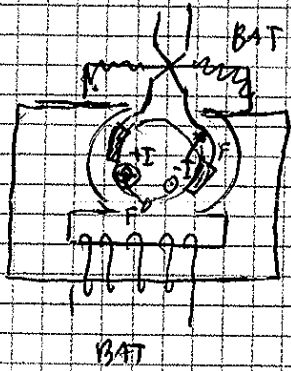


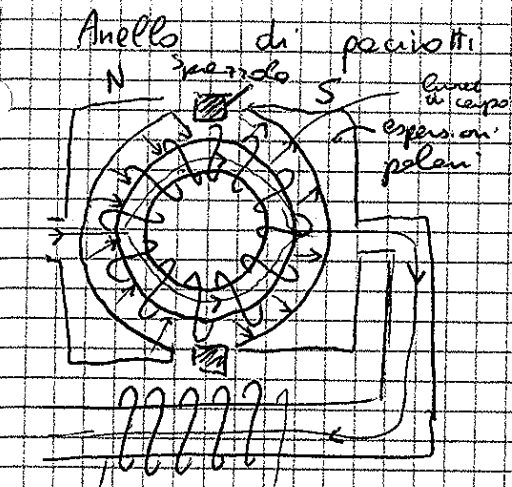
MACCHINA IN CORRENTE CONTINUA.

inizialmente nota come motore in c.c., poi anche come generatore



Sulle correnti $+I$ e $-I$ agisce una forza $F = BIL$.

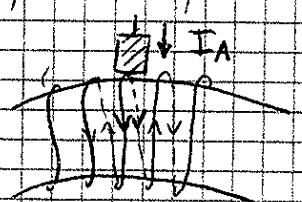
Si genera una coppia di forze in movimento ω costante. Quando lo bobino raggiunge l'equilibrio la corrente nelle bobine si inverte da un invertitore.



Questo anello è in grado di ruotare intorno al proprio asse ed è immerso in un campo magnetico

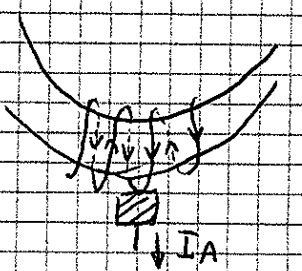
Il circuito magnetico è chiuso.

Le correnti vengon condotte all'esterno con delle spazzole.



I_A : corrente di armatura

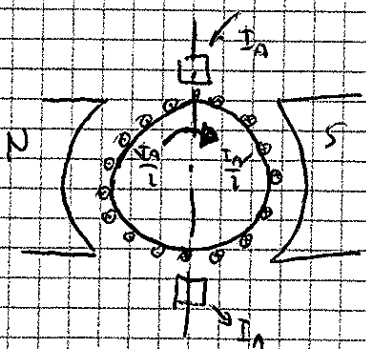
Poiché l'avvolgimento è simmetrico la corrente si divide in $\frac{I_A}{2}$ e $\frac{I_A}{2}$. L'avvolgimento di motore presenta due vie uguali di corrente.



Sui conduttori dell'avvolgimento si forma una forza. (Solo i conduttori esterni sono attivi, quelli interni non sono attraversati da linee di campo).

B ed I sono ortogonali. Ciascun conduttore

esterni quindi $F = B \cdot i \cdot l$



Questa distribuzione di corrente non varia se il motore è posto in rotazione.

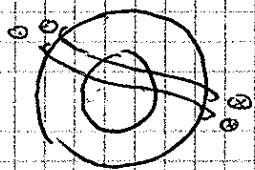
Il fenomeno per cui si commutano le correnti è un fenomeno di commutazione.

$$F_L = B \frac{I_A}{2} l$$

L: lunghezza anelli del conduttore esterno

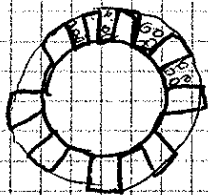
Tutte le forze sono tg alla circonferenza. Tutte le forze hanno lo stesso vettore rispetto al centro di rotazione - Nasce quindi una coppia di dipolo da B, I_a, L e n° totale di spire sull'anello.

Oggi i motori cc. non sono fatti così per diversi motivi:
 - Parti attive delle spire solo all'esterno. Quelle interne servono solo per far passare corrente. Bisognerebbe avvolgere le spire in modo diverso. Si fa fare una doppia elica su un tamburo



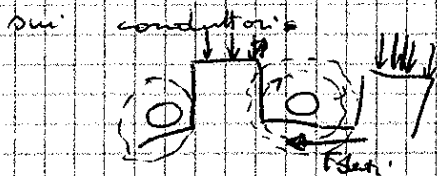
(si toglie il buco). Così si inducono le parti negative.

- la trasmissione delle forze avviene solo per attrito (oggi esistono motori in cui l'avvolgimento è ancorato all'albero, ma sono di bassissima potenza). Per ovviare a questo problema il rotore tamburo presenta delle salomature.



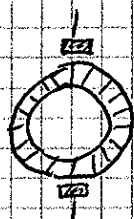
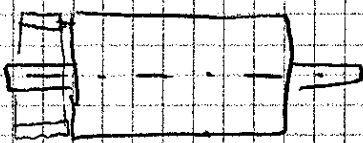
In questo caso le forze di Lorentz sono molto più deboli. Tuttavia nasce una forza sui denti tali che $\frac{M_2}{1} = \frac{F_{dent.}}{F_{rot.}}$

Questa forza sui denti compensa lo ^{perdente} prodotto di forze



Il fatto di mettere i conduttori in cave è buona pratica storica la parte debole è conica la parte necessaria vera e propria. Un altro vantaggio è

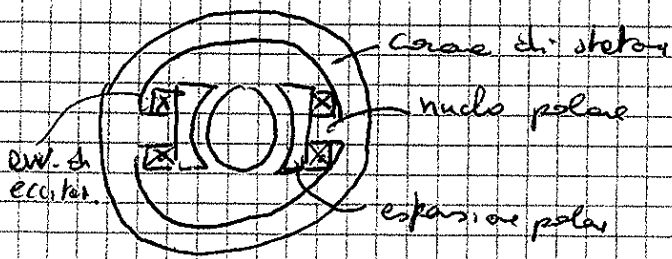
che si riduce il trofano (e di conseguenza migliora l'efficienza).
 Vantaggio: le spazzole non servono più e si usano sui conduttori. È necessario un collettore (o commutatore). Il collettore è un



