

Corso di
Modellistica Elettromagnetica dei materiali
(prof.G.Lupò)

CENNI SUL MAGNETE PERMANENTE

Un materiale ferromagnetico presenta una caratteristica B-H isteretica, ossia plurivoca e dipendente dalla storia subita dal materiale stesso. Per questa ragione si fa uso di memorie magnetiche. In assenza di sorgente esterna ($H=0$) il campo B presenta un valore residuo che può essere notevole ($>0,5$ T) per i cosiddetti materiali duri, di difficile laborazione, oppure ridotto ($<0,2$ T) per i materiali magnetici dolci. Nel primo caso parliamo di magneti permanenti.

74. CIRCUITI MAGNETICI CON MAGNETI PERMANENTI.

Si consideri il toro di fig. 4-162 costituito da materiale dotato di isteresi e per il quale riportiamo in 3. 4-741 il tratto RPQ della caratteristica flusso-amperspire che qui interessa.

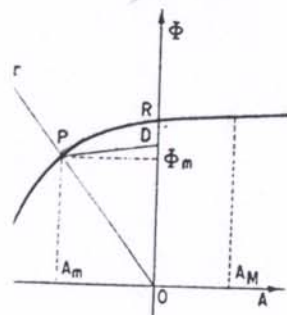


Fig. 4-741

L'ascissa A_m di ogni punto P della caratteristica rappresenta la tensione magnetica che si misura sulla lunghezza l_m del magnete, quando esso è interessato dal flusso Φ_m ; A_m risulta di segno contrario alla tensione magnetica necessaria per ottenere lo stesso flusso in un mezzo a permeabilità costante.

Immaginiamo di portare il materiale nello stato di magnetizzazione caratterizzato dal punto R;

ciò può ottenersi fornendogli la f.m.m. A_M e tornando successivamente a f.m.m. esterna nulla; se si pratica ora nel toro un interferro di lunghezza l_t e riluttanza \mathcal{R}_t (figura 4-742), questo è interessato da un flusso Φ_t e fra le sue facce AB deve presentarsi la tensione magnetica:

$$(4-741) \quad A_t = \Phi_t \mathcal{R}_t;$$

poiché non esistono correnti concatenate con la linea chiusa ABCA, sarà, per il teorema di circuitazione:

$$(4-742) \quad A_t + A_m = 0.$$

Inoltre, se non vi sono dispersioni, deve essere:

$$(4-743) \quad \Phi_m = \Phi_t.$$

Combinando le (4-741) (4-742) e (4-743) si ricava che il punto P, in cui si porterà a funzionare il magnete, sarà determinato dalla condizione:

$$(4-744) \quad A_m = -A_t = -\Phi_m \mathcal{R}_t,$$

nonché dalla relazione fra A_m e Φ_m , imposta dalla caratteristica del magnete. Il punto P si trova quindi come intersezione tra questa caratteristica e la retta r, che esprime la (4-744).

Si noti che la caratteristica RQ non è reversibile; se, quindi, giunti in P, si riduce il traferro, per esempio riempiendolo (parzialmente o totalmente) con materiale ad alta permeabilità, il punto di funzionamento si sposta su una curva PD che risulta in pratica rettilinea e reversibile (*retta di ritorno*) e la cui inclinazione risulta indipendente dal punto P da cui ha avuto origine.

Studiamo ora il problema di determinare le dimensioni (sezione S_m e lunghezza l_m) di un magnete per ottenere in un dato traferro (di sezione S_t e lunghezza l_t) un assegnato valore B_t dell'induzione. Per la (4-743) dovrà essere:

$$(4-745) \quad B_t S_t = B_m S_m,$$

ed inoltre, in base a (4-742) esplicitando A_t e A_m :

$$(4-746) \quad H_t l_t = |H_m| l_m.$$

Moltiplicando tra loro (4-745) e (4-746) si ottiene:

$$B_t H_t \cdot V_t = (B_m |H_m|) \cdot V_m,$$

in cui V_m e V_t sono i volumi di magnete e di traferro. Il

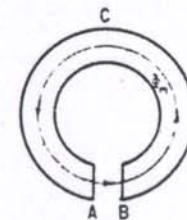


Fig. 4-742

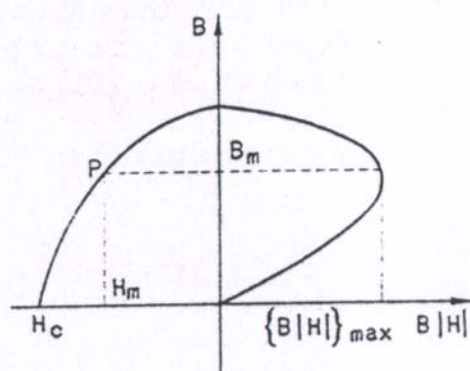


Fig. 4-743

valutano anche l_m ed S_m . In pratica il raccordo tra le sezioni S_m del magnete e S_t del traferro, in generale diverse, si realizza con una adeguata disposizione di *espansioni polari* di materiali ad alta permeabilità.

primo membro della relazione è assegnato, e, a parte un fattore $1/2$ coincide con l'energia magnetica da immagazzinare nel traferro: nel secondo membro converrà scegliere per $B_m |H_m|$ il valore massimo compatibile con la caratteristica del materiale impiegato (così V_m risulterà minimo); la fig. 4-743 mostra come si individua il punto di $\{B_m |H_m|\}_{max}$.

In base a (4-745) (4-746), si