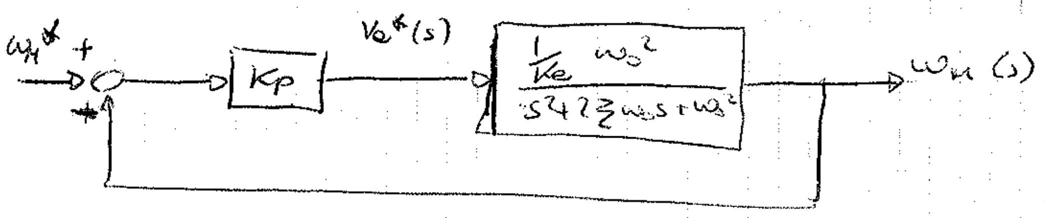
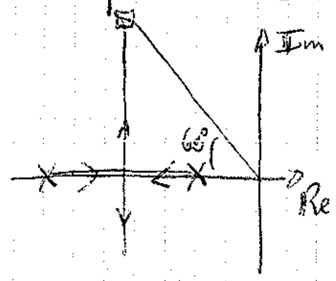
Regolazione di velocità di un motore cc.



L'obiettivo è ottenere il sistema ideale
Questo metodo funzionicchia. Nel motore 1 considerato nella sez. precedente il luogo delle radici aveva due poli reali distinti:

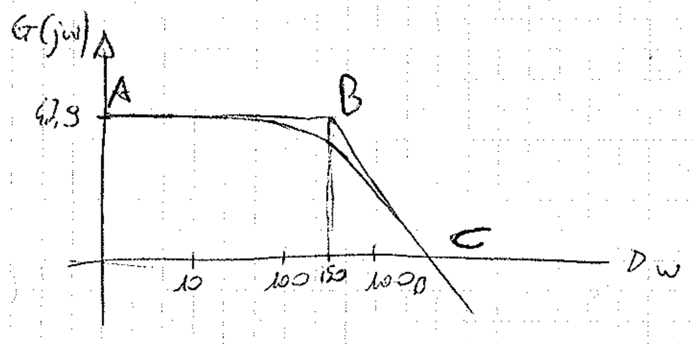


L'obiettivo è ottenere $\xi = 0{,}5$. In questo caso q è possibile farlo, ma non è il metodo più efficace.
Funzionicchia perché l'errore di velocità moltiplicato per K_p viene la V_e. V_e ha effetti su ω_m e su I_e

Bisogna tenere presente che la corrente che passa nel motore passa anche nel convertitore.

Digressione sui diagrammi di Bode

Consideriamo la funzione $G(s) = \dfrac{250}{\frac{s}{150}+1}$



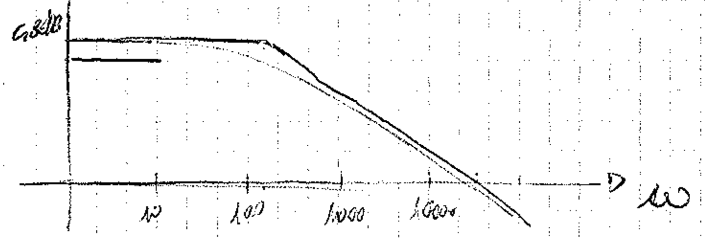
espressione del diag. bode vero

$$|G(j\omega)| = \left|\frac{250}{\frac{j\omega}{150}+1}\right| = \left|\frac{150\cdot 250}{j\omega+150}\right| = \frac{150\cdot 250}{\sqrt{\omega^2+150^2}}$$

AB - $G(j\omega) = 48\,dB$

per $\omega \to \infty$ $\log_{10}|G(j\omega)| = \log_{10}\left|\frac{150\cdot 250}{\omega}\right| =$

