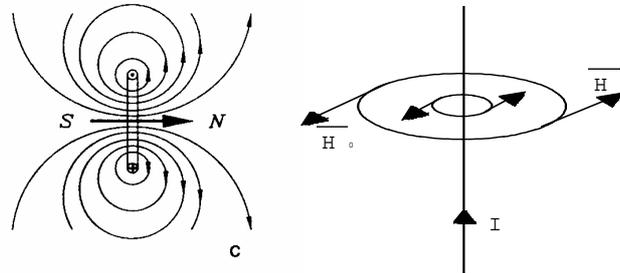


AUTOINDUZIONE - LEGGE DI OHM PER I CIRCUITI IN REGIME VARIABILE

Abbiamo visto che un circuito elettrico percorso da corrente determina un campo magnetico le cui linee di forza sono sempre **concatenate** con il circuito che le ha generate.



Pertanto, con quest'ultimo, si concatenerà sempre un flusso magnetico il quale, se la corrente varia nel tempo, risulterà pure esso variabile: di conseguenza si verrà a generare entro il conduttore una f.e.m. indotta. Questo è il fenomeno della **autoinduzione**; la f.e.m. si dirà **autoindotta**.

Se il mezzo che circonda il circuito elettrico è a permeabilità costante, il flusso concatenato con esso risulta certamente proporzionale alla corrente che vi scorre.

Infatti come più volte detto, il campo magnetico generato in ogni istante da un circuito è proporzionale all'intensità che la corrente, ivi circolante, ha in quell'istante ($H=I/2\pi d$; $H=NI/l$) cioè $\phi_c \equiv I$.

A tal punto posso scrivere $\phi_c = L i$ essendo **L** il **fattore di proporzionalità e che prende il nome di coefficiente di autoinduzione o induttanza del circuito**. Le sue dimensioni fisiche sono:

$$\frac{\text{Weber}}{\text{Ampere}} = \frac{\text{Volt} \times \text{secondo}}{\text{Ampere}} = \text{Ohm} \times \text{secondo} = \text{Henry} \quad \text{pertanto } 1 \text{ Henry (H)} = 1 \text{ Ohm} \times 1 \text{ sec.}$$

Detto questo esprimiamo la f.e.m. di autoinduzione nel circuito a causa una variazione **di** della sua corrente. A causa di una variazione **di** avvenuta nella corrente **i**, il flusso concatenato è variato di: $d\phi_c = L di$. Poichè tale variazione infinitesima di flusso è avvenuta in un intervallo di tempo **dt**, pure esso infinitesimo, la f.e.m. autoindotta **vi** sarà espressa da:

$$v_i = - \frac{d\phi_c}{dt} = - L \frac{di}{dt} \quad \text{oppure per variazioni finite : } v_i = - L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

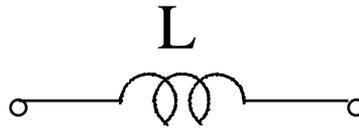
A tal punto posso scrivere la legge di Ohm per un circuito percorso da corrente variabile, sottratto però all'azione di eventuali campi magnetici esterni variabili (dovuti cioè ad altre correnti o altre cause). Tale legge deve essere scritta per i valori istantanei delle tensioni in gioco e che, per la legge di Lenz, la f.e.m. autoindotta è di natura controelettromotrice. Detta **v** la tensione istantanea agente ai capi di un circuito di resistenza **R** e di induttanza **L** e detto **i** il valore istantaneo della corrente che vi scorre, ricordando il significato della legge di Ohm, cioè che alle f.e.m. agenti in un circuito (**v**), diminuite della f.e.m. (Ldi/dt), fanno equilibrio le varie cadute di tensione nelle resistenze, posso scrivere:

$$V - L \frac{di}{dt} = Ri \quad \text{o anche} \quad V = L \frac{di}{dt} + Ri.$$

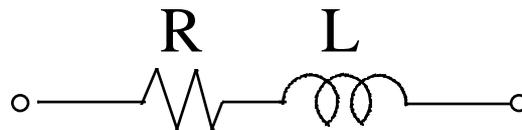
Quindi la corrente che scorre in un circuito affetto anche da induttanza (e si dice in tal caso che il circuito è ohmico-induttivo) non è più data dal rapporto V/R ; occorre infatti tener conto ora degli effetti della autoinduzione.

Guardando la $V=Ldi/dt+Ri$ posso dire che l' autoinduzione determina in sostanza una caduta di tensione $V_L = Ldi/dt$.

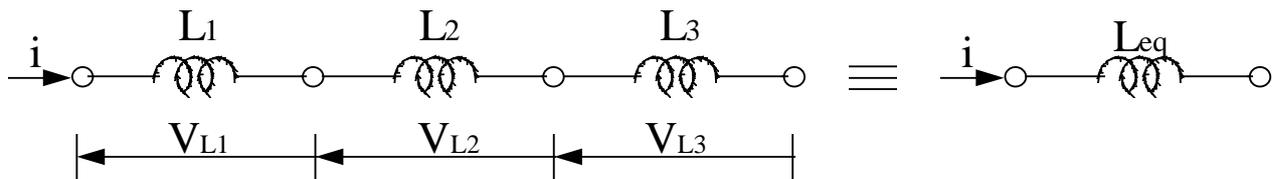
Dal punto di vista grafico la induttanza di un circuito viene indicata con:



Concludendo, osservando un circuito dotato di resistenza R e di induttanza L , esso verrà schematizzato con



Pertanto, quando tale circuito viene percorso da una corrente variabile i , ciascun elemento (R e L) determinerà una caduta di tensione, la cui somma (algebraica) necessariamente equilibrerà la tensione v applicata dall' esterno (conservazione dell' energia). Più induttanze in serie, cioè percorse dalla stessa corrente i equivalgono ad un' unica induttanza



$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$ pertanto per il circuito visto posso scrivere :

$$v = v_{L1} + v_{L2} + v_{L3} = L_1 \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} + \dots = (L_1 + L_2 + \dots) \frac{di}{dt} = L_{eq} \frac{di}{dt}$$

Esercizio:

Calcolare il coefficiente di autoinduzione L di un circuito elettrico nel quale, facendo variare la corrente da 12 A a 30 A, in un decimo di secondo, si genera una f.e.m. di autoinduzione con valore medio $E_m = 0,9$ V.

$$\Delta I = I_2 - I_1 = 30 - 12 = 18 \text{ A} \rightarrow L = E_m \frac{\Delta t}{\Delta I} = 0,9 \frac{0,1}{18} = 5 \times 10^{-3} \text{ H} = 5 \text{ mH.}$$