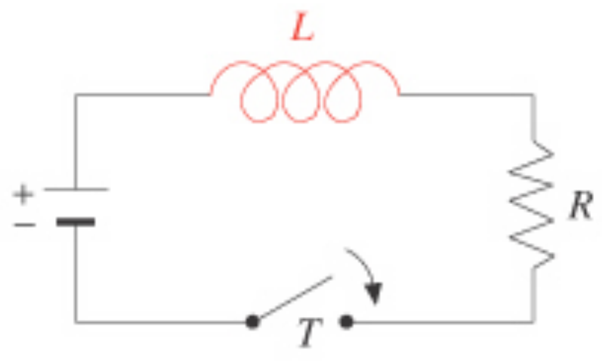
L'INDUTTANZA ED IL CIRCUITO RL

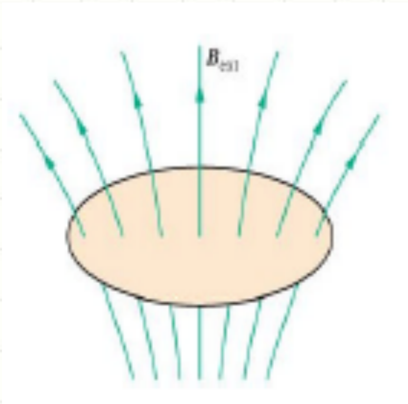
L'induttanza



Un pezzo di filo di rame, avvolto attorno ad una matita in modo da formare un bobina, messo in un circuito, si comporta allo stesso modo che se fosse dritto??

Gli **induttori (L)** hanno un ruolo essenziale nei dispositivi elettronici.

Autoinduzione



Un circuito percorso da corrente genera un **B** (legge di Ampere-Laplace):

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\oint_\gamma \frac{d\vec{s}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

Produce un flusso attraverso il circuito stesso (così come attraverso una qualunque S che abbia γ come contorno)

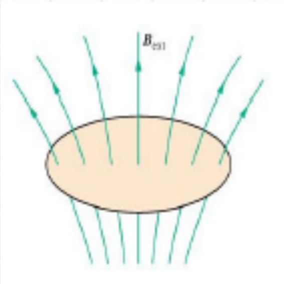
$$\boxed{\Phi = \int_S \left(\frac{\mu_0 i}{4\pi}\oint_\gamma \frac{d\vec{s}\times\vec{u}_r}{r^2}\right)\bullet d\vec{S} = iL}$$

L: coefficiente di autoinduzione o **induttanza**

Dipende dalla forma del circuito ed è costante se esso è indeformabile.

[L] = Φ/i = weber/Ampere = Ωs = Henry [H]

f.e.m. di autoinduzione



Se la i non è costante o cambia la forma del circuito

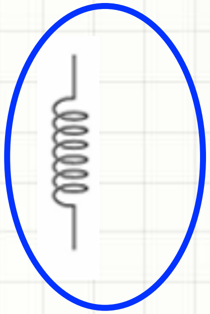
- il flusso concatenato cambia
- nel circuito compare una f.e.m indotta di autoinduzione

$$\boxed{\Phi = iL}$$

$$\boxed{\begin{aligned} \varepsilon_L &= -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(Li) = \\ &= -L\frac{di}{dt} \quad \text{(se L è cost.)} \end{aligned}}$$

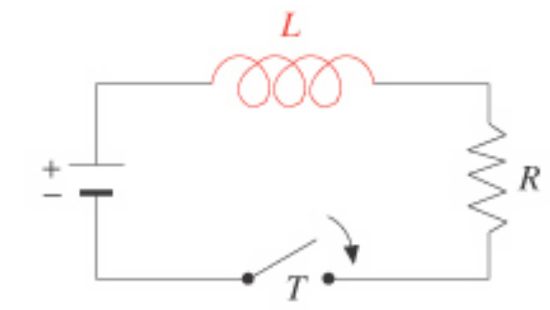
La ε_L è tale da opporsi alla variazione della corrente stessa

Un circuito con induttanza non nulla si dice induttivo e lo si indica



Circuito RL serie: chiusura

Quando l’interruttore S chiude o (apre) il circuito: l’L impedisce alla corrente di aumentare (o diminuire) **istantaneamente**, perché la variazione di i genera una f.e.m. indotta che si oppone alla variazione della corrente stessa.



