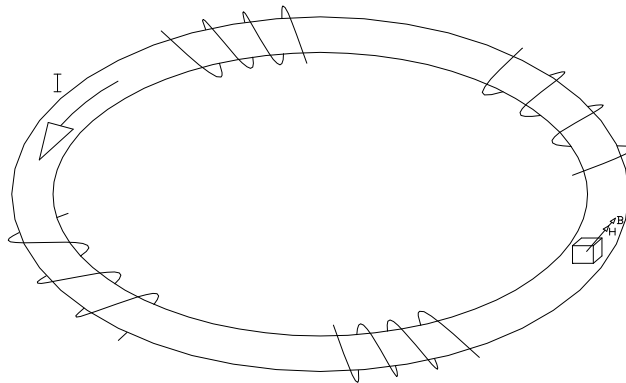
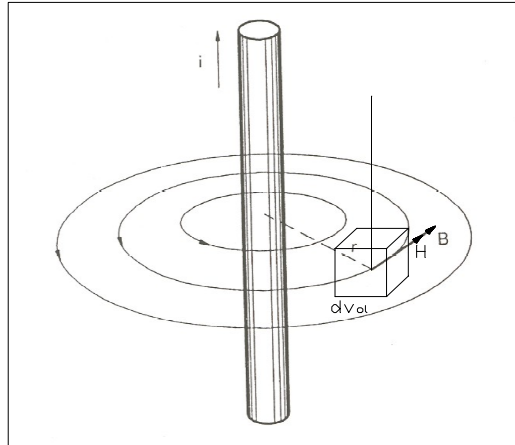


# ENERGIA DI MAGNETIZZAZIONE

Anche in elettromagnetismo la generazione di un campo magnetico esige dal circuito elettrico che lo ha creato una certa quantità di energia, energia che al circuito sarà fornita a sua volta dal generatore elettrico collegato al circuito.

***Più generalmente posso affermare che ad un campo magnetico è sempre intimamente connessa dell'energia ( magnetica ),ossia che là dove esiste campo magnetico vi è energia.***

Si dimostra che preso in una certa regione di spazio ( vuoto o materia ) un volume infinitesimo  $d v_{ol}$  ed un suo punto interno dove il campo presenta



il valore H ( e corrispondentemente l' induzione vale B ), in quel volumetto è racchiusa un'energia  $dW$  che vale :

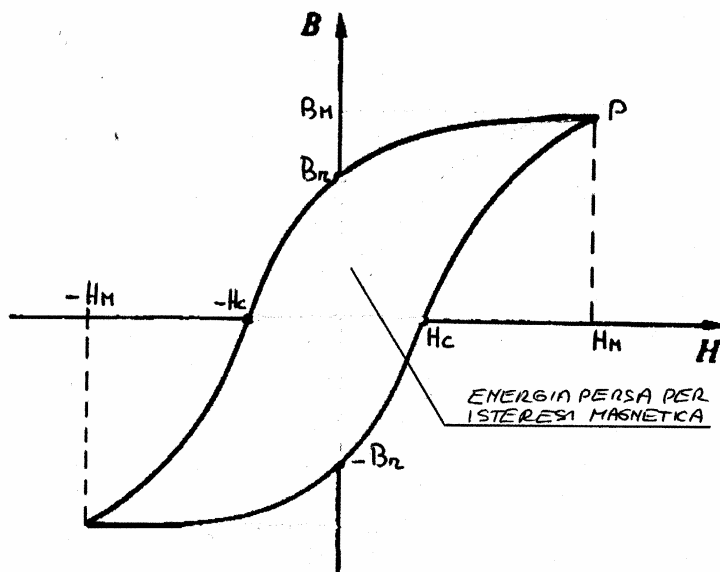
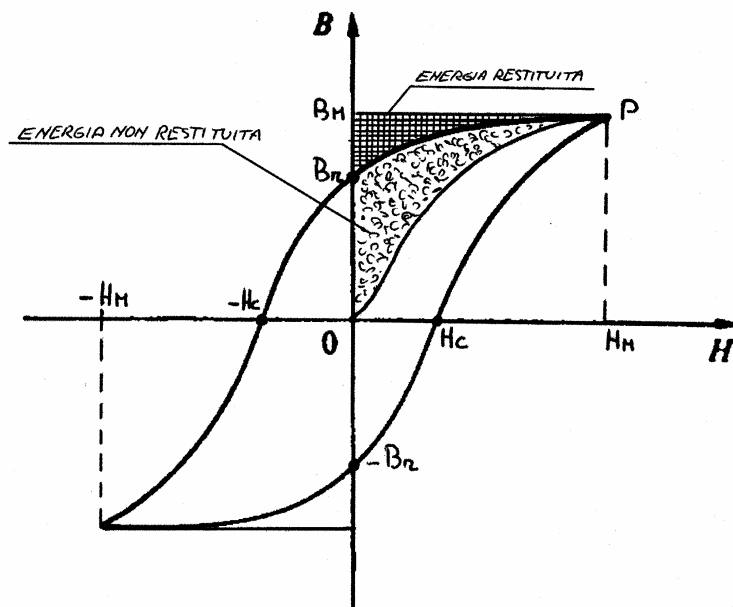
$$dW = \frac{1}{2} H B d v_{ol} = \frac{1}{2} \mu H^2 d v_{ol} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} d v_{ol} \quad \text{(Ciò vale anche quando il campo magnetico è dovuto ad un magnete)}$$