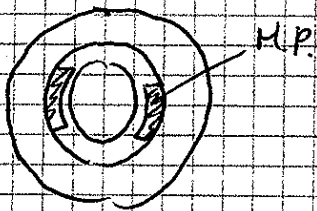
cilindrico composto da tante bradette di rame, solidali al rotore su cui sono poste le spazzole. Ogni spira ^{del rotore} è collegata ad una

lamella del collettore. Il collettore esiste solo nelle macchine a cc (o ^{negli} collettore)

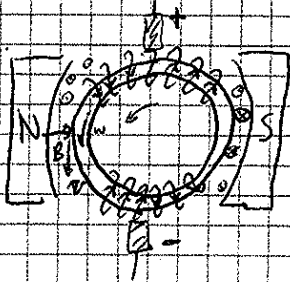
- Lo statore è oggi fatto in modo diverso



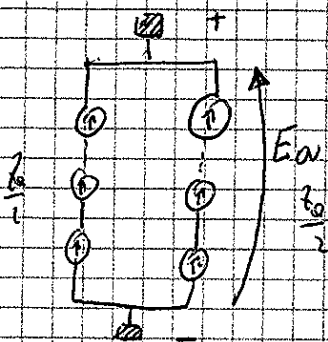
in alcuni casi lo statore è a magneti permanenti.



Come succede se la struttura di Peccolli muove e girare in un campo magnetico?



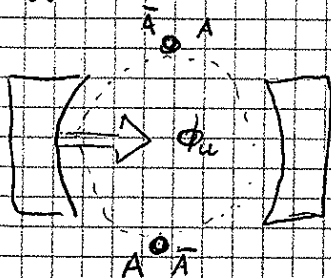
Si genera forza elettromotrice uscente ed entrante. Ogni spira contribuisce con la sua fem in questo modo:



Se il rotore della macchina in c.c. si muove f.e.m. indotte la macchina eccitata con induzione B diventa un generatore in c.c.

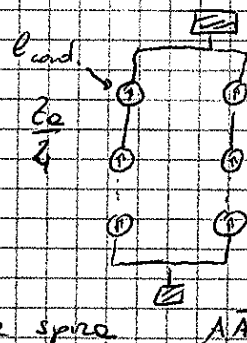
Z_0 : no conduttori attivi.

Se i conduttori sono presenti in coppia non si può usare la legge di Lorentz.



posizione $t=0$

$$E = \frac{I}{c}$$



$$E_0 = \frac{Z_0 e_{ind}}{4}$$

Φ_u : flusso utile del circuito e sopra

ω_r : velocità rotazionale $\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega_r}$

$$\Delta \phi = 2 \phi_u$$

$$\Delta T = \frac{T}{2} = \frac{1}{2} \frac{1}{\omega_R}$$

$$E_{\text{mech, spina}} = \frac{2}{\pi} \phi_u \omega_2$$

$$N_{\text{spine}}^{\circ} = \frac{z_0}{2}$$

$$\frac{N_{\text{spine}}^{\circ}}{z_0} = \frac{z_0}{4}$$

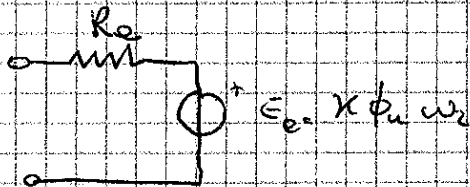
$$E_e = \frac{z_0}{4} \cdot \frac{2}{\pi} \phi_u \omega_2 = \boxed{\frac{z_0}{2\pi} \phi_u \omega_2}$$

Il flusso utile è il flusso residuo presente tra le due spazzole

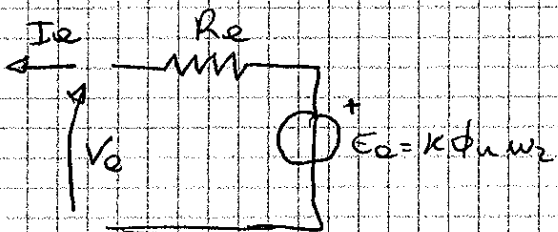
$$\boxed{E_e = k \phi_u \omega_2} \quad \text{AZIONE ELETTRICA} \quad (k = \frac{z_0}{2\pi})$$

Se la macchina è posta in rotazione produce quella fem.

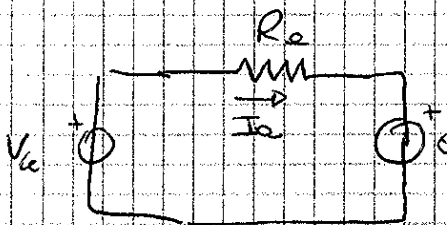
Questo mi permette di disegnarne un circuito equivalente.



R_e : resistenza di armatura (avvolgimenti, contatti striscianti...)



In questo caso la macchina funziona come dinamo (generatore).
La macchina genera potenza elettrica convertendo energia meccanica.



Se $V_{cc} > E_e$. In questo caso la macchina assorbe potenza elettrica, e funziona come motore elettrico e a computeri con MOTORE in CC.

$$V_{cc} = R_e I_a + k \phi_u \omega_2$$

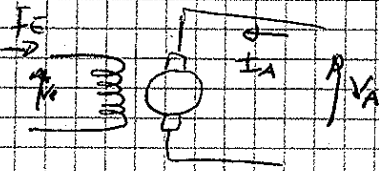
$$V_{cc} I_a = R_e I_a^2 + \boxed{k \phi_u \omega_2 I_a}$$

$$P_i = P_{je} + P_m$$

$$C_m \cdot \omega_2$$

$$\boxed{C_m = k \phi_u I_a} \quad \text{Azione meccanica}$$

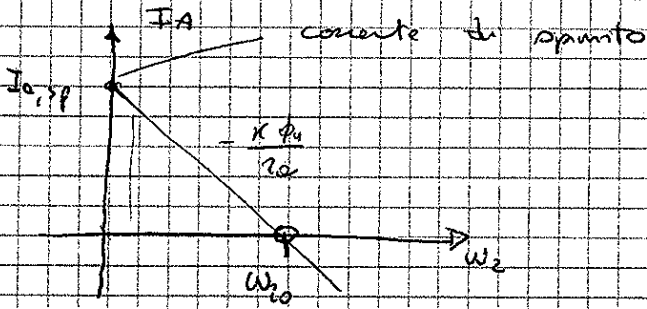
MACCHINA A ECCITAZIONE INDIPENDENTE



Possiamo avere I_c ed I_a indipendentemente l'uno dall'altro
 V_e e V_a sono costanti
 Se $V_e = \omega \phi$ allora $\phi = \text{cost}$ (supponiamo)