1) Consideriamo il caso in cui il circuito venga **chiuso**

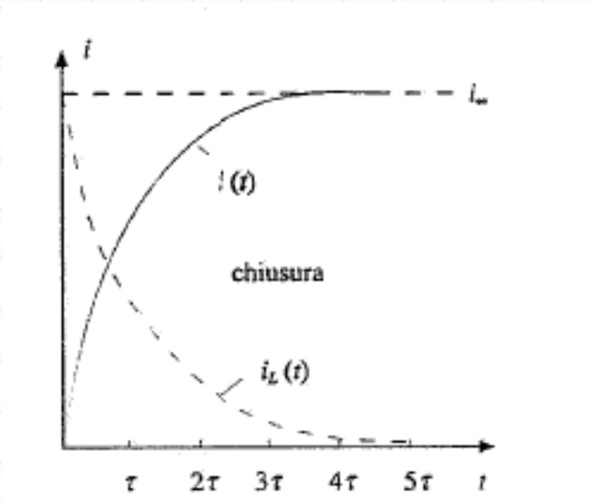
Ossia: t= 0 i = 0

$$\varepsilon + \varepsilon_L = Ri \iff \varepsilon = L\frac{di}{dt} + Ri \Rightarrow \frac{di}{\varepsilon - Ri} = \frac{dt}{L}$$

$$\int_0^i \frac{di}{\varepsilon - Ri} = \int_0^t \frac{dt}{L} \Rightarrow \ln\frac{\varepsilon - Ri}{\varepsilon} = -\frac{R}{L}t \Rightarrow \boxed{i = \frac{\varepsilon}{R}\left(1 - e^{-Rt/L}\right)}$$

Circuito RL serie: chiusura

$$i = \frac{\varepsilon}{R}\left(1 - e^{-Rt/L}\right)$$

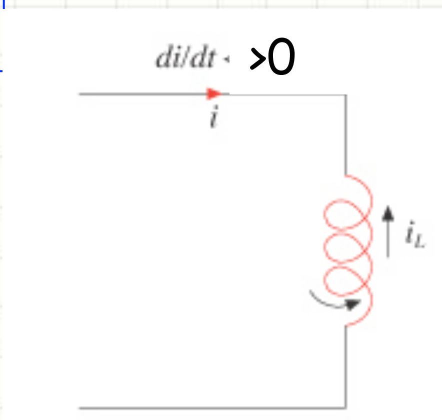


$$\tau_L = L/R$$

La **costante di tempo induttiva** H/Ω = s

La f.e.m di autoinduzione

$$\varepsilon_L = -L\frac{di}{dt} = -\varepsilon e^{-Rt/L}$$



$$i_\infty - i(t) = \varepsilon e^{-Rt/L} = -\varepsilon_L / R = i_L$$

Durante la fase transitoria si ha un altra corrente, detta extracorrente di chiusura

Energia Magnetica

$$\varepsilon = L\frac{di}{dt} + Ri \quad \Rightarrow \quad \varepsilon i = Li\frac{di}{dt} + Ri^2$$

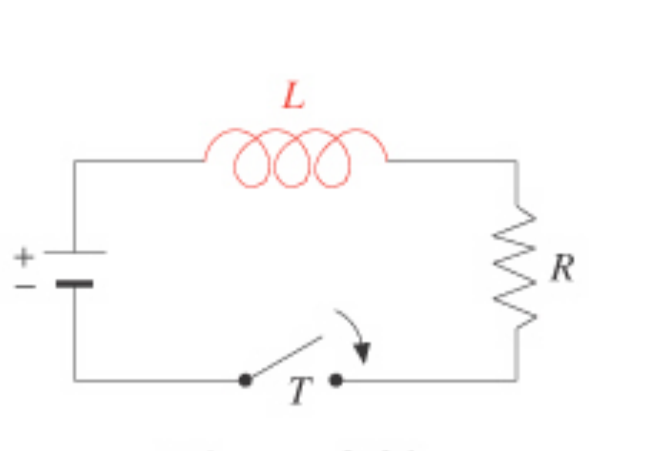
$$\Rightarrow \quad \varepsilon i dt = Li di + Ri^2 dt$$

Energia dissipata x effetto Joule da R

Energia fornita dal generatore

Lavoro speso contro la f.e.m. di autoinduzione x far aumentare la corrente da i a i+di

Energia Magnetica



Nell'intervallo di tempo in cui la corrente passa da 0 ad i, il generatore oltre a spendere energia x effetto joule, spende un lavoro:

$$\boxed{W = \int_0^i Lidi = \frac{1}{2}Li^2}$$

Non dipende dal modo in cui avviene la variazione di corrente.

Energia intrinseca della corrrente: $\boxed{U_L = \frac{1}{2}Li^2}$

La cui variazione dà il lavoro fatto dal generatore contro
la f.e.m. di autoinduzione

Energia Magnetica

$$\boxed{U_L = \frac{1}{2} L i^2}$$

Possiamo legare questa energia al campo B??

Consideriamo un tratto di solenoide: lungo d:

$$U_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} (\mu_0 n^2 S d) i^2 = \frac{B^2}{2\mu_0} S d = \frac{B^2}{2\mu_0} \tau$$

Densità di Energia

$$\boxed{u_L = \frac{B^2}{2\mu_0}}$$