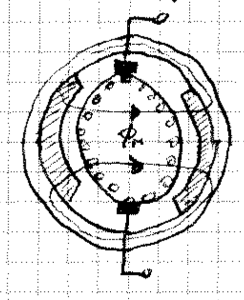
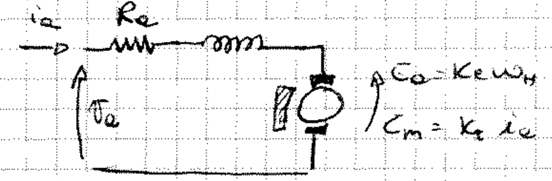
LA MACCHINA in C.C.

Noi ci occupiamo della macchina a magneti permanenti.



$$E_a = K \Phi_u \omega = K_E \omega \qquad K = \frac{Z}{2\pi}\frac{p}{a}$$

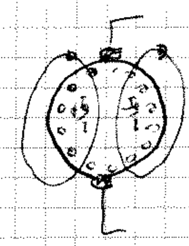
$$C_m = K \Phi_u I_a = K_T I_a$$



$$v_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + K_e \omega_M$$

$$v_a = R_a i_a + \frac{d\lambda_a}{dt} \quad \text{viste in precedenza}$$

Le due equazioni sono diverse. Ciò è dovuto al commutatore!!



In questo caso il conduttore ruota, ma le linee di campo restano ferme. Di conseguenza le due equazioni sono entrambe giuste. il problema sta nel calcolo della derivata $\frac{d\lambda_a}{dt}$.

I due avvolgimenti sono in quadratura e quindi è giusto scrivere $\lambda_a = L_a i_a$.

Scriviamo le equazioni dinamiche

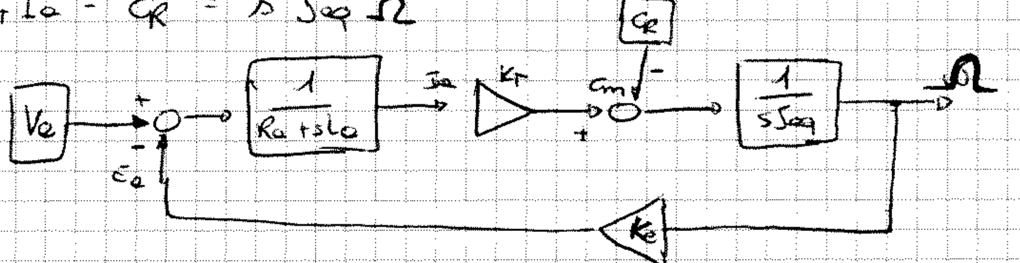
$$\begin{cases} v_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + K_E \omega_M \\ K_T i_a - C_R = J_{eq} \frac{d\omega}{dt} \end{cases}$$

$$\dot{X} = A X + B \qquad \begin{vmatrix} \frac{di_a}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} \end{vmatrix} = \underbrace{\begin{vmatrix} -\frac{R_a}{L_a} & -\frac{K_e}{L_a} \\ \frac{K_t}{J_{eq}} & 0 \end{vmatrix}}_{A} \begin{vmatrix} i_a \\ \omega \end{vmatrix} + \underbrace{\begin{vmatrix} \frac{v_a}{L_a} \\ -\frac{C_R}{J_{eq}} \end{vmatrix}}_{B}$$

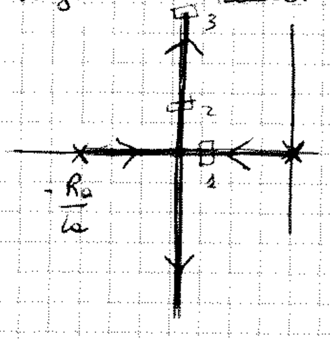
Passiamo nel dominio di Laplace

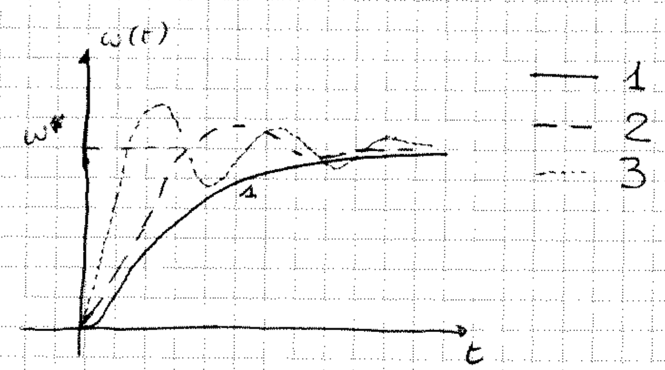
$$V_a = R_a I_a + s L_a I_a + K_e \Omega$$

$$K_T I_a - C_R = s J_{eq} \Omega$$



Luogo delle radici





Per trovare i poli anello chiuso

$$|A - Is| = 0$$

$$\det \begin{vmatrix} -\frac{R_a}{L_a} - s & -\frac{K_e}{L_a} \\ \frac{K_T}{J} & -s \end{vmatrix} = 0 \qquad \left(-\frac{R_a}{L_a} - s\right)(-s) + \frac{K_e K_T}{J L_a} = 0$$

$$s^2 + \underbrace{\frac{R_a}{L_a}}_{1/\tau_a} s + \underbrace{\frac{K_e K_T}{J_{eq} L_a}}_{\frac{1}{\tau_a \tau_m}} = 0$$