Da ϕ non dipende da I_a

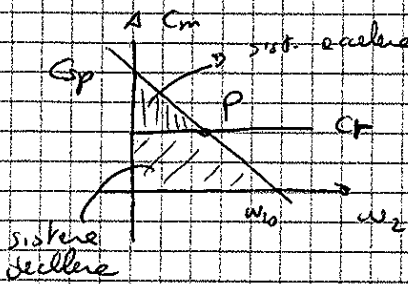
$$V_e = R_a I_a + k \phi \omega \Rightarrow I_a = \frac{V_e - k \phi \omega}{R_a}$$



ω_0 è la velocità di funzione a vuoto della macchina

$$\omega_0 = \frac{V_e}{k \phi}$$

Se la macchina avesse un carico resistente (es. impianto di

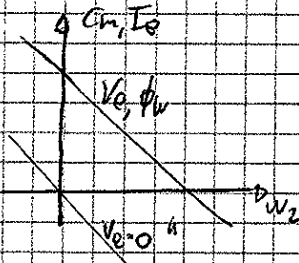


resistente sul grafico. Questo sistema meccanico mi permette di trovare il punto di lavoro (P) del motore e quindi di det. quale corrente verrà erogata.

P è punto di equilibrio stabile. $(C_m - C_r = S \frac{d\omega}{dt})$

$$C_m = k \phi \frac{V_e - k \phi \omega}{R_a}$$

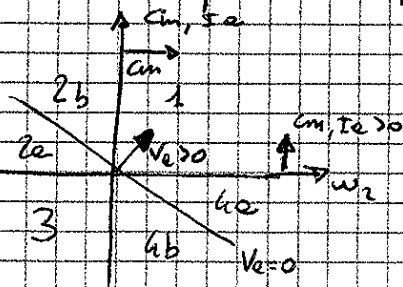
La retta possiede anche punti sul 2° e sul 4° quadrante.



Se $V_e = 0$

Questa caratteristica ci dice che per ogni velocità la coppia del motore è sempre C_m

Analizziamo il comportamento per $V_e = 0$



Quadrante 1

$$V_e > 0, I_e > 0$$

$$P_e > 0$$

potenza elettrica (assorbita)

$$C_m > 0, \omega_2 > 0$$

$$P_m > 0$$

potenza meccanica (erogata)

Comportamento da motore.

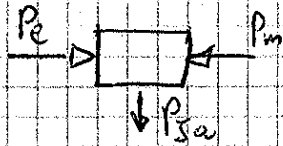


Quadrante 2

$$2b) V_e > 0, I_e > 0 \quad P_e > 0 \quad (\text{assorbita})$$

$$C_m > 0, \omega_2 < 0 \quad P_m < 0 \quad (\text{assorbita})$$

la potenza assorbita va a finire in perdita sullo resistenza d'armatura.

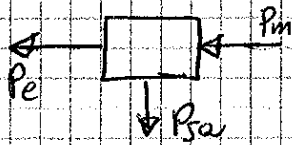


Comportamento da dissipatore.

$$2a) V_e < 0, I_e > 0 \quad P_e < 0 \quad (\text{erogata})$$

$$C_m > 0, \omega_2 < 0 \quad P_m < 0 \quad (\text{assorbita})$$

funzionamento da generatore



Quadrante 3

$$V_e < 0$$

$$I_e < 0$$

$$P_e > 0$$

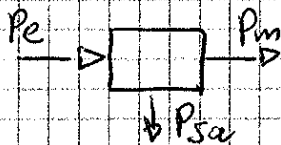
erogata (assorbita)

$$C_m < 0$$

$$\omega_2 < 0$$

$$P_m > 0$$

erogata



motore

Quadrante 4

$$a) V_e < 0$$

$$I_e < 0$$

$$P_e > 0$$

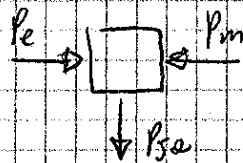
assorbita

$$C_m < 0$$

$$\omega_2 > 0$$

$$P_m < 0$$

erogata
assorbita



$$b) V_e > 0$$

$$I_e < 0$$

$$P_e < 0$$

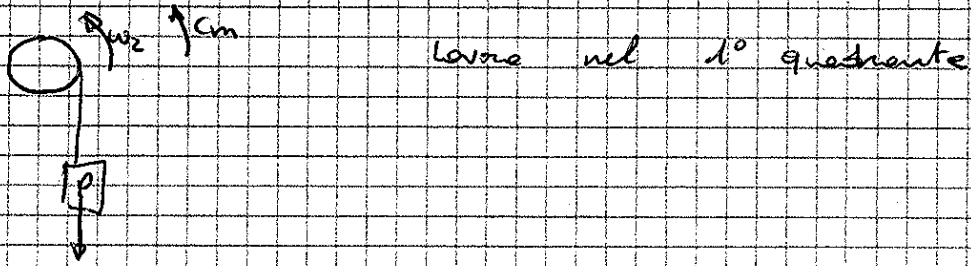
$$C_m < 0$$

$$\omega_2 > 0$$

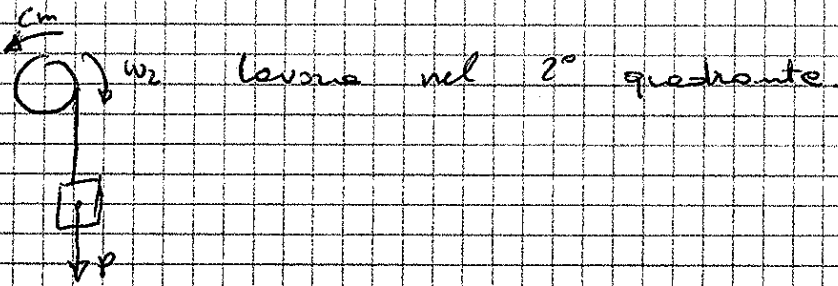
$$P_m < 0$$



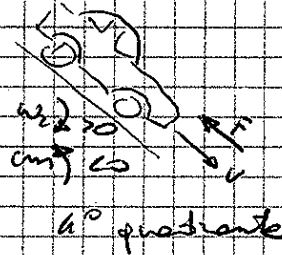
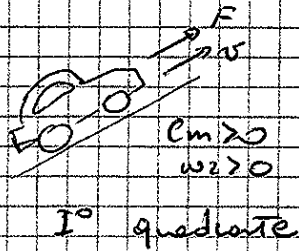
Esempio sollevamento con chi



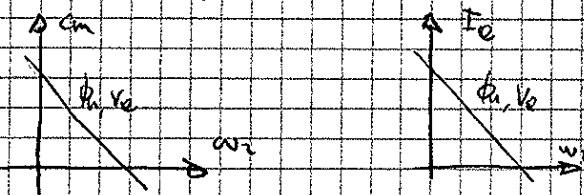
Se il motore deve far scendere un carico a $\omega_{u2} = \text{cost.}$



Esempio: auto elettrica



Reg. simetria



Al variare di V_e si spostano le rette senza cambiare coeff. angolare.

