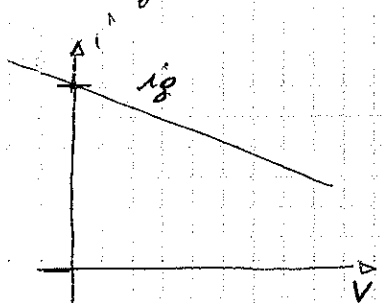
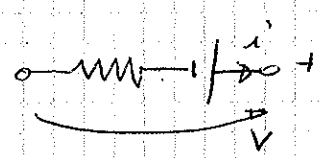
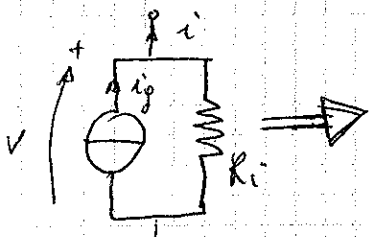
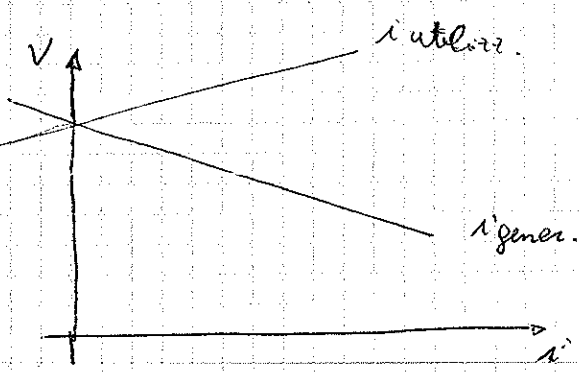


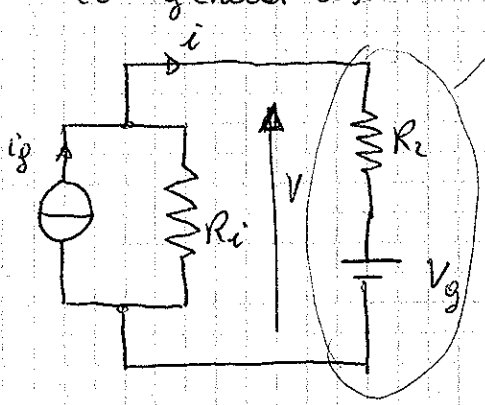
Motivi magnetici



→

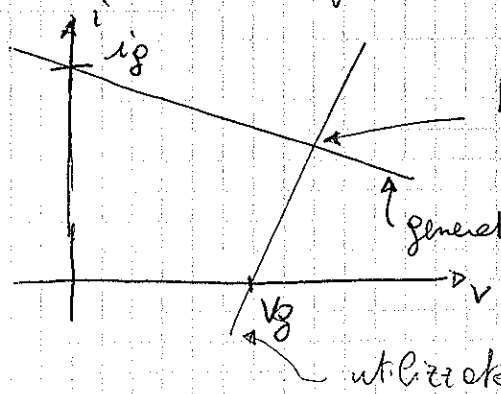


fornisce potenza positiva
(è generatore).



convenzione segno degli utilizzatori

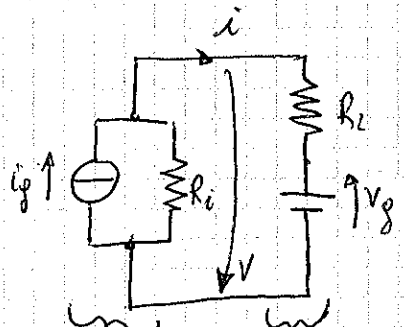
Risolvi graficamente il circuito:



punto di lavoro del sistema

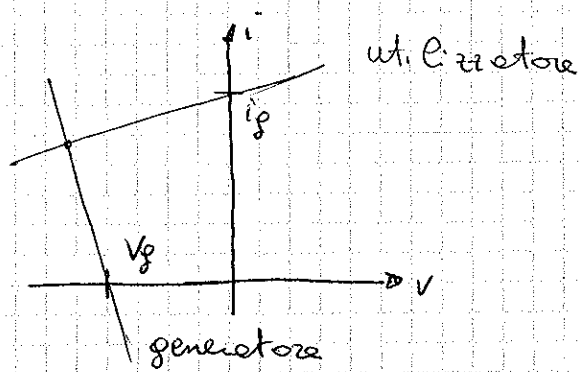
generatore

utilizzatore



c. utilizzatore

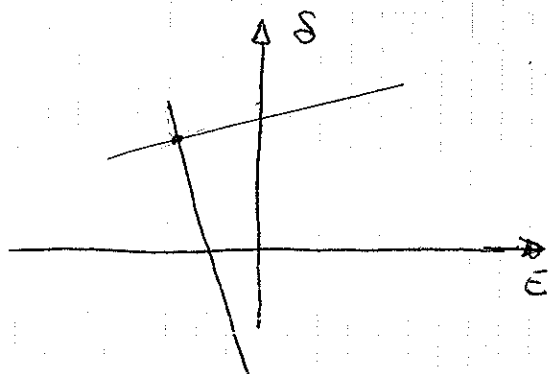
c. generatore



utilizzatore

generatore

Ora voglio plotare la densità di corrente (S) ed il campo elettrico (E).



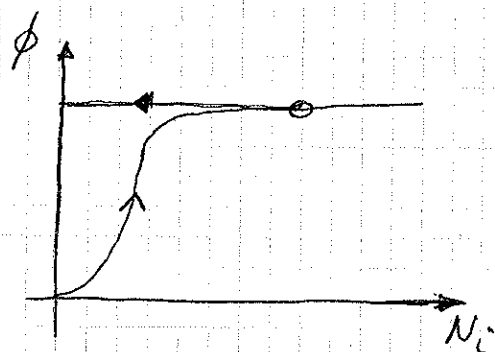
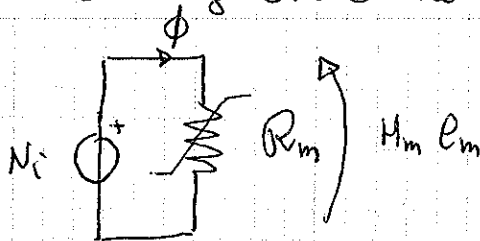
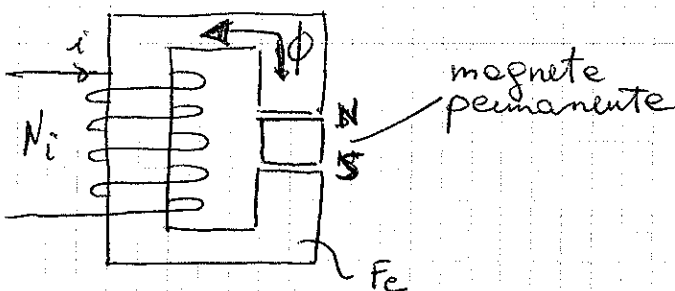
$S = \frac{i}{S}$, S : sezione del conduttore

$V = Ri = \rho \frac{l}{S} i$

$\frac{V}{l} = \rho \frac{i}{S} = \rho S = E$

Ciruito per prima magnetizzazione di un magnete permanente.

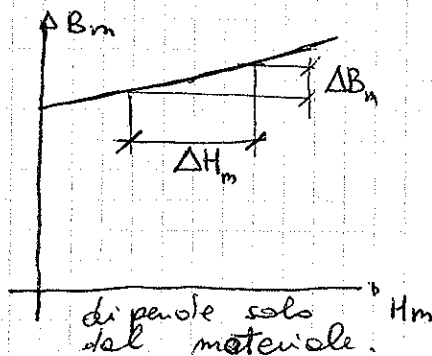
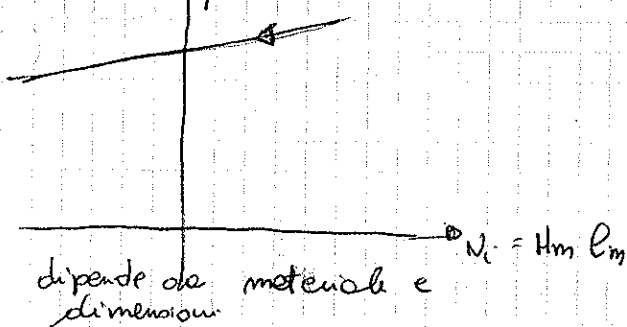
1^o magnetizzazione:



