esempio.

Il circuito figura e' detto circuito RL in serie. Le variazioni di corrente sono causate inizialmente dall'apertura e dalla chiusura dell'interruttore T . Dato che queste variazioni danno luogo alla



forza elettromotrice di autoinduzione $\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt}$, la legge di Ohm per il circuito e':

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_L = Ri \Rightarrow \mathcal{E} = L \frac{di}{dt} + Ri \Rightarrow \mathcal{E} - Ri = L \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{dt}{L} = \frac{di}{\mathcal{E} - Ri} \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} - Ri = Ae^{-Rt/L}$$

con A costante di integrazione che dipende dalle condizioni iniziali.

Extracorrenti di aperture e chiusura

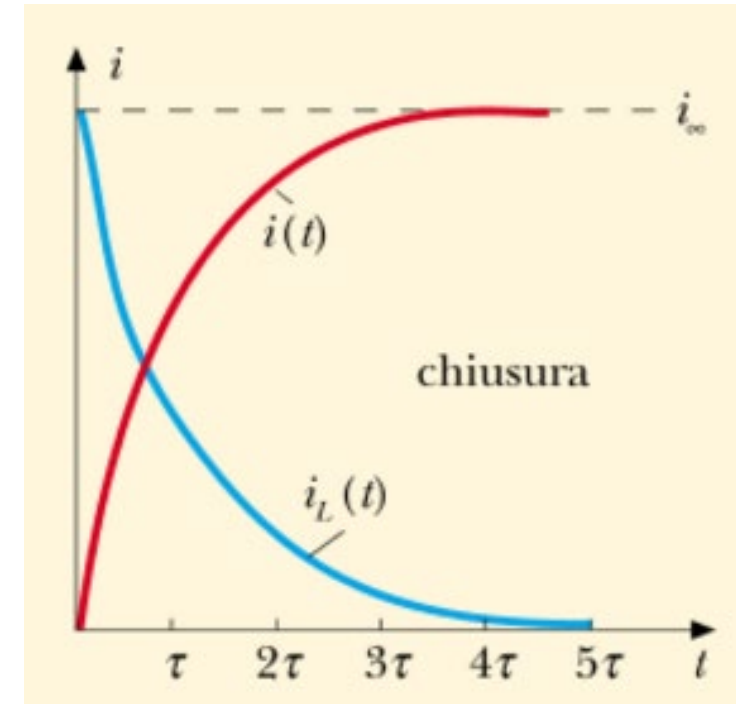
Quando all'istante $t=0$ si chiude l'interruttore, la corrente è inizialmente nulla (il circuito era aperto) cioè $i(0)=0$. La $\mathcal{E} - Ri = Ae^{-\frac{Rt}{L}}$ porge $\mathcal{E} - 0 = A \cdot 1$ e quindi

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}}) = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

avendo posto:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

τ è la costante di tempo del circuito. In figura è mostrato l'andamento della corrente $i(t)$. Essa tende asintoticamente al valore di regime $i_{\infty} = \mathcal{E}/R$, corrispondente alla legge di Ohm per le correnti costanti.



Extracorrenti di chiusura

La forza elettromotrice di autoinduzione vale

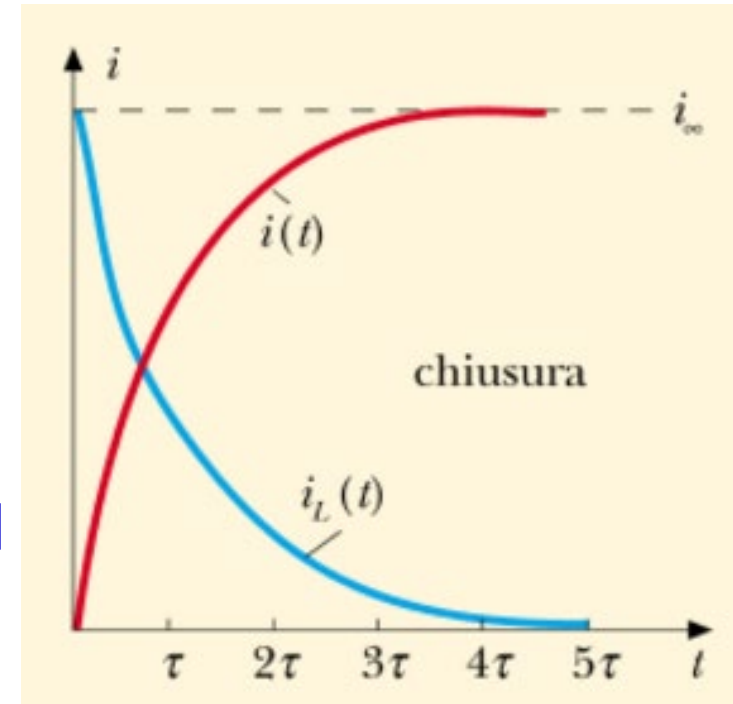
$$\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt} = -\mathcal{E} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

L'effetto ritardante tende esponenzialmente a zero con costante di tempo τ . Ad ogni istante la differenza tra valore asintotico e valore effettivo di corrente e' dato da

$$i_\infty - i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{\mathcal{E}_L}{R} = i_L$$

e quindi $i(t) = i_\infty - i_L$.

Durante la fase transitoria si manifesta un'altra corrente oltre a quella calcolabile con la semplice legge di Ohm applicata ad un resistore, detta **extracorrente di chiusura** (i_L).