Per avere tutta l'energia distribuita nel mezzo circostante il circuito elettrico, occorre sommare ( integrale ) tutti i valori di energia dei singoli volumetti in cui si è considerato suddiviso l'intero spazio circostante.

L'energia accumulata per unità di volume vale:

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{B^2}{\mu}$
$w = \frac{1}{2} H B = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu} \quad \text{( Joule/m}^3 \text{ )}$			
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{B^2}{\mu}$

E' ovvio che tale energia, dislocata sotto forma di energia magnetica attorno al circuito, una volta che questo non è percorso da corrente ,verrà restituita integralmente al circuito. Ciò è vero se il mezzo è dia o paramagnetico,cioè a permeabilità costante; viceversa, quando il campo magnetico generato da un circuito elettrico viene ad interessare un mezzo costituito da un materiale ferromagnetico ( mezzo con isteresi),la restituzione dell' energia, se si annulla l'intensità del campo, non avviene più integralmente.



Ciò perché esso non ritorna allo stato iniziale (punto  $O$ ) ma rimane parzialmente magnetizzato ( punto  $B_r$  ). In altre parole : nel volumetto considerato si sarà immagazzinata una certa energia magnetica proporzionale all'area delimitata dalla curva di magnetizzazione e dall'asse verticale ( area  $O - P - B_M - O$  ). Annullando la corrente,il campo magnetizzante esterno si annulla; solo che il materiale non restituisce tutta l' energia ricevuta e ciò perché esso non ritorna allo stato iniziale ( punto  $O$  ) ma rimane parzialmente magnetizzato ( punto  $B_r$  ). L' energia non restituita si è dissipata in calore per effetto dell' isteresi magnetica.

Ovviamente se il materiale percorre interamente un ciclo di isteresi, la differenza fra l'energia ricevuta e quella restituita risulta proporzionale all'area del ciclo stesso.

Supposto il ciclo simmetrico, l'energia persa viene calcolata con la seguente formula empirica :

$$W_i = a B_M^2 \text{ vol ( Joule )}$$

Dove a è un coefficiente che dipende dal tipo di materiale ( Fe-Si : a = 150 )

MATERIALE	μ relativa	B ( T )	H <sub>C</sub> A/m	Punto di Curie(°C)	Nome Commerciale
Ferro	10.000	2,15	4	770	
Nichel	300	0,61	80	358	
Fe – C	150	2,12	140	770	
Fe – Si ( 4% Si )	500	1,97	40	690	Laminato a caldo
Fe – Si ( 3% Si )	1.500	2,0	8	740	Cristalli orientati
Fe – Ni (45%Ni)	2.500	1,6	24	400	Permalloy 45
Fe-Ni-Cu-Cr	20.000	0,65	4	--	Mumetal

Non ultimo da ricordare che , a seconda dell' utilizzo industriale, si adotteranno materiali con **ciclo di isteresi stretto o con ciclo di isteresi largo**; in particolare:

**Ciclo di isteresi stretto:** è caratterizzato da un campo coercitivo H<sub>c</sub> basso e induzione residua B<sub>r</sub> bassa. Il materiale si smagnetizza facilmente ed è adatto alla costruzione di elettromagneti.

Tra le leghe si ricorda il Mumetal ed il Permalloy.

**Ciclo di isteresi largo :** è caratterizzato da un campo coercitivo H<sub>c</sub> elevato e induzione residua B<sub>r</sub> alta. Il materiale è di difficile smagnetizzazione ed è adatto alla costruzione di magneti permanenti.

.....