Porto il sistema e lavoro in punti che stanno sopra il ginocchio. Quando diminuisco la f_{mm} il flusso rimane praticamente costante. Se zoomiamo la caratteristica del flusso quando diminuisce Ni notiamo

che in realtà è leggermente inclinata

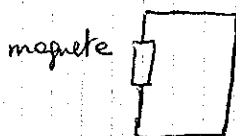
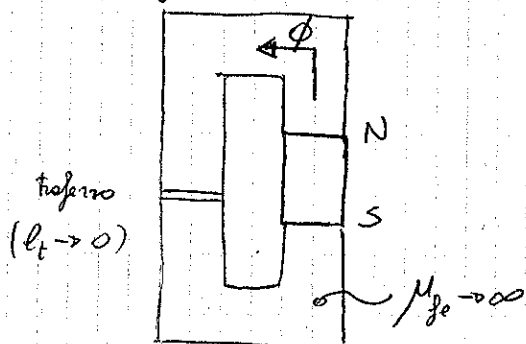
$\Delta \phi = B_m S_m$



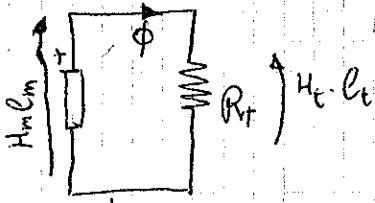
$\frac{\Delta B_m}{\Delta H_m} = \mu_0$

dipende solo dal materiale.

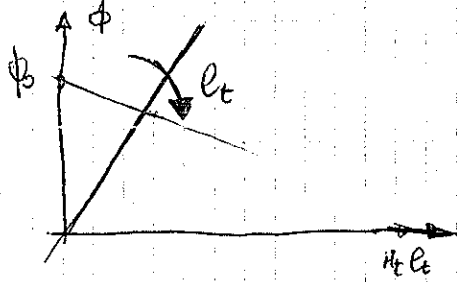
Come si comporta il magnete se è chiuso in un circuito magnetico con una certa riluttanza.



Se la lunghezza del trafero è diversa da 0, allora si ha una riluttanza $R_t = \frac{1}{\mu_0} \frac{l_t}{S_t}$



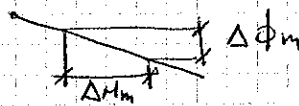
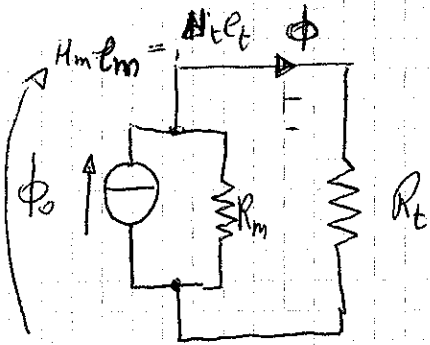
Consideriamo il trafero con la convenzione di segno degli utilizzatori.



Mi conviene studiare il magnete con la convenzione dei generatori:

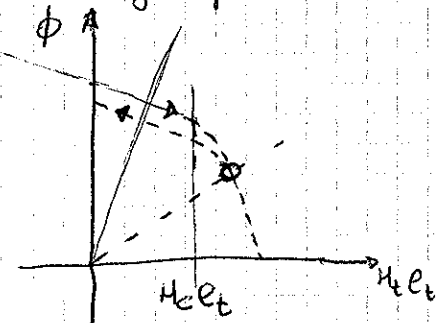
All'aumentare del trafero il sistema va a curvare su una retta.

Possiamo quindi fare un circuito equivalente del magnete:



$$\frac{\Delta \phi_m}{\Delta H_m} \approx \left[\frac{\Delta B_m}{\Delta H_m} \right] \left[\frac{S_m}{l_m} \right] = \mu_0 \frac{S_m}{l_m} = \frac{1}{R_m}$$

Se il trafero si allunga troppo il punto di lavoro del magnete non segue più una retta.

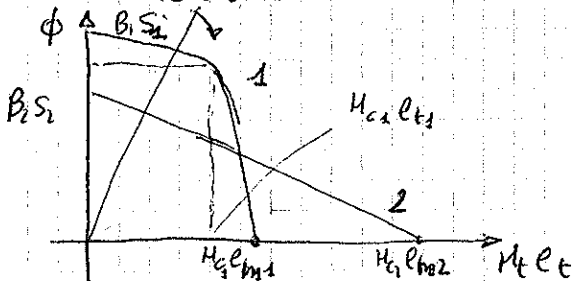


In questo caso il circuito equivalente precedente non va più bene per studiare il circuito. Inoltre se tendo a diminuire la lunghezza del trafero il percorso di andata è diverso da quello di ritorno.