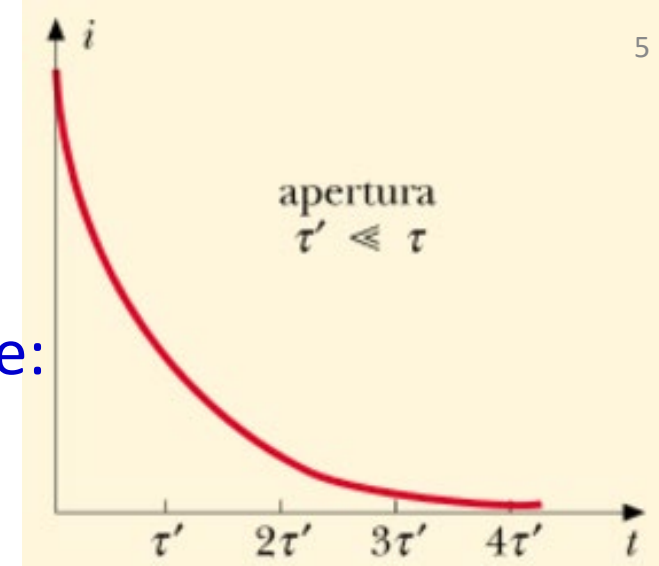
Extracorrenti di chiusura

All'istante di apertura ($t=0$) la corrente nel circuito RL, ha il suo valore di regime $i_{\infty} = \mathcal{E}/R$. Supponiamo che aprendo l'interruttore la resistenza passi dal valore R al valore $R' \gg R$ e che R' resti costante durante il transitorio in cui la corrente passa da i_{∞} a zero. La intensita' di corrente varia ora con la legge:

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{R't}{L}} = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{t}{\tau'}}$$

Con $\tau' = L/R'$, molto piu' piccola rispetto a τ . La forza elettromotrice di autoinduzione vale

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt} = -\frac{R'}{R} \mathcal{E} e^{-\frac{t}{\tau'}}$$



Extracorrenti di apertura

La:

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt} = -\frac{R'}{R} \mathcal{E} e^{-\frac{t}{\tau'}}$$

risulta particolarmente elevata all'apertura: per $t=0$ vale

$$\mathcal{E}_L = \mathcal{E} R'/R \gg \mathcal{E}$$

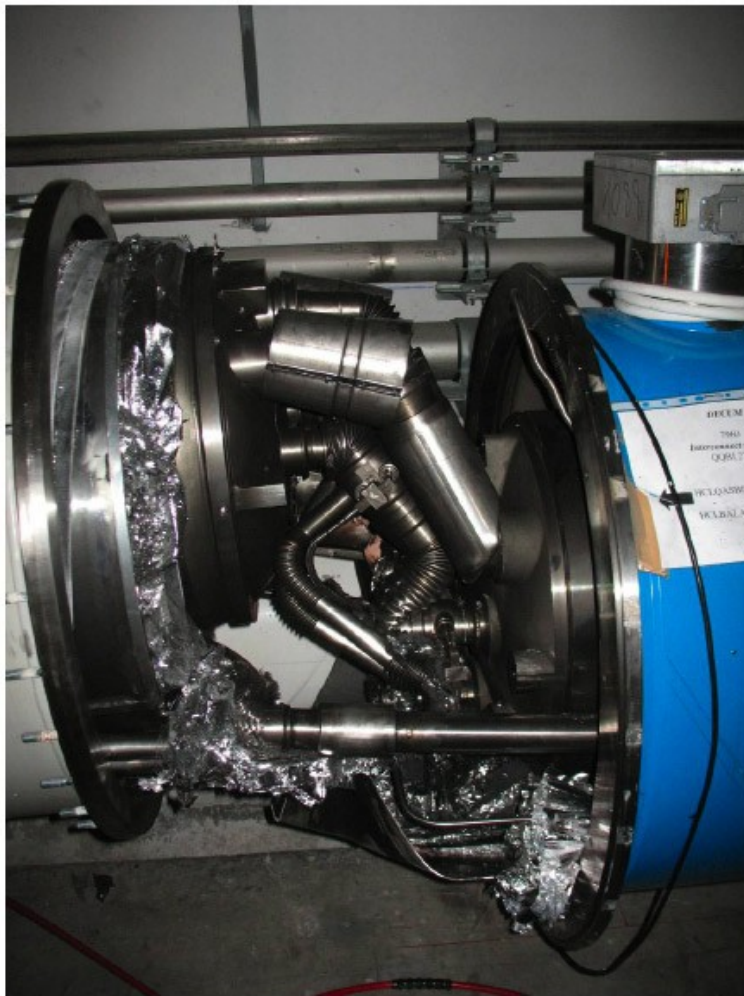
La corrente corrispondente e' $i_L = \mathcal{E}_L/R' = i(t)$ e in effetti durante il processo l'unica forza elettromotrice agente e' $\mathcal{E}_L$. Questa corrente, diversa da zero per un tempo molto breve, si chiama **extracorrente di apertura**.

La f.e.m. si manifesta, quando si apre il circuito, come una d.d.p. tra i contatti dell'interruttore e da' origine ad una scintilla se il dielettrico e' l'aria.