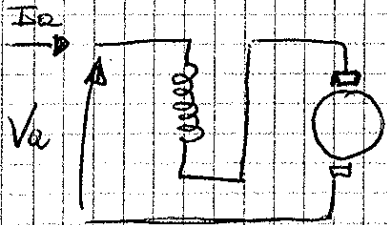
Esistono delle limitazioni tali che il motore non può operare al di fuori di certe C_m e ω_{u2} .

Regolazione di campo (casi di ϕ_u)

La caratteristica della corrente verso di inclinazione

Invece la coppia verso il modo diverso il crescere di ϕ_u aumenta $C_{m, sp}$ e cambia l'inclinazione delle rette.

MOTORE CC con ECCITAZIONE SERIE



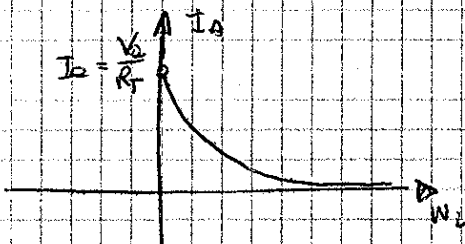
Unico tipo di macchina in cc. con 2 soli morsetti ancora in vite.

$$\Phi_w = M I_a \quad (M \text{ costante se non si considera la saturazione})$$

$$V_a = R_T I_a + E_a, \text{ con } R_T = R_a + R_{ecc}$$

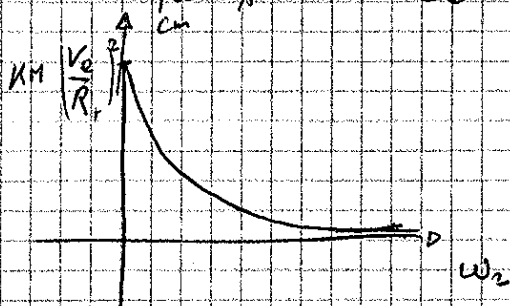
$$E_a = K \Phi_w \omega_2 = KM I_a \omega_2$$

$$V_a = R_T I_a + KM I_a \omega_2 \Rightarrow I_a = \frac{V_a}{R_T + KM \omega_2}$$



Dal punto di vista tecnico non c'è un punto in cui la corrente si annulli.

$$C_m = K \Phi_w I_a = KM I_a^2$$



Il motore con eccitazione serie è stato usato specialmente per il trasporto (trazione). È stata scelta l'eccitazione serie perché offre un'ottima coppia di spunto e perché la caratteristica di coppia si abbassa dolcemente. Per il motore ~~serie~~ si regola Φ_w ed I in automatico.

Il motore con ecc. serie è il motorino di avviamento delle macchine automobilistiche.

Questo motore può funzionare anche in corrente alternata infatti quando Φ_w cambia segno è perché I_a ha cambiato segno. Quindi la coppia è sempre positiva.

Il motore in a.c. ha i seguenti parametri:

$$\vec{V}_a = R_T \vec{I}_a + j\omega \chi_T \vec{I}_a + \vec{E}_a$$

$$\vec{E}_a = KM \vec{I}_a \omega_2$$

Forza elettromotrice e flusso sono in fase tra loro.

$$\bar{V}_A = (R_T + j\omega L) \bar{I}_A + KM\omega_2 \bar{I}_A$$

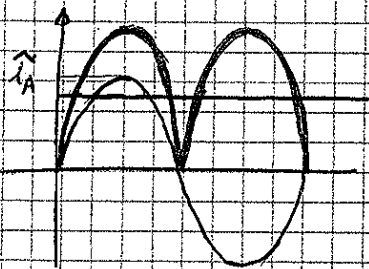
$$\bar{I}_A = \frac{\bar{V}_A}{(R_T + KM\omega_2) + j\omega L}$$

$$P = \bar{V}_A \times \bar{I}_A = R_T \bar{I}_A \times \bar{I}_A + \underbrace{j\omega L \bar{I}_A \times \bar{I}_A}_{=0} + KM\omega_2 \bar{I}_A \times \bar{I}_A =$$

R scalare

$$= R_T I_A^2 + KM\omega_2 I_A^2$$

$C_m = KM I_A^2$ → valore efficace della corrente.



$$C_m = KM I_A^2$$

$$\bar{C}_m = KM I_{eff}^2$$

La coppia è pulsante con frequenza doppia rispetto alla corrente.

Il motore in alternata è usato in applicazioni monofase come trapani, asciugacapelli. A partire da tensione basso il motore cc anche mono corrente.

REAZIONE DI INDOTTO

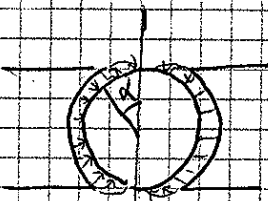
$$E_a = K \phi \omega_2$$

$$C_m = K \phi I_A$$

Abbiamo sempre supposto che ϕ fosse funzione solo della corrente di eccitazione, cioè non dipendesse dalla corrente di avvolgimento.

Mechine e ruota:

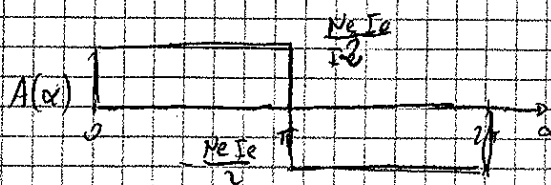
Distribuzione di forze elettromotrice



campo sotto espansione \approx cost.