Quindi se sono prima del ginocchio tutto avanti e indietro, ma non succede nulla. Se supero il ginocchio la caratteristica varia. Se si supera il ginocchio si ha una smagnetizzazione parziale, ma permanente del magnete.

Il punto di inizio del ginocchio è $H_c l_t$ (campo coercitivo x lung. trafero)

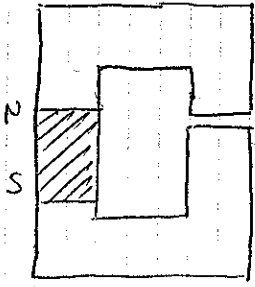
Consideriamo due caratteristiche



Quando sono a trafero = 0 il magnete 1 mi dà un elevato flusso.

Il magnete 2 è lineare in tutto il 1° quadrante (non è possibile la smagnetizzazione con elemento di l_t)

Supponiamo ora di avere il tragno completo con S_t e l_t . In quella sezione vogliamo inoltre avere una certa induzione B_t



Il magnete è caratterizzato da:

- materiale
- sezione
- lunghezza.

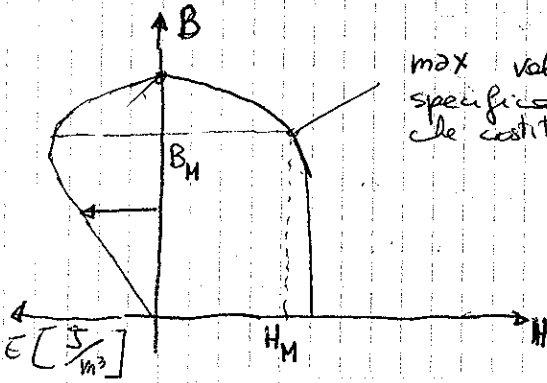
L'obiettivo è ottenere un certo campo magnetico utilizzando il minimo volume di magnete.

$$B_m S_m = B_t S_t$$

$$H_m l_m = H_t l_t = \frac{B_t}{\mu_0} l_t$$

$$\frac{1}{2} H_m B_m S_m l_m = \frac{1}{2} B_t H_t S_t l_t$$

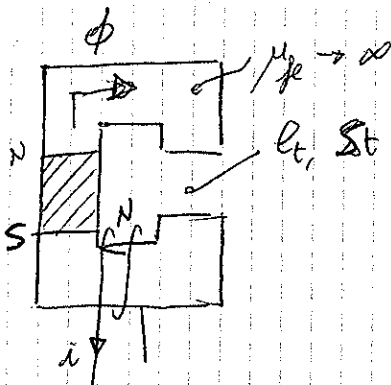
$$E_m S_m l_m = E_t S_t l_t$$



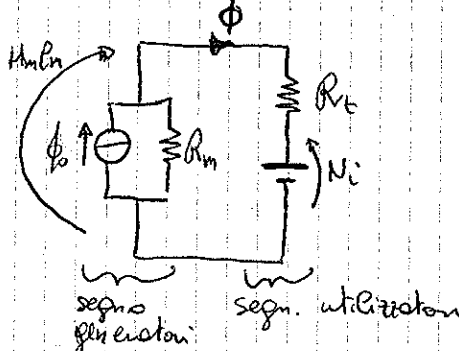
max valore en. magnetica specifica (dipende dal materiale che costituisce il magnete).

$$\begin{cases} B_M S_m = B_t S_t \Rightarrow \frac{B_t S_t}{B_M} = S_m \\ l_m = \frac{B_t \cdot l_t}{H_M} \end{cases}$$

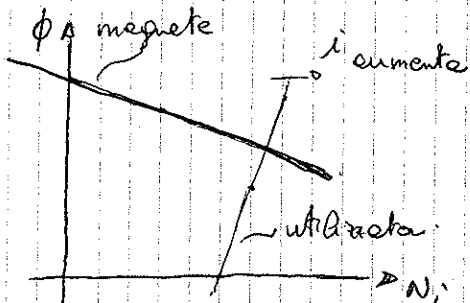
Per ridurre le dimensioni del magnete devo lavorare nel punto di max valore di energia magnetica specifica



La corrente ha l'effetto di ridurre il flusso.



Troviamo il punto di funzionamento.