Extracorrenti di apertura



Effetti della extracorrente di apertura



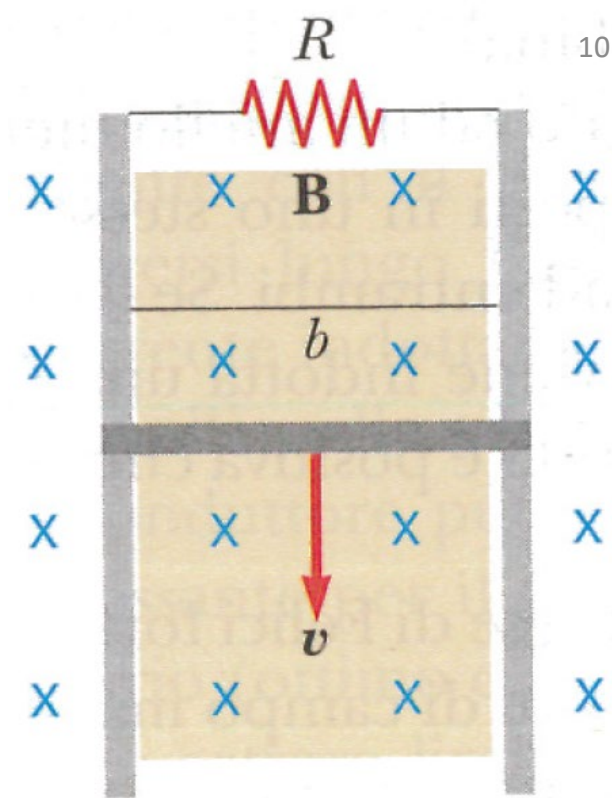
Effetti della extracorrente di apertura



Effetti della extracorrente di apertura

8.5 Due guide conduttrici verticali parallele, distanti $b = 20$ cm, sono chiuse ad un estremo da un resistore $R = 4 \Omega$. Lungo le guide può scivolare senza attrito, sotto l'azione della forza peso, una sbarretta di massa $m = 0.01$ kg. Il dispositivo è immerso in un campo magnetico $B = 1$ T uniforme e costante, ortogonale al piano del circuito. Calcolare: a) il valore della velocità limite v_∞ della sbarretta, b) il valore della corrente limite i_∞ e c) l'energia W_x dissipata nel circuito per ogni centimetro di percorso dalla sbarretta in queste condizioni.

$$\frac{B^2 b^2}{R} v_\infty = mg \quad i_\infty = \frac{mg}{Bb} \quad W_x = Ri_\infty^2 t = Ri_\infty^2 x / v_\infty$$



Mazzoldi 8.5. Spira in B

Primo appello Sessione Invernale AA 2015/2016 -Complementi di Fisica per IAS/IM - A

Cognome _____ Nome _____ Mat. _____ Svolge I/II/III/T

Problema 1 (ElettroMagnetismo)

La stazione spaziale ISS ruota attorno alla terra sopra l'equatore alla velocità $v=7.66$ Km/s su un'orbita ad un'altezza $h=415$ Km ($r_T=6371$ km). All'ISS sono assicurati due elementi indipendenti che interagiscono con il campo magnetico terrestre (a quella quota, $B = 4.1 \cdot 10^{-5}$ T): un'asta conduttrice di lunghezza $L=500$ m che punta verso il centro della terra; una spira quadrata di lato $l=25$ m che ruota con periodo $T=10$ sec attorno ad un asse parallelo all'asta passante per centro della spira. La resistenza della spira vale $R_s=0.025 \Omega$. Si calcoli:

- 1.1) la differenza di potenziale V_A che si genera ai capi dell'asta;
- 1.2) l'ampiezza $\mathcal{E}_0$ della f.e.m. indotta nella spira (si trascuri l'autoinduzione);
- 1.3) il massimo valore del momento meccanico $\tau_{\max}$ che agisce sulla spira;
- 1.4) Il valore B_E del campo magnetico all'equatore in corrispondenza della superficie terrestre (si assimili il campo elettromagnetico terrestre a quello di un dipolo orientato secondo la direzione Nord-Sud).

Ex da compito IM/IAS. Gen 2016

Nel caso ci siano due circuiti vicini percorsi da correnti, lo stesso ragionamento con cui abbiamo definito l'autoflusso $\Phi(\vec{B}) = Li$ permette di definire il flusso del campo magnetico prodotto da un circuito (1) attraverso un secondo circuito (2):

$$\Phi_{1,2} = \int_{\Sigma_2} \vec{B}_1 \cdot d\vec{\Sigma}_2$$

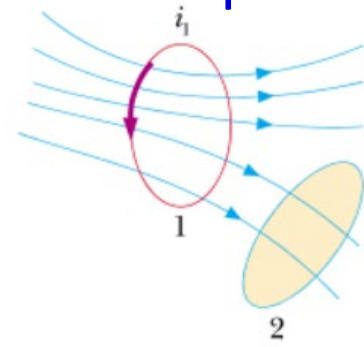
Dal momento che B_1 e' proporzionale a i_1 possiamo scrivere:

$$\Phi_{1,2} = M_{1,2} i_1$$

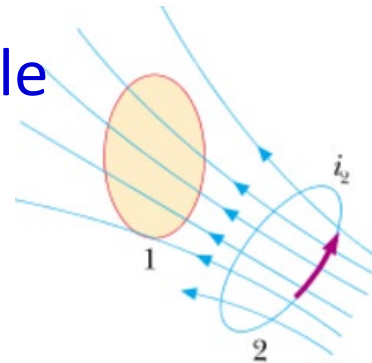
conglobando in $M_{1,2}$ tutti i fattori geometrici e l'eventuale dipendenza dalle proprieta' magnetiche del mezzo in cui sono immersi i circuiti.

Analogamente:

$$\Phi_{2,1} = M_{2,1} i_2$$



$$\Phi_{1,2} = M i_1$$



$$\Phi_{2,1} = M i_2$$

Mutua induzione

Dimostreremo che vale sempre $M_{1,2} = M_{2,1} = M$ che definisce il **coefficiente di mutua induzione** M tra due circuiti. Le relazioni $\Phi_{1,2} = Mi_1$, $\Phi_{2,1} = Mi_2$ forniscono l'espressione del flusso concatenato con un circuito dovuto al campo magnetico di un altro circuito.

Due circuiti per i quali sia $M \neq 0$ si dicono accoppiati.

Essi sono caratterizzati completamente dalla loro resistenza, dalla loro induttanza e dal coefficiente di induzione mutua. Quest'ultima dipende dalla forma dei circuiti e dalla loro posizione relativa, oltre che dalla permeabilità dei mezzi circostanti.