A noi interessa la circuitazione magnetica la linea di campo cioè la superficie contenente tutte le spine di eccitazione (N_e)

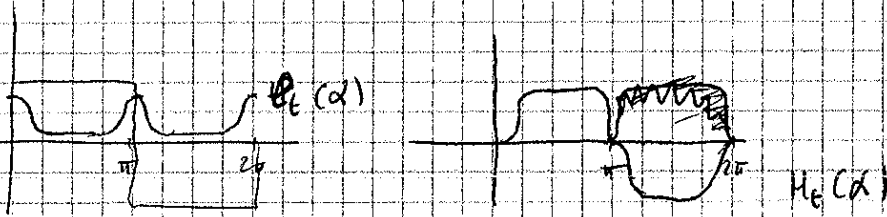
disperso in linee rette e sviluppo della superficie di avvolgimento



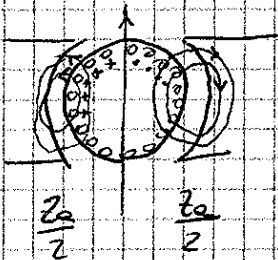
$N_e I_e$ forza magnetomotrice
 Posso pensare che E_a caduta di tensione $\rightarrow V$ ^{negativa}
 sia un'onda quadra

Questo viene anche detto distribuzione di tensione
 $A(\alpha)$ distribuzione di forza magnetomotrice

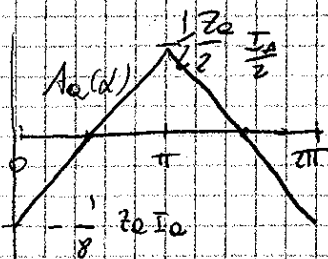
$$H_t(\alpha) \approx \frac{A(\alpha)}{l_t(\alpha)}$$



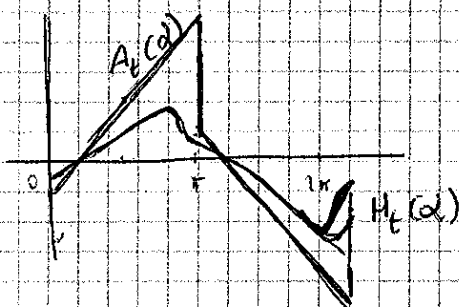
- Presenza della corrente di smettina
Distribuzione di tensione



Z_p : n° conduttori attivi percorsi dalla corrente $\frac{I_0}{2}$



La presenza di detto disturbo le distribuzioni di tensione.



$$A_t(\alpha) = A_0(\alpha) + A_A(\alpha)$$

$$\underline{H_t(\alpha)} = \frac{A_0(\alpha)}{l_t(\alpha)}$$

l_t = lunghezza linee di campo in funzione di α

Se accettiamo le linee di forza ^{magnetiche} del ~~ferro~~ possiamo affermare che Φ rimane uguale. Infatti: $\Phi_m = \int_0^\pi \mu_0 \frac{A_0(\alpha)}{l_t(\alpha)} R L d\alpha$

R: raggio smettina

L: lunghezza anelli dello macchina.

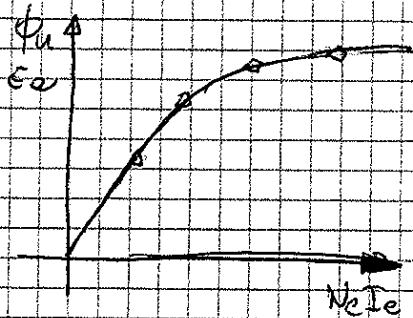
De cui:

$$\Phi_m = \int_0^\pi \frac{A_0(\alpha) \mu_0}{l_c(\alpha)} R L d\alpha + \int_0^\pi \frac{\mu_0 A_1(\alpha)}{l_c(\alpha)} L \cdot R d\alpha$$

Perché $A_1(\alpha)$ e $l_c(\alpha)$ sono a simmetria pari si ha che $\int_0^\pi \frac{\mu_0 A_1(\alpha)}{l_c(\alpha)} \cdot L \cdot R d\alpha = 0$. Quindi:

$$\Phi_m = \int_0^\pi \frac{A_0(\alpha) \mu_0}{l_c(\alpha)} R L d\alpha$$

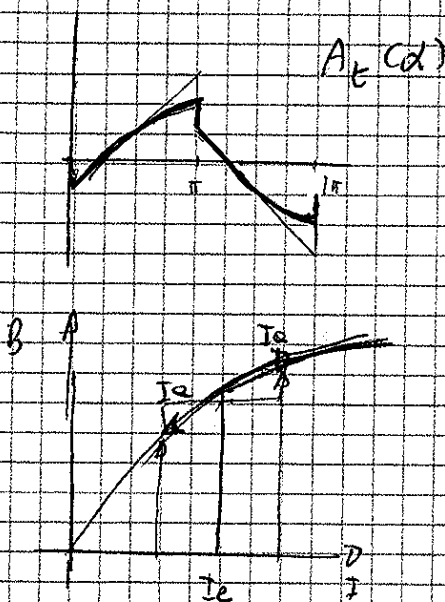
Cosa succede se l'elettromagnete è in saturazione?



Caratteristica di eccitazione macchina c.c.

$$\omega_r = \text{cost} \Rightarrow \Phi_m = \frac{E_a}{k \omega_r}$$

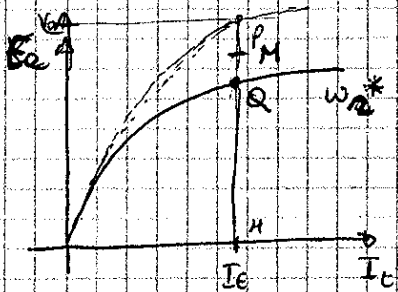
La saturazione notifica Φ_m nel pannello da motoristico. Il fenomeno reale tende a saturare il core e particolarmente intenso, in particolare per $\alpha \approx \frac{\pi}{2}$ e $\approx \pi$ si crea il punto.



Di conseguenza si crea una caduta di forza magnetomotrice. Di conseguenza Φ_m diminuisce. Infatti Φ_m diminuisce con una regola, ma questa regola comunque non riesce più ad usare quella regola perché il ferro satura.

Questo fenomeno è detto "effetto smagnetizzante della reazione d'indotto".

La reazione d'indotto può avere effetti all'esterno della macchina. Posso portare ad un funzionamento instabile del motore.



Conosco V_A , I_e ed R_a e la macchina funziona a vuoto.