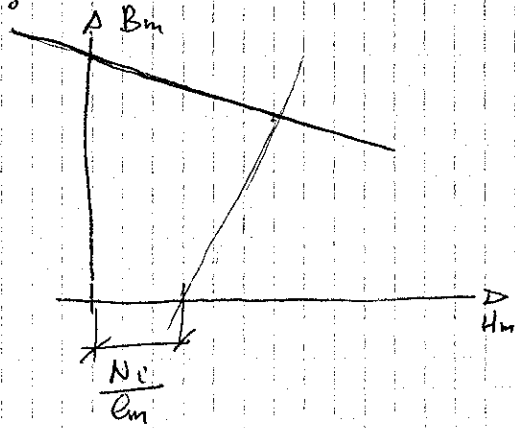
utilizzatore

magnete

$$\frac{\Delta \phi}{\Delta N_i} = \mu_0 \frac{S_t}{l_t} = \frac{1}{R_t}$$

$$\frac{\Delta \phi}{\Delta N_i} = -\mu_0 \frac{S_m}{l_m} = -\frac{1}{R_m}$$

Posso diminuire ℓ e i fino a quando il diagramma degli utilizzatori si sposta nel II quadrante - in questo caso gli utilizzatori diventano generatori e viceversa.



$$B_m S_m = B_t S_t$$

$$B_m = \frac{B_t S_t}{S_m} = \frac{\Phi}{S_m}$$

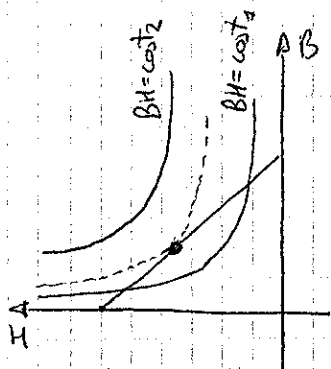
$$B_m = \frac{\Phi}{S_m}$$

$$H_m L_m = H_t L_t + N i \Rightarrow H_m = H_t \frac{L_t}{L_m} + \frac{N i}{L_m}$$

$$E_c = \frac{1}{2} B H$$

Posso disegnare il luogo dei punti per cui $BH = \text{cost}$.

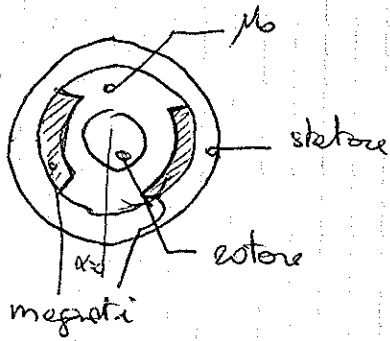
Tra tutte le iperbole ce ne sarà una tangente alla caratteristica. Il punto di tangenza è il punto a max energia specifica.



Tutti i materiali usati per produrre magneti permanenti sono sensibili alla temperatura. I magneti in un motore possono facilmente raggiungere temperature $\approx 120^\circ\text{C}$. Di conseguenza una macchina che lavori bene a 20°C , a 120°C rischia di smagnetizzarsi.

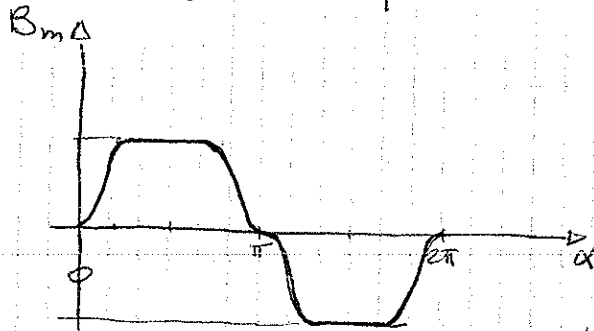
I magneti devono mantenere le caratteristiche fino a temperature dell'ordine dei $120-150^\circ\text{C}$.

MOTORE DC ECCITAZIONE a MAGNETI PERMANENTI



Tra magneti e rotore ho un tragasso di spessore costante.

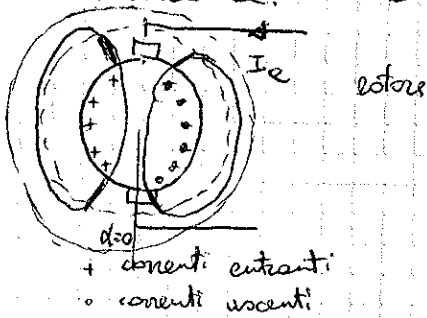
Immaginiamo di camminare sul tragasso del rotore e di misurare l'induzione. In un giro l'induzione sarà fatta in questo modo.



