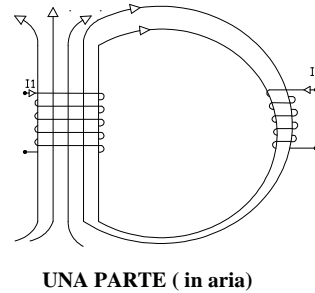
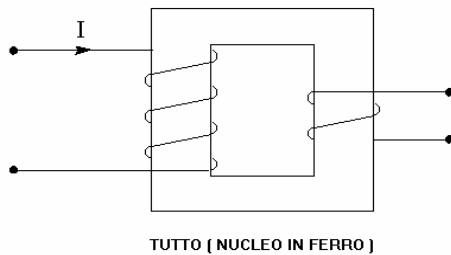
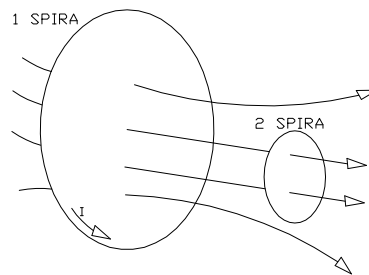


MUTUA INDUZIONE – EQUAZIONE DEL TRASFORMATORE

Delle f.e.m. si possono indurre in un circuito per azione di un altro circuito quando quest'ultimo sia percorso da corrente variabile nel tempo. Perché effettivamente ciò avvenga è necessario però che i due circuiti occupino una posizione tale per cui tutto, o una parte del flusso generato da uno si concateni con l'altro.



Consideriamo ora due circuiti mutuamente concatenati, o come si dice magneticamente accoppiati (es. due spire).



La loro posizione reciproca è tale che una parte del flusso prodotto da I_1 si concateni con la seconda spira. Di conseguenza anche una parte del flusso prodotto da una eventuale I_2 si concatenerà con la prima spira. È intuibile che se i due circuiti si trovano immersi in un mezzo avente permeabilità magnetica costante, il flusso magnetico dovuto al primo circuito (ϕ_{c2}) e concatenato con il secondo dovrà essere proporzionale alla I_1 e il flusso magnetico dovuto al secondo circuito (ϕ_{c1}), se percorso da corrente, e concatenato con il primo circuito dovrà essere proporzionale alla corrente I_2 . Pertanto indicando con M il fattore di proporzionalità posso scrivere:

$$\phi_{c2} = M i_1 ; \phi_{c1} = M i_2$$

Nel caso che I_1 e I_2 dovessero variare di una quantità infinitesima di_1 e di_2 il flusso concatenato subirà la seguente variazione:

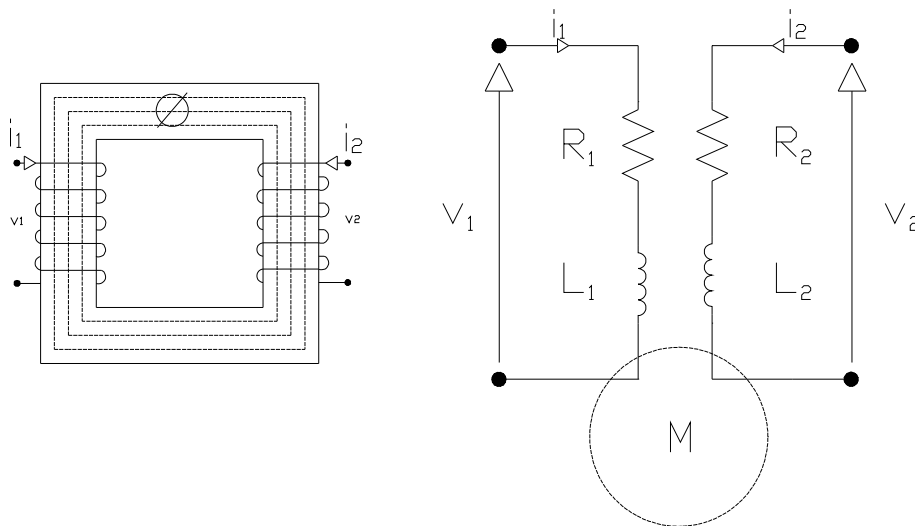
$$d\phi_{c2} = M di_1 ; d\phi_{c1} = M di_2$$

Poiché tale variazione avverrà nel tempo infinitesimo dt , in ciascun circuito si indurrà una forza elettromotrice detta di ‘mutua induzione’ che vale (ricordando che $v = - d\phi / dt$)

$$v_{i_2} = - \frac{M di_1}{dt}, \quad v_{i_1} = - \frac{M di_2}{dt}$$

M prende il nome di **mutua induttanza** o **coefficiente di mutua induzione**. A tal punto possiamo scrivere la legge di Ohm per i circuiti mutuamente accoppiati.

Si consideri un circuito percorso da I_1 variabile perché assoggettata a una tensione v_1 e che sia magneticamente accoppiata ad un altro circuito in cui circoli i_2 variabile nel tempo.



La corrente I_1 fluendo nel primo avvolgimento, determina una caduta ohmica che vale $R_1 i_1$ e una caduta induttiva che vale $L_1 di_1 / dt$. D'altronde il mutuo accoppiamento con il secondo circuito vi causerà anche una tensione indotta che vale $- M di_2 / dt$ (flussi concordi M positivo-flussi discordi M negativo), la quale vuol essere considerata forza contro-elettromotrice. Pertanto per il primo circuito posso scrivere

$$v_1 - \frac{M di_2}{dt} = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}$$

per il secondo circuito:

$$v_2 - \frac{M di_1}{dt} = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt}$$

Queste costituiscono le cosiddette equazioni del trasformatore.

Esercizio :

Si abbiano due bobine mutuamente accoppiate e sia $M = 0,15 \text{ H}$ il valore della loro mutua induzione. Alla prima bobina, di resistenza 10Ω , è applicata la tensione di 20 V .

Determinare il valore del flusso concatenato e la f.e.m. indotta nella seconda bobina di 40 spire, se nel tempo di un decimo di secondo si interrompe la corrente.

$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A.}$$

$$\Phi_{12} = M I_1 = 0,15 \times 2 = 0,3 \text{ Wb}$$

$$E_m = - N_2 M \frac{I_2 - I_1}{t} = 40 \times 0,15 \times \frac{2}{\frac{1}{10}} = 120 \text{ V.}$$