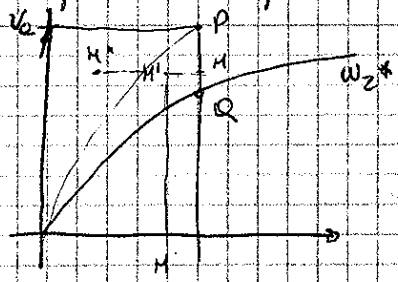
$$w_{20} = \frac{PH}{QH} w_{2}^*$$

Se la macchina non funziona a vuoto, ma assorbe I_e tolgo a P $R_a I_a$ e nuovo M. Di conseguenza

$$w_2 = \frac{M'}{QH} w_{2}^*$$

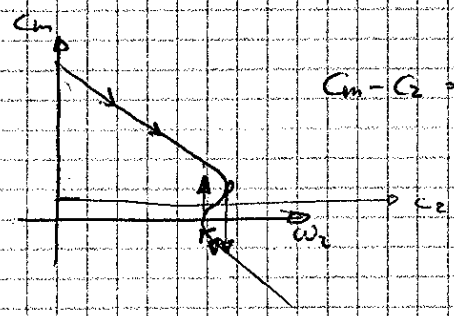
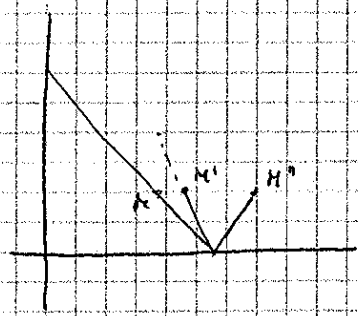
Se ho reazione d'indotto allora

input la magnetizzazione della macchina ad I_e



In questo caso $w_2' > w_2$
 Se l'effetto superinduttore mi mi sposta di M'
 in modo che $w_2' > w_{20}$

Si osserva che la caratteristica di coppia in presenza di questo fenomeno comporta un grafico del genere $(C_m - w_2)$

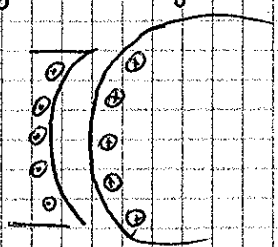


$$C_m - C_2 = \int \frac{dw_2}{dt}$$

Analizziamo la relazione $C_m - C_2 = \int \frac{dw_2}{dt}$ e notare tende a stabilizzarsi sul "ciclo limite". Il valore diventa molto minore.

Per ridurre l'effetto bisogna combattere la causa. Si possono aumentare il n° di spire ed il raggio (il raggio in proporzione). (Aumentare $N_e I_e$). Per macchine più sofisticate si può fare aumentare il flusso di eccitazione aggiungendo un avvolgimento serie stabilizzatore.

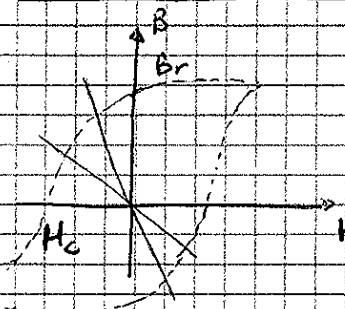
Una terza soluzione è la compensazione della reazione d'indotto, annulla l'effetto distortore della reazione d'indotto. Questo è possibile grazie agli avvolgimenti compensatori (si mettono nella espansione polari



di condotta percorsi da corrente di segno opposto rispetto ai conduttori di emettiva).

Abbiamo osservato che la reazione d'indotto provoca un effetto distortivo sotto le espansioni polari. Questo effetto non provoca flusso utile. Se si somma alle saturazione del ferro questo provoca un effetto smagnetizzante. Da questo nascono cause di instabilità di funzionamento nel caso di motore a eccitazione separata.

REAZIONE di indotto su motori a magneti permanenti



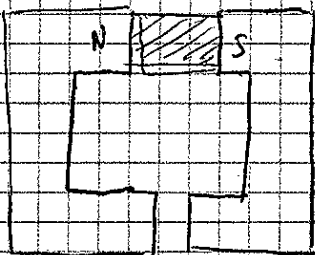
B_r : induzione residua

H_c : campo coercitivo

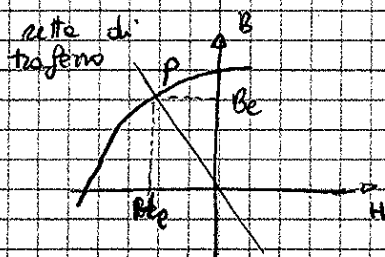
Più B_r e H_c sono alti più il magnete è di buona qualità.

Se il magnete è inserito in una struttura magnetica il magnete è defruiibile dalle rete al ferro.

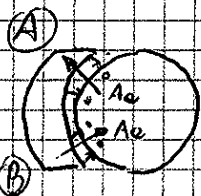
Mano a mano che si apre il trageno la retta diventa sempre più orizzontale.



Il motore a magneti permanenti è una struttura che ha una caratteristica di lavoro del genere

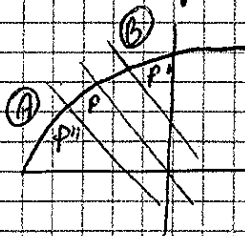


Quando si ha reazione di indotto nasce il problema



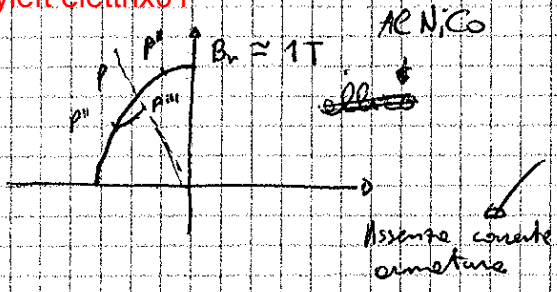
A: forza magnetomotrice

Questa forza magnetica usa un comportamento ~~che~~ che similitudine allo spostamento della retta di trageno.



In particolare A vedrà diminuire l'induzione mentre B la vedrà aumentare.

Se il comportamento di P'P'' è lineare non si avranno grosse variazioni di comportamento.



Si può avere una diminuzione dell'induzione.
 Ho preoccupa di più il ritorno nelle posizioni P.
 Infatti P' torna in P, mentre P'' va in P'''.
 Stessa cosa quando si sfila e si reinserisce il magnete rotore.

Il costruttore stabilisce il magnete facendogli fare un certo numero di cicli creando un indotto su cui il rotore lavora. Se si fa passare una corrente troppo alta il magnete viene smagnetizzato.

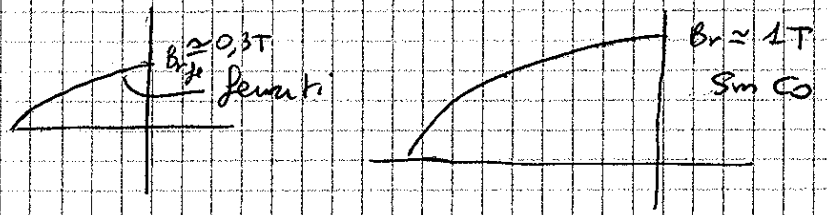


Il costruttore indica le valori limite per cui il rotore è magnetizzato. Questo non può essere superato neanche per 1 ms.