In $0, \pi, 2\pi$ $B_m = 0$

Il tragasso è in cuo e permeabilità μ_0 . $H = \frac{B}{\mu_0}$

Ora dimentico il magnete e valuto l'induzione al tragasso se per me corrente nel rotore.

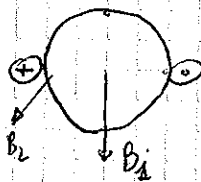
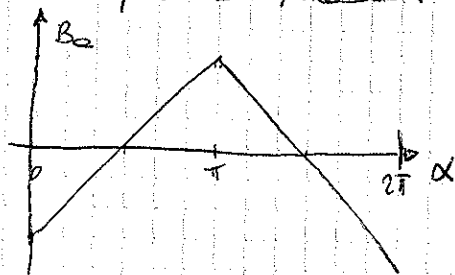


Il sistema spazzole collettore fa sì che la corrente sia per metà entranti e per metà usanti.

La corrente genererà linee di campo magnetiche. Al tragasso le linee di campo attraversano il tragasso radialmente.

L'induzione dovuta alle correnti sarà fatta

in questo modo:



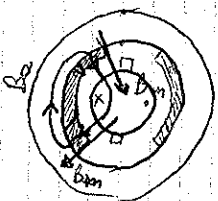
$|B_1| > |B_2|$

Ci sono zone in cui l'induzione dei magneti e di armature tendono a sommarsi; altre in cui tendono a sottrarsi.

In questo caso si nota che B_m e B_a tendono a sommarsi nella parte alta e a sottrarsi in quelle basse.

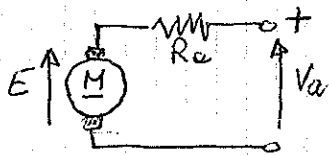
Nella parte bassa si ha il caso in cui si ha un circuito magnetico in cui c'è una circolazione di corrente che si oppone al flusso.

Se la corrente è elevata si rischia che il magnete si smagnetizzi. Se il magnete si smagnetizza il motore viene buttato via.



quindi in un motore DC esiste una corrente di saturazione max che provoca la smagnetizzazione del magnete.
 La smagnetizzazione è influenzata dalla temperatura (θ).
 La smagnetizzazione è istantanea.
 Di conseguenza esiste un valore max di corrente che non deve mai essere superato. (Ad avere i magneti che maggiore coppia e punto di volume)

Reazione d'indotto



$i_a = \text{cost.}; \omega = \text{cost.}$

Se $i_a = 0$ allora $V_a = E$

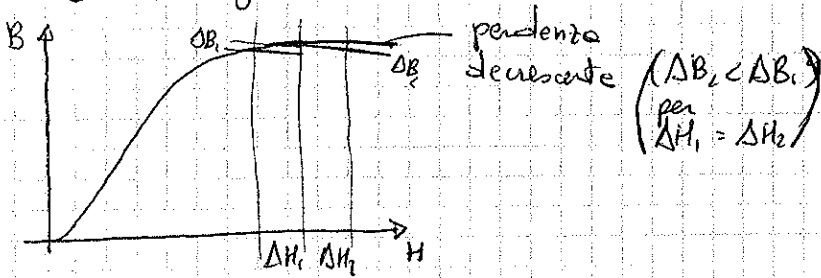
Alimentiamo con una V_a , $E = V_a$

Se $i_a > 0 \Rightarrow E = V_a - R_a I_a$

Si verifica che $E_{i_a} < E_{i_a=0}$ onde se $\omega = \text{cost.}$

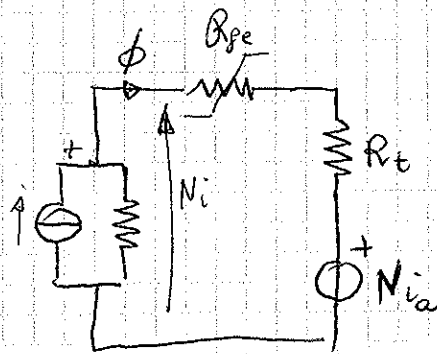
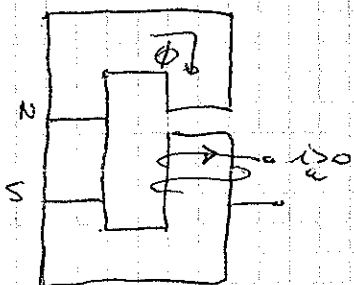
Questo è il problema della reazione d'indotto