τ_a: costante di tempo elettrica quando la parte meccanica non dà problemi (ω = costante)

τ_m: costante di tempo meccanica quando la parte elettrica non dà problemi (si trascura la $\frac{di_a}{dt}$)

$$\begin{cases} v_a = R_a i_a + L_a \cancel{\frac{di_a}{dt}} + K_e \omega \quad = 0 \\ K_T i_a - C_R = J_{eq} \frac{d\omega}{dt} \end{cases} \qquad \begin{cases} i_a = \frac{v_a - K_E \omega}{R_a} \\ \frac{K_T v_a}{R_a} - \frac{K_T K_e}{R_a}\omega - C_R = J_{eq}\frac{d\omega}{dt} \end{cases}$$

$$J_{eq} \frac{d\omega}{dt} + \frac{K_T K_e}{R_a}\omega = \frac{K_T v_a}{R_a} - C_R$$

$$\Downarrow$$

$$\tau_m = \frac{J_{eq} R_a}{K_T K_e}$$

l'equazione precedente ($s^2 + \dots = 0$) diventa

$$s^2 + \frac{s}{\tau_a} + \frac{1}{\tau_a \tau_m} = 0$$

$$s_{1,2} = \frac{-\frac{1}{\tau_a} \pm \sqrt{\frac{1}{\tau_a^2} - 4\frac{1}{\tau_a \tau_m}}}{2} = \dots$$

Vediamo quando i poli anello chiuso rimangono reali

$$\frac{1}{\tau_a^2} - 4\frac{1}{\tau_a \tau_m} \geq 0 \qquad \frac{1}{\tau_a} \geq \frac{4}{\tau_m} \qquad \boxed{\tau_a \leq \frac{\tau_m}{4}}$$

Definiamo $\alpha = \frac{C_{max}}{J_{eq}}$ la massima accelerazione angolare che la macchina può gestire.

Dobbiamo capire come varia il comportamento della macchina al variare delle dimensioni.

Definiamo ρ: la variazione delle dimensioni radiali
γ: la " " delle dimensioni assiali

La variazione di dimensione della macchina la faccio a $B = cost$ e $\sigma = cost$ (σ densità di corrente)

Il ragionamento va bene per piccole variazioni; infatti le perdite sono proporzionali al volume $(\rho^2\gamma)$, ma le superfici di scambio sono proporzionali a $\rho\gamma$. In questo modo la macchina si scalda.

Inoltre nelle macchine cc la velocità periferica è $\propto \rho$ mentre $I_n \propto \rho^2$. Questo danneggia la commutazione.

$I_n' = \rho^2 I_n$ con il pedice ' si intende la macchina ridimensionata

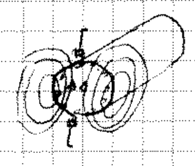
$K_e' = K_T' = K\Phi_n' = \rho\gamma K\Phi_n$

$C' = K_T' I_n' = \rho^3\gamma C$

$J_{eq}' = \rho^4\gamma J$ $\qquad J_{eq} = \frac{1}{2} M r^2$

$R_a' = \gamma/\rho^2 \, R_a$

$L_a' = \gamma L_a$



$$L_a = \frac{\lambda_a}{i_a} = \frac{N^2}{R_{eq}} = \frac{N^2}{\frac{l_{eq}}{\mu_0 S_{eq}}} \qquad \left.\begin{matrix} l_{eq} \propto \rho \\ S \propto \rho\gamma \end{matrix}\right\} \Rightarrow L_a \propto \gamma$$

Quindi
$$\boxed{\begin{matrix} \alpha' = \frac{\alpha}{\rho} \\ \tau_a' = \rho^2 \tau_a \\ \tau_m' = \tau_m \end{matrix}}$$

Si nota che γ non influenza le prestazioni dinamiche. Se la macchina ha grande diametro diventa pigra. Inoltre si va sempre più verso l'oscillazione.

Se si ha bisogno di macchine più pronte (cioè a grandi prestazioni dinamiche) si sceglie un ~~un~~ macchina allungata