Le uscite d'indotto può smagnetizzare le macchine in modo permanente.

$C_m = k \Phi_u I_e \Rightarrow$ se Φ_u è minore allora anche C_m sarà minore.

Esistono materiali che sono più stabili dell'AlNiCo



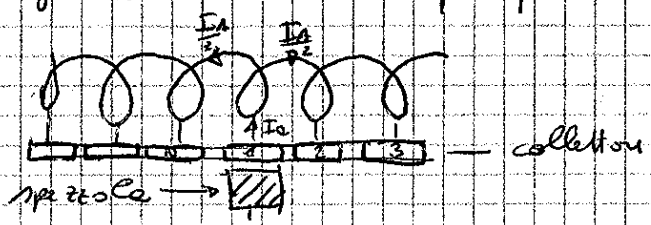
Anche se questi materiali sono più resistenti pensare il rischio smagnetizzazione

COMMUTAZIONE

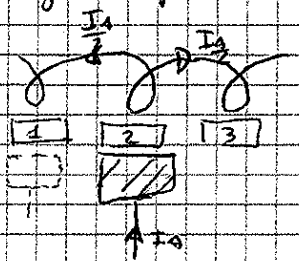
È il grosso problema delle macchine c.c. Il contatto spazzola-collettore compie il compito di raddrizzatore di tutte le forze elettromotrici indotte e delle correnti.

Oggi si cerca di sostituire il collettore elettromeccanico con collettore elettronici. Si parla di motori DC Brushless.

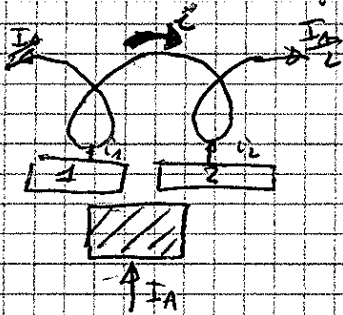
Quando lo spazzola commuta si manifesta l'arco elettrico tra collettore e spazzola. Questi se troppo intensi provocano la rovina delle superfici del collettore e della spazzola. Il fenomeno è evolutivo, mano a mano che le superfici si rovinano gli archi diventano sempre più intensi.



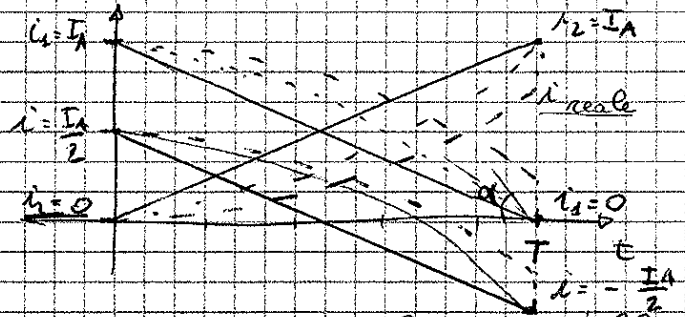
La spazzola si muove verso sinistra. Supponiamo che la spazzola raggiunga la posizione 1. La corrente nella spira 1 cambia di segno (commutazione).



Consideriamo la spazzola in una posizione intermedia di contatto.



Chiamiamo T il tempo di commutazione.



Possiamo supporre che la corrente si ripartisca in funzioni delle superfici spazzola-lamella. Quindi, hanno andamento sinusoidale. Inoltre $i = i_1 - \frac{i_2}{2}$

Non abbiamo tenuto conto di diversi fattori: tra cui la forza elettromotrice indotta che tende a ritardare l'inversione di i .

Ci interessa la corrente i_1 . Se $i_1(T) = 0$ si ha commutazione senza archi. Ma $L \rightarrow \infty$ i_1 si comporterebbe come costante i_1 rimarrebbe costante ed in $t = T$ si avrebbe l'arco per commutare con i_2 .

Le presenta o meno di archi è quindi dovuta alla induttanza della spira.

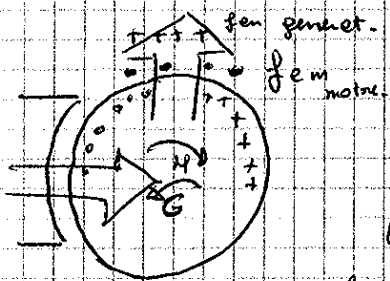
I costruttori di macchine cc. parlano di tensione di reazione

$$V_{reat} = \frac{L I_a}{T} \quad L: \text{induttanza spira.}$$

Maggiore è V_{reat} peggiore è la commutazione.

Un motore in cc. può produrre archi elettrici quando I_a è alto o quando ruota troppo veloce.

A ostacolare la corrente non c'è solo V_{reat} , ma anche la reazione di indotto.



Sia che la macchina funzioni da motore sia da generatore si genera fem indotte. Se funziona da motore sono usanti.

le forze elettromotrici tendono a mantenere costanti le correnti.

$$V_{\text{reat. mot.}} \propto I_a \omega$$

Gli archi elettrici possono verificarsi anche quando $I(t) = 0$.

Si ha che $s_1 \propto (T-t)$ mentre $i_1 \propto t$. In particolare

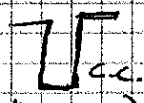

$$s_1 = \frac{t_1}{s_1} \propto \frac{i_1}{T-t} \Rightarrow s_1 \propto t_1 \alpha. \text{ vuol dire che la}$$

porzione di spazzola in cui perviene da una corrente tanto più elevata tanto più è ritardata la commutazione.

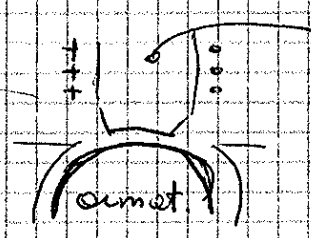
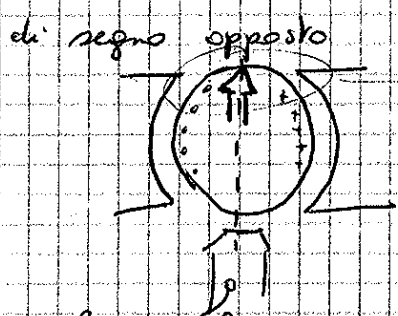
Si ha che $E = \rho J$.

Possono verificarsi anche scintille quando la spazzola non ha ancora abbandonato la lamella, i costruttori cercano di limitare questo rischio adottando:

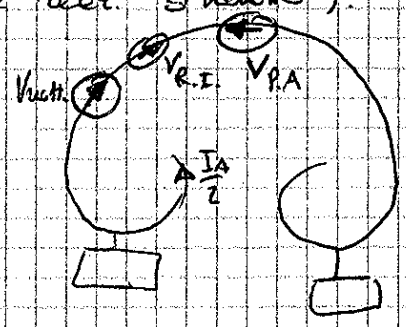
P
-
C
C
O
L
E

- care di rotore aperte  C.C.  C.A.
- (abbassa la tensione di reazione).
- materiali per la spazzola ad alta resistività (diminuisce l'effetto ritardante).

- compensare la tensione dovuta all'induzione con forze elettromotrici di segno opposto.



pli aux che contrastano la reazione d'indotto (addirittura da superare la reac. d'indotto).



$V_{P.A.}$: tensione pl. ausiliar.

Queste sono operazioni delicate e complicate.

APPLICAZIONI del MOTORE in C.C.

Unico motore per cui si usa come generatore e come dinamo freno per motori di altra natura.

Esistono due tipologie di motori: per on-time, per mantenimento.
 Gli on-time motori per posizionamento e motori per elevazione.

Motori per posizionamento

Motori estremamente pronti nell'eseguire i comandi, devono generare forti accelerazioni angolari. Il carico applicato è di tipo meccanico (e statico). Il principale impiego è in condizioni dinamiche. Devono adeguare le velocità molto rapidamente. Il carico è costituito prevalentemente dal momento d'inerzia del carico.

Questa tipologia deve essere sovradimensionata ($I_{max} tollerabile \gg I_{nom}$). Devono avere piccola inductance e piccola induttanza di armatura. (Un gradino di coppia comporta un gradino di corrente. L'aumento di corrente si comporta come un transitorio RL).

Queste esigenze vengono soddisfatte da motori a magneti permanenti o servo-motori. Vengono forniti i seguenti dati:

V_a : tensione di armatura

ω_{20} : velocità funzionamento a vuoto (o velocità max)

$I_{a, nom}$

$I_{a, max}$

$$K_T \text{ o } K_e: \left[\frac{Nm}{A} \right] \text{ o } \left[\frac{Vs}{rad} \right] = K \Phi$$

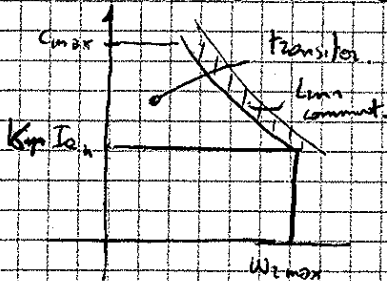
$$C_{max} = K_T I_{a, max}$$

$$C_m = K_T \Phi I_a$$

$$E_a = K_e \omega_2$$

$I_{a, max}$ viene determinato dal problema della smagnetizzazione dei magneti permanenti.

Questi dati determinano nel piano di sfruttamento del motore un rettangolo



in cui il motore può essere sfruttato continuamente. Solo la caratteristica di coppia utilizzabile all'interno del rettangolo possono essere usate permanentemente.

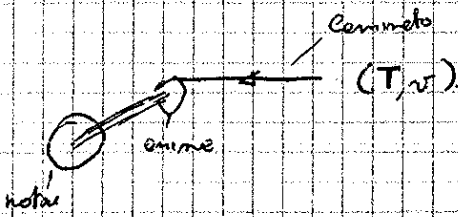
C'è anche una zona vagante, perbolica in cui il motore può essere usato transitoriamente. Se si supera $I_{a, max}$ si riduce la smagnetizzazione del motore. Alcuni costruttori forniscono anche una zona di "limite di commutazione".

Limiti max di temperatura dei motori sono prossimi ai $100^\circ C$ a causa dei magneti permanenti che si smagnetizzano col calore. Per questo vengono fornite la resistenza termica del motore $R_{th} \left[\frac{^\circ C}{W} \right]$. La coppia nominale è molto piccola,

La dimensione è molto piccola. ($C_m = K \Phi I$ Φ determina quanto ferro e I quanto rame), le dimensioni non dipendono strettamente dalla potenza ma dalla coppia.

Motori per mandrini

Esempio: avvolgimento di un Conimato su un'amina.



$P_m = T \cdot v$ richiesta costantemente durante tutta la fase di avvolgimento.

Scegliamo il motore in modo da coprire a P_m tutti i possibili utilizzi.

Il rotolo avrà un raggio interno r_i ed uno esterno r_e .

Il motore dovrà avere velocità massima quando il raggio è minimo, infatti:

$\omega_{max} = \frac{v}{r_i}$ infatti in questo caso la coppia è la minima possibile $C_{min} = r_i T$.

Nelle condizioni di raggio esterno $\omega_{min} = \frac{v}{r_e}$ e $C_{max} = r_e T$.

$\frac{C_{max}}{C_{min}} = \frac{\omega_{max}}{\omega_{min}} = \frac{r_e}{r_i}$, come fuoco ad ottenere una regolazione in

modo da coprire tutti i punti della curva. Posso regolare

la tensione di armatura.

$V_{a,max} \approx K \Phi_a \omega_{max}$, $I_{a,max} = \frac{C_{max}}{K \Phi_a}$

La potenza di alimentazione sarà regolata da:

$P = V_{a,max} \cdot I_{a,max} = \omega_{max} C_{max}$ - Poiché $C_{max} \cdot \omega_{min} = P_m$

Il mio motore sarà di potenza P_m , ma la potenza dell'alimentazione sarà

$P_m \frac{\omega_{max}}{\omega_{min}}$ - la regolazione di armatura è inefficiente perché richiede un alimentatore che fornisca più energia di quella serve.

Possiamo regolare il motore di campo.

$K \Phi_a \propto \frac{1}{\omega_2}$ - in questo caso C_m viene prodotta con una corrente $I_a = I_{a,max} = \text{cost}$. In particolare $C_m = \frac{h}{\omega_2} I_{a,max}$

La potenza di alimentazione sarà $V_{a,min} \cdot I_{a,max}$ -

la regolazione produce caratteristiche che si inclinano in modo da avere la coppia richiesta sempre con la stessa corrente. I motori e mandrini hanno un avvolgimento di eccitazione e non sono mai e magneti permanenti.

$\frac{\omega_{max}}{\omega_{min}}$ è il rapporto di deflusso. Oltre al P_u (potenza utile)

l'utente deve tenere presente il rapporto di deflusso e $P = \text{cost}$.

Tanto maggiore è $\frac{\omega_{max}}{\omega_{min}}$ tanto più è elastico (migliore) il motore.