Motore a ferro



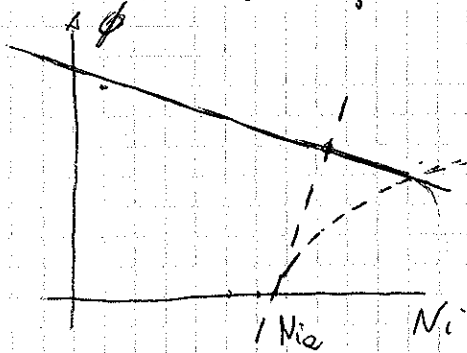
Afferenze tra macchine a magn. permanenti ed eccitazione elettrica.

magneti permanenti



Di solito $R_T = \text{cost.}$
 R_{pe} non è costante.
 $R_T > R_{pe}$.

studiamo il magnete con conv. di segno dei generatori

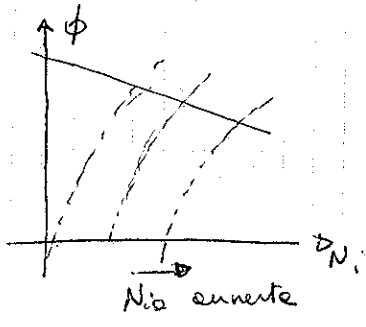


- caratteristica f_{mm} del magnete
- caratteristica utilizzatore.

Pero la riluttanza del fe aumenta con il flusso. In realtà la caratteristica non è una retta ma pende.

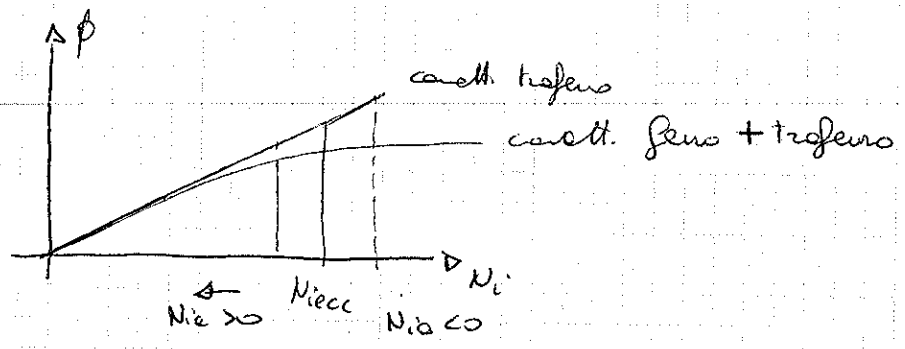
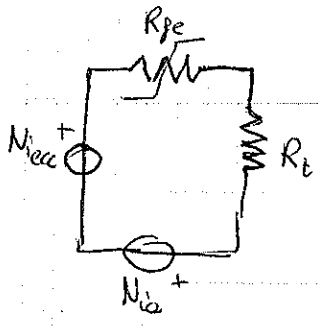
Se variano la N_i e la f_{mm} si può cambiare la posizione delle caratteristiche o spostare a

destra.



- se $i_e = 10 \text{ A}$ e $\phi = 1 \text{ mWb}$ questo vero i_e successi:
- se $i_e = 9 \text{ A} \Rightarrow \phi = 1,1 \text{ mWb}$
- se $i_e = 11 \text{ A} \Rightarrow \phi = 0,85 \text{ mWb}$

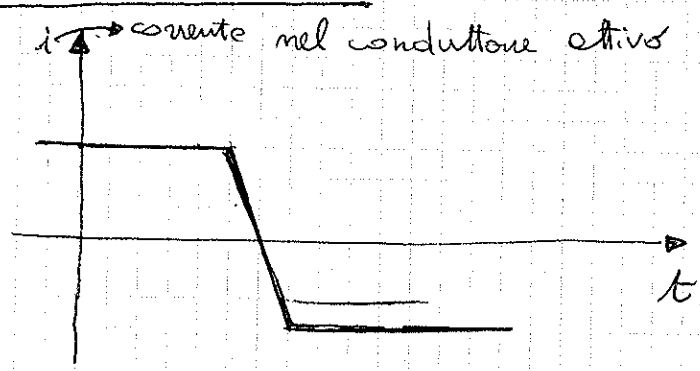
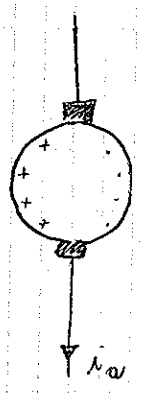
motori ad eccitazione elettrica



A parte sic quando tolgo: tolgo ferro, quando aggiungo: aggiungo meno.