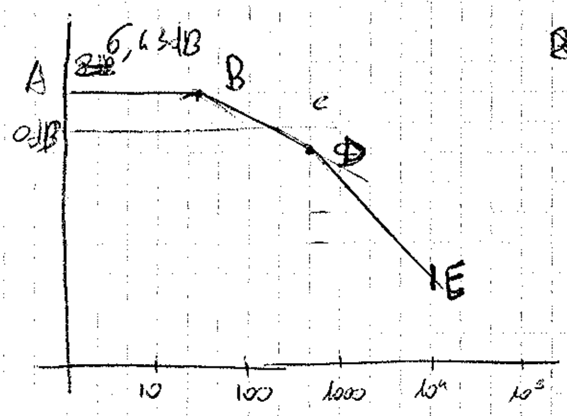
$= \log_{10}(150) + \log_{10}(250) - \log_{10}(\omega)$ Se ω aumenta di 10 volte $\log_{10}|G(j\omega)|$ diminuisce di 1 e quindi il diag. di bode scende di 20 dB.
Il modulo di $G(j\omega)$ vale 1 se $\omega = 250\cdot 150 = 37500$



Consideriamo $\frac{\omega_M}{V_a} = \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2} = G(s)$

$$|G(s)| = \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{|(j\omega)^2 + 2\zeta\omega_0 j\omega + \omega_0^2|} = \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{|-\omega^2 + 2\zeta\omega_0 j\omega + \omega_0^2|}$$

$$= \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2-\omega^2)^2 + (2\zeta\omega_0\omega)^2}}$$



$\frac{1}{Ke} = 2,096 = 6,63$ dB

Tratto AB $|G(j\omega)| = 6,63$ dB

tratto BD $y = \frac{K}{x}$ $K = 58,7$ $y = \frac{58,7}{x}$

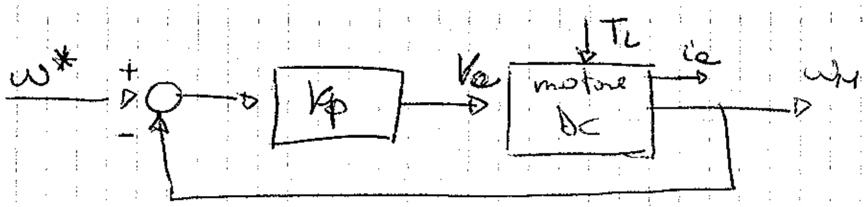
tocca l'asse 0 dB per $x = 58,7 \frac{rad}{s}$

D $(395, -16,56\,dB)$

Il punto E* è il punto dove finisce il diagramma.

per $\omega \to \infty$ $|G(j\omega)| = \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{\sqrt{\omega_0^4 (2\zeta\omega\omega)^2}} \simeq \frac{\frac{1}{Ke}\omega_0^2}{\omega^2}$

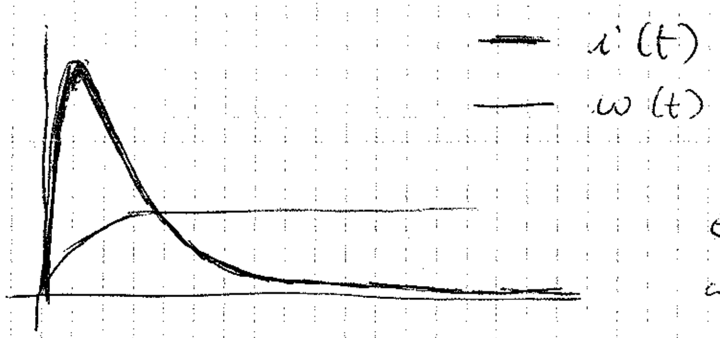
$$|G(10^4)| = 2,32\cdot 10^{-4} = -72,7\,dB$$



ω^*: velocità di riferimento.

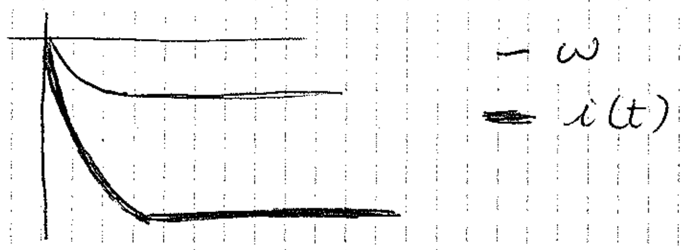
Nel motore DC entra un disturbo (T_L) ed esce una grandezza I_a

input: $V_a = V_{nom} \cdot u(t) = [V_{pu} = 1] \cdot u(t)$



la corrente fa un impulso grande (≈ 3 volte I_{nom}).
E' quindi necessario un convertitore che riesca a sopperire a queste correnti.

Se entro con un gradino di coppia, cosa capita?
ω decresce ed i anche