In base alla legge di Faraday si ha una forza elettromotrice indotta in un circuito dalla variazione di corrente nell'altro:

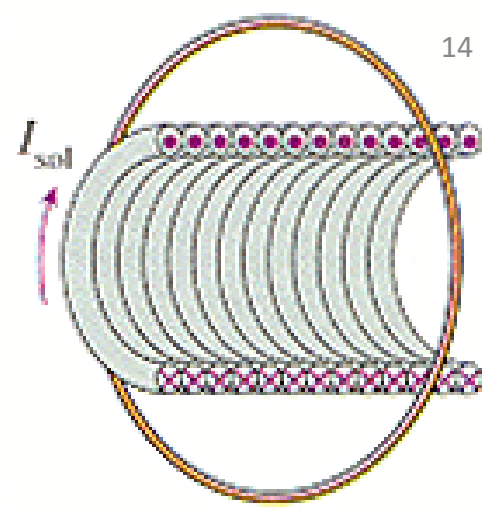
$$\mathcal{E}'_1 = -\frac{d\Phi_{2,1}}{dt} = -M \frac{di_2}{dt} \quad , \quad \mathcal{E}'_2 = -\frac{d\Phi_{1,2}}{dt} = -M \frac{di_1}{dt}$$

Questa reciproca influenza tra i due circuiti ha un'importante conseguenza energetica

Mutua induzione

In corrispondenza alla parte centrale di un solenoide indefinito, avente n_1 spire per unita' di lunghezza di area Σ_1 , e' posta una bobina di N_2 spire di area $\Sigma_2 > \Sigma_1$. Calcolare il coefficiente di mutua induzione.

- Sol: $M = \Phi_{1,2}/i_1 = \mu_0 n_1 N_2 \Sigma_1$

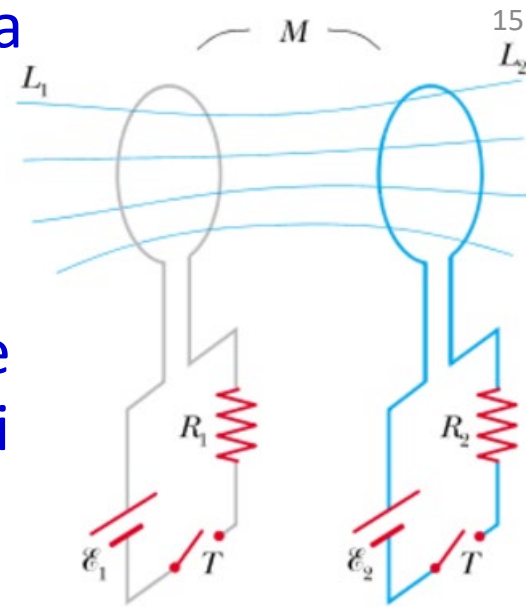


Mutua induzione. Ex

Anche per un sistema di due circuiti accoppiati si definisce un'energia magnetica in modo analogo a quanto visto per un circuito percorso da corrente.

Supponiamo che inizialmente le correnti nei circuiti siano nulle e portiamo la corrente i_1 al valore di regime mantenendo $i_2=0$; per fare cio' il generatore 1 spende il lavoro $U_1 = L_1 i_1^2 / 2$. Successivamente si porta la corrente i_2 al valore di regime mentre i_1 resta invariata: il generatore 2 spende $U_2 = L_2 i_2^2 / 2$ e il generatore 1, dovendo lavorare contro la forza elettromotrice di induzione mutua causata dalla variazione di i_2 , spende

$$U_{2,1} = - \int \mathcal{E}'_1 i_1 dt = \int M_{2,1} \frac{di_2}{dt} i_1 dt = M_{2,1} i_1 \int \frac{di_2}{dt} dt = M_{2,1} i_1 i_2$$



Energia magnetica di circuiti accoppiati

In totale il lavoro speso dai generatori che si e' trasformato in energia legata alla presenza del campo magnetico e'

$$\frac{1}{2}L_1i_1^2 + \frac{1}{2}L_2i_2^2 + M_{2,1}i_1i_2$$

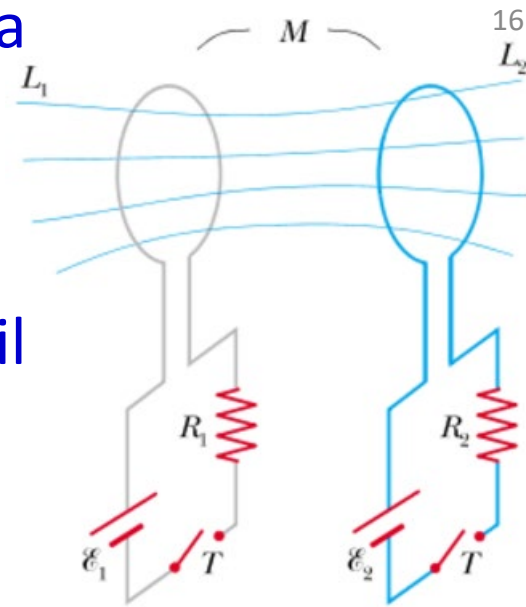
Portando prima i_2 a regime con $i_1=0$ e poi i_1 a regime con i_2 costante il lavoro speso e'

$$\frac{1}{2}L_1i_1^2 + \frac{1}{2}L_2i_2^2 + M_{1,2}i_1i_2$$

Si conclude che $M_{1,2} = M_{2,1} = M$.

L'espressione dell'energia magnetica del sistema di due circuiti accoppiati e'

$$U_m = \frac{1}{2}L_1i_1^2 + \frac{1}{2}L_2i_2^2 + Mi_1i_2$$



Energia magnetica di circuiti accoppiati

Siano dati due circuiti con coefficienti di autoinduzione L_1 e L_2 e coefficiente di mutua induzione M . Abbiamo visto che l'energia magnetica immagazzinata nel sistema quando nei circuiti scorrono le correnti i_1 e i_2 e' pari a:

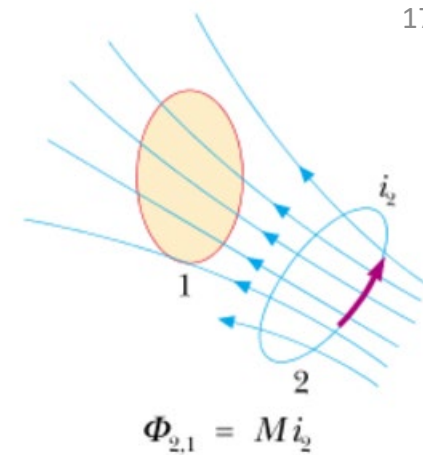
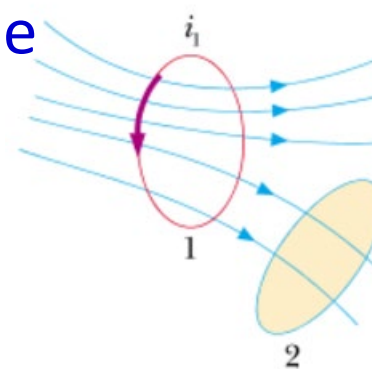
$$U = \frac{1}{2}L_1i_1^2 + \frac{1}{2}L_2i_2^2 + Mi_1i_2 \quad \Phi_{1,2} = Mi_1$$

L'energia e' positiva e quindi deve essere ≥ 0 per ogni i_1 e i_2 , quindi

$$\frac{U}{i_2^2} = \frac{1}{2}L_1x^2 + \frac{1}{2}L_2 + Mx \geq 0 \quad \left(x = \frac{i_1}{i_2} \right)$$

Ma se questo e' vero $\forall x$ deve essere che

$$\Delta = M^2 - 4 \cdot \frac{1}{2}L_1 \cdot \frac{1}{2}L_2 = M^2 - L_1L_2 \leq 0 \quad \Rightarrow M^2 \leq L_1L_2$$



Coefficiente di accoppiamento di circuiti

$$M^2 \leq L_1 L_2$$

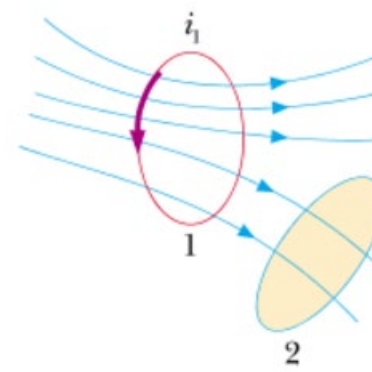
Definiamo:

$$r = \frac{M^2}{L_1 L_2}$$

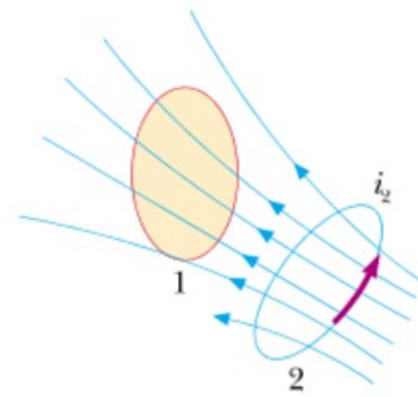
Coefficiente di accoppiamento dei due circuiti. Nel caso in cui $r=0$ i circuiti sono disaccoppiati, nel caso in cui $r=1$ i due circuiti sono **completamente accoppiati**. Nel caso $r=1$ quindi:

$$M = \pm \sqrt{L_1 L_2}$$

questo significa che tutto il flusso magnetico generato da uno dei due circuiti attraversa l'altro circuito e viceversa.



$$\Phi_{1,2} = M i_1$$



$$\Phi_{2,1} = M i_2$$

Coefficiente di accoppiamento di circuiti

Vediamo quale e' il coefficiente di mutua induzione per una bobina di N_2 spire di lunghezza l avvolta attorno ad un solenoide di lunghezza l , sezione A e formato da N_1 spire. Bobina e solenoide hanno la stessa sezione. Calcoliamo prima L_S e L_B .

$$\Phi_S = N_1 A B_S = N_1 A \frac{\mu_0 N_1 i_S}{l} \Rightarrow L_S = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{l}$$

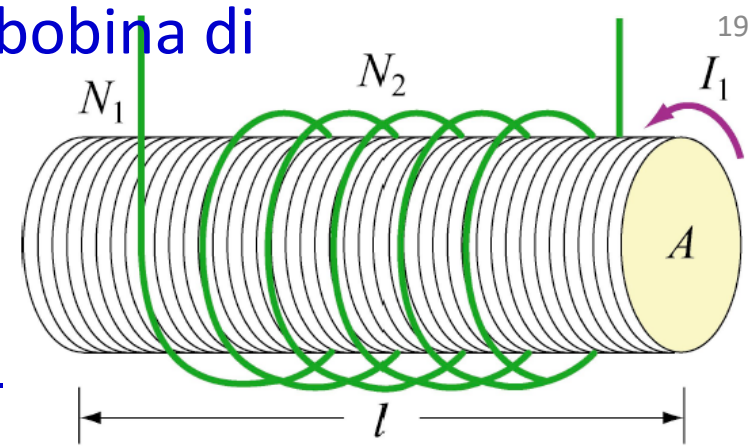
Analogamente

$$\Phi_B = N_2 A B_B = N_2 A \frac{\mu_0 N_2 i_B}{l} \Rightarrow L_B = \frac{\mu_0 N_2^2 A}{l}$$

Il flusso generato dal solenoide concatenato con la bobina e':

$$\Phi_M = N_2 A B_S = N_2 A \frac{\mu_0 N_1 i_S}{l} \Rightarrow M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l} = \sqrt{L_S L_B}$$

Questi due circuiti sono infatti completamente accoppiati.

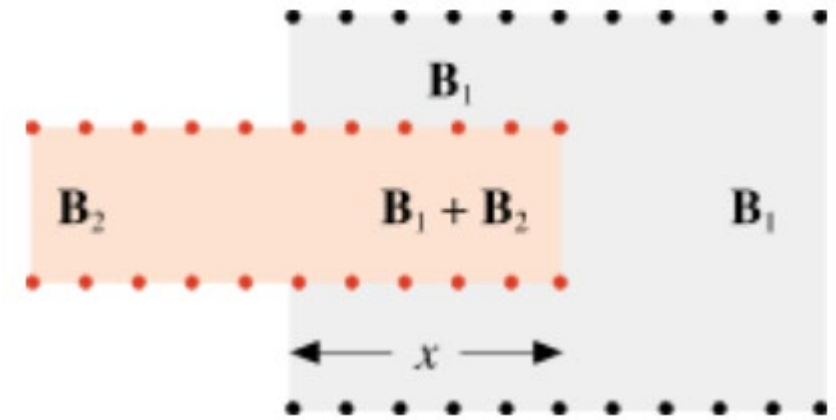


Coefficiente di accoppiamento di circuiti

Esempio 10.10

20

Un solenoide di lunghezza d_1 molto grande è costituito da N_1 spire di area Σ_1 ed è percorso dalla corrente i_1 . Un secondo solenoide di lunghezza d_2 , costituito da N_2 spire di area $\Sigma_2 < \Sigma_1$ percorso dalla corrente i_2 , si trova dentro il primo solenoide per un tratto x . Calcolare l'energia magnetica del sistema in funzione di x e la forza F di interazione tra i due solenoidi.



Forza tra solenoidi

Elettromagnetismo Una piccola bobina, che consiste di $N=25$ spire, ciascuna di sezione $S=12 \text{ cm}^2$ e' percorsa da una corrente costante $i_B = 50 \text{ mA}$. La bobina e' inserita nel centro di un solenoide molto grande che ha $n_S = 1000$ spire per metro. Gli assi dei due sistemi sono allineati. La corrente nel solenoide, $i_S = 2 \text{ A}$ fluisce nel verso opposto a quello di i_B . Calcolare

- 1) Il lavoro W_1 necessario a spostare la bobina di un tratto $d=3 \text{ cm}$ lungo l'asse comune
- 2) Il lavoro W_2 necessario a ruotare l'asse della bobina di $\theta = 60^\circ$ rispetto all'asse del solenoide

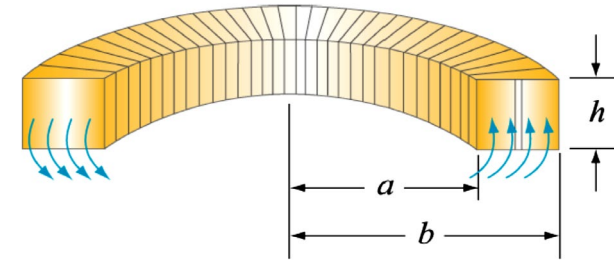
Al tempo $t=0$ si spegne la corrente nella bobina e quest'ultima viene connessa ad un motore che la fa ruotare con pulsazione costante $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$, mantenendo costante la corrente nel solenoide. Calcolare:

- 3) Il valore massimo della corrente indotta $i_{L,MAX}$ se la bobina e' un superconduttore con coefficiente di autoinduzione $L=50 \text{ }\mu\text{H}$
- 4) Il valore massimo $i_{R,MAX}$ se viceversa la resistenza della bobina e' $R = 0.1 \Omega$
- 5) La carica Q che circola nella bobina in queste ultime condizioni tra l'istante $t_1 = 0.05 \text{ s}$ e $t_2 = 0.09 \text{ s}$

Calcoliamo L per un solenoide toroidale con densita' di spire $n=N/2\pi a$ e di sezione rettangolare Σ (dimensioni a, b, h in figura).

- Il coefficiente L nel caso di toroide in aria e':

$$L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$



- Nel caso in cui $a \gg b - a$ (raggio $\gg$ dello spessore) $\ln \frac{b}{a} = \ln \left(1 + \frac{b-a}{a} \right) \cong \frac{b-a}{a} \Rightarrow$

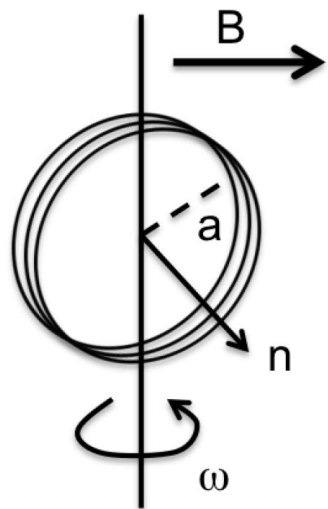
$$L \cong \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \frac{b-a}{a} = \frac{\mu_0 N^2 \Sigma}{2\pi a} = \frac{\mu_0 N i}{2\pi a} \frac{1}{i} N \Sigma = \mu_0 n i \frac{1}{i} N \Sigma \cong \frac{B_{medio} N \Sigma}{i}$$

- Nel caso di toroide con materiale con permeabilita' relativa κ_m vale semplicemente

$$L = \frac{\mu_0 \kappa_m N^2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a} \quad o \quad L \cong \frac{\mu_0 \kappa_m N^2 \Sigma}{2\pi a} = \mu_0 \kappa_m n N \Sigma \quad (se \ a \gg b - a)$$

L di toroide con materiale ferromagnetico

Problema C



Si consideri il circuito chiuso costituito da una bobina di $N = 150$ spire di raggio $a = 8\text{ cm}$, resistenza $R = 75\,\Omega$ e auto-induttanza $L = 10\text{ mH}$. Come nella figura centrale, la bobina può ruotare attorno ad un suo diametro posto lungo l'asse z e perpendicolare ad un campo magnetico uniforme e costante $\vec{B} = B \vec{u}_x$, con $B = 0.8\text{ T}$. Si assuma che la bobina sia mantenuta in moto rotatorio uniforme con legge oraria $\theta(t) = \omega t - \pi/2$, dove $\omega = 25\text{ (rad) s}^{-1}$ e θ è l'angolo orientato che il versore $\vec{n}$ normale al piano della bobina forma con il campo magnetico $\vec{B}$.

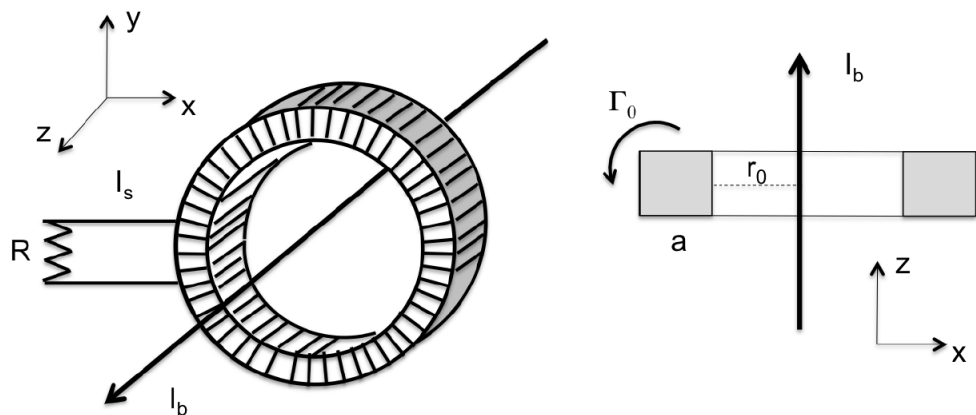
(a) Indicata con $I(t)$ la corrente che circola nella bobina nel verso convenzionalmente associato a $\vec{n}$, se ne determinino i seguenti valori: il valor medio $\langle I(t) \rangle$ su un periodo o su un tempo molto lungo rispetto a questo, il valore massimo I_{max} , il valore I_1 assunto all'istante $t_1 = 6\pi/\omega$.

(b) Per mantenere la bobina in rotazione uniforme, su di essa agisce una coppia di forze di momento M_z rispetto all'asse di rotazione: si calcoli M_z all'istante $t_2 = \pi/\omega$.

Nel rispondere ad entrambe le domande, si assumano svaniti tutti gli effetti transitori.

Spira rotante

Problema A



Un filo rettilineo di lunghezza indefinita, idealizzazione di un circuito circolare di raggio molto grande, è percorso da una corrente di intensità $I_b(t)$. Per misurare la corrente nel filo si usa un anello di materiale ferromagnetico con suscettività $\chi_m = 10^5$, attraversato dal filo lungo il suo asse. Le sezioni dell'anello sui piani ortogonali al filo sono corone circolari di raggio interno $r_0 = 7.5$ cm. Quelle sui piani contenenti il filo sono quadrate, di lato $a = 2.5$ mm.

(a) Si calcoli il coefficiente di mutua induzione M_0 tra il filo rettilineo ed il circuito orientato Γ_0 in figura, formato dal perimetro di una sezione quadrata dell'anello di materiale ferromagnetico.

Attorno a tutto l'anello c'è un avvolgimento solenoidale di $N = 100$ spire, con la stessa sezione quadrata dell'anello e chiuso su una resistenza $R = 8.2$ k Ω .

(b) Si calcoli l'induttanza L dell'avvolgimento, sia esattamente che nell'approssimazione $a \ll r_0$.

(c) Si calcoli il coefficiente di mutua induzione M tra il filo rettilineo e l'avvolgimento e si determini il rapporto M/L .

Se la corrente nel filo è $I_b(t) = I_{b0} (1 - \cos \omega t)$, con I_{b0} e ω reali e positivi, nel circuito costituito dall'avvolgimento e dalla resistenza R viene indotta una corrente $I_s(t) = \text{Re} [I_{s0} e^{i(\omega t + \varphi)}]$, con I_{s0} reale e positivo.

(d) Si determini la relazione tra $I_s(t)$ e $I_b(t)$, mettendo in evidenza la dipendenza analitica di I_{s0} e $\tan \varphi$ da (ω, L, R) . Come si semplificano (all'ordine zero) le espressioni di I_{s0} e φ nel limite $R/L \ll \omega$?

Il filo fin qui considerato si può pensare come una rozza modellizzazione di un fascio di particelle circolante a LHC, in cui dei pacchetti contenenti ciascuno $n_p = 1.15 \times 10^{11}$ protoni di carica $q_p = 1.6 \times 10^{-19}$ C viaggiano equispaziati in orbite circolari, e l'intervallo temporale tra il passaggio di due pacchetti consecutivi è $\Delta t = 25$ ns.

(e) Si calcolino I_{b0} e ω , li si valuti numericamente e sulla base dei risultati ottenuti si valutino numericamente anche I_{s0} e $\tan \varphi$.

Pinza amperometrica Fluke A3000 FC, Ica di 4000 A ca



Codice RS: 811-1325 | Codice costruttore: FLK-A3000 FC | Costruttore: [Fluke](#)



✓ 9 Disponibile per la consegna entro 1 giorni lavorativi, per ordini effettuati entro le 19:00 (magazzini in Europa)

Prezzo per: Unità

€ 183,00
(IVA esclusa)

€ 223,26
(IVA inclusa)

Unità	Per unità
1 +	€ 183,00

1

Unità

Clicca qui per verificare la disponibilità

Aggiungi

Aggiungi alla tua lista

Cognome e Nome : _____ Matr.: _____

Svolge: ☐ Campi ☐ Onde ☐ Relatività ☐ Teoria

Elettromagnetismo (8pt)

Una piccola bobina, che consiste di $N=25$ spire, ciascuna di sezione $S=12 \text{ cm}^2$ e' percorsa da una corrente costante $i_B = 50 \text{ mA}$. La bobina e' inserita nel centro di un solenoide molto grande che ha $n_S = 1000$ spire per metro. Gli assi dei due sistemi sono allineati. La corrente nel solenoide, $i_S = 2 \text{ A}$ fluisce nel verso opposto a quello di i_B . Calcolare

- 1) Il lavoro W_1 necessario a ruotare l'asse della bobina di $\theta = 300^\circ$ rispetto all'asse del solenoide
- 2) Il lavoro W_2 necessario spostare di un tratto $d=8\text{cm}$ la bobina mantenendo i due assi paralleli

Al tempo $t=0$ si spegne la corrente nella bobina e quest'ultima viene connessa ad un motore che la fa ruotare con pulsazione costante $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$, mantenendo costante la corrente nel solenoide. Calcolare:

- 3) Il valore massimo della corrente indotta, $i_{R,MAX}$, se la resistenza della bobina e' $R = 0.1\Omega$
- 4) In quale istante τ (tra quelli suggeriti in tabella) la corrente indotta e' massima
- 5) Il valore massimo della corrente indotta $i_{L,MAX}$ se viceversa la bobina e' un superconduttore con coefficiente di autoinduzione $L=50 \mu\text{H}$.

Compito IM/IAS. Settembre 2017

Cognome e Nome: _____ Matr.: _____

Campi (9pt). Un possibile sistema di ricarica wireless di un dispositivo e' costituito da una base dove e' presente una bobina con N_1 spire identiche disposte sul piano orizzontale e coefficiente di autoinduzione $L_1=10\ \mu\text{H}$, e una bobina delle stesse dimensioni, ma con N_2 spire (identiche a quelle della base), posta nel dispositivo da ricaricare. Per ricaricare il dispositivo lo si pone sopra alla base in modo che le spire delle due bobine si possano considerare completamente sovrapposte (si assuma che la distanza tra le bobine in questa configurazione sia trascurabile). In queste condizioni il coefficiente di mutua induzione tra i due circuiti e' $M=50\ \mu\text{H}$.

Calcolare:

- 1) Il rapporto tra il numero di spire N_2/N_1 . (2pt)
- 2) La massima forza elettromotrice indotta nella seconda bobina (considerato come circuito aperto) quando la prima bobina è alimentata con una corrente $i_1(t)=i_0 \sin(\omega t)$, con $i_0=10\ \text{A}$ e $\omega=10^4\ \text{s}^{-1}$. (2pt)

Si consideri ora la bobina della base alimentata con corrente costante. Si pone un piccolo ago magnetico a distanza $d_1=0.5\text{m}$ molto maggiore della dimensione delle bobine dove il campo magnetico e' approssimabile a quello di dipolo. L'ago sul piano della spira ed e' mantenuto in posizione fissa in modo che l'angolo tra la direzione dell'ago e quella del campo magnetico sia pari a $\theta=30^\circ$. In questa configurazione l'ago subisce un momento torcente $\tau_1=2\cdot 10^{-3}\ \text{Nm}$ dovuta al campo del dipolo. Si trasla l'ago radialmente e parallelo a se stesso (quindi mantenendo θ costante) ad una distanza $d_2=2\cdot d_1$. Calcolare:

- 3) Il momento torcente sull'ago a distanza d_2 . (1pt)
- 4) La componente radiale della forza che agisce sull'ago a distanza d_1 . (2pt)

La bobina della base viene ora scollegata dall'alimentazione. Assumendo che questo processo si possa pensare come la sostituzione del generatore con una resistenza $R=5\Omega$, calcolare:

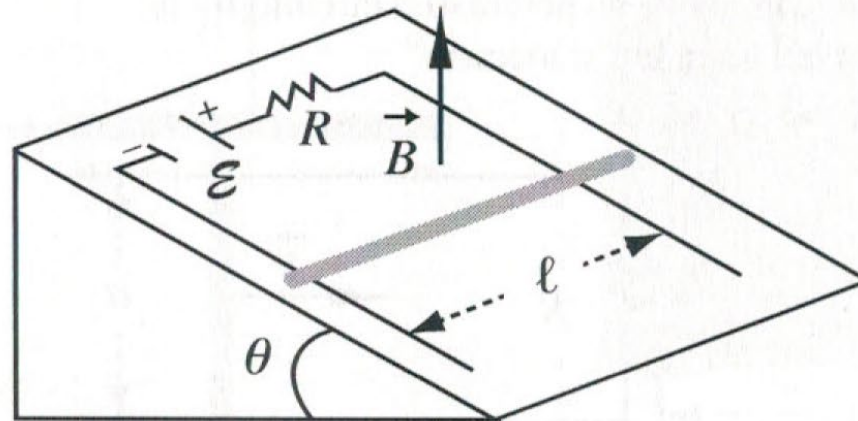
- 5) Il tempo necessario perche' sul circuito cosi' ottenuto scorra una corrente pari a 1/10 della corrente iniziale. (1pt)

Compito IM/IAS. Novembre 2017

Problema 8.9

Su un piano inclinato di $\theta = 30^\circ$ è fissato un circuito composto da un generatore di forza elettromotrice $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ e una resistenza $R = 20 \ \Omega$. Il resto del circuito è formato da due binari paralleli distanti $\ell = 50 \text{ cm}$ e una sbarretta conduttrice che scorre lungo i binari mantenendosi sempre normale ad essi. Il circuito è immerso in un campo magnetico costante e uniforme di intensità $B = 440 \text{ mT}$ diretto lungo la verticale. Sapendo che la sbarretta scende con velocità costante e che nel circuito circola una corrente $i = 0.62 \text{ A}$, determinare

- 1) la forza elettromotrice indotta sul circuito $\mathcal{E}_i$
- 2) la velocità con cui scende la sbarretta v
- 3) la massa della sbarretta m



Ex da Zotto-Nigro