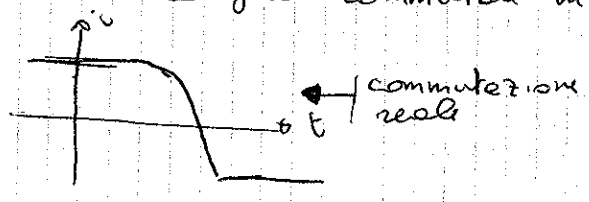
Una macchina ad eccitazione elettrica è molto più sensibile di una macchina a magneti permanenti alle variazioni di indotto.

Commutazione in un motore DC



Nelle volte il conduttore ^{attivo} ~~reale~~ si trova sotto ~~et~~ le spazzole per un certo tempo. Io vorrei una variazione lineare. È un bene che stia sotto le spazzole perché l'induttanza del conduttore è maggiore di zero.

Difficilmente si ha una commutazione del genere, perché l'induttanza tende a far commutare in ritardo la corrente.



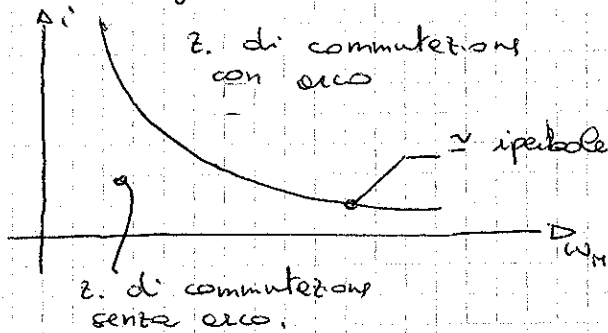
Se l'induttanza è molto alta la corrente non ha ancora cambiato segno e si ha l'arco elettrico.

Dentro un motore DC, quando ho l'arco, si vaporizza un po' di materiale della spazzola ed un po' di quello del collettore. L'effetto della commutazione con arco produce un invecchiamento del gruppo spazzola-collettore.

Il problema si manifesta nel tempo (per invecchiamento) il costruttore dà un'informazione di questo tipo: un diagramma $i_c(\omega_M)$.

ω_M basso \rightarrow tempo contatto lungo tra spazzola e spazzole \rightarrow possibilità di commutare elevati valori di corrente.

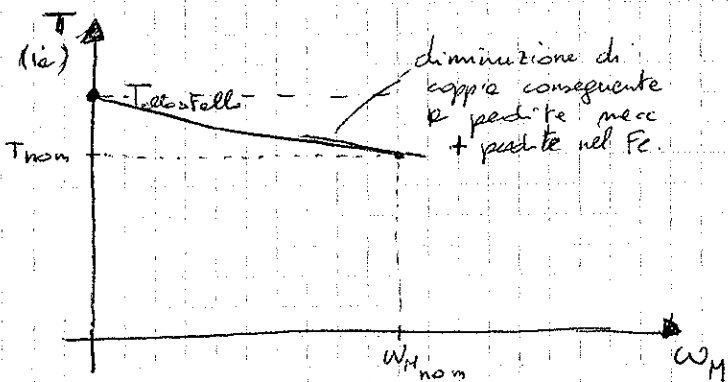
Se si verifica la i_c in base alle ω_M si ottiene



limiti di commutazione del motore DC

Diagramma SOA del motore DC (Self Self Operating Area)

Insieme dei punti di funzionamento sicuro.



Fornire il punto $(\omega_{M,nom}, T_{nom})$ significa che il motore può lavorare in qualsiasi punto tale che $\omega_M \leq \omega_{M,nom}$ e $T \leq T_{nom}$.

Per i servomotori (quelli usati per gli azionamenti) si fornisce la coppia allo stallo: max coppia che il motore può fornire permanentemente per $\omega_M = 0$

la coppia che il motore mi può fornire permanentemente è decrescente con l'aumentare di ω_M .

In fatti se ω_M aumenta aumentano le perdite meccaniche e nel ferro che contribuiscono alla sovra temperatura del motore.

la curva è una retta di pendenza T_s e scende all'aumentare di ω_M . Sui servomotori di solito il costruttore fornisce la caratteristica $T-\omega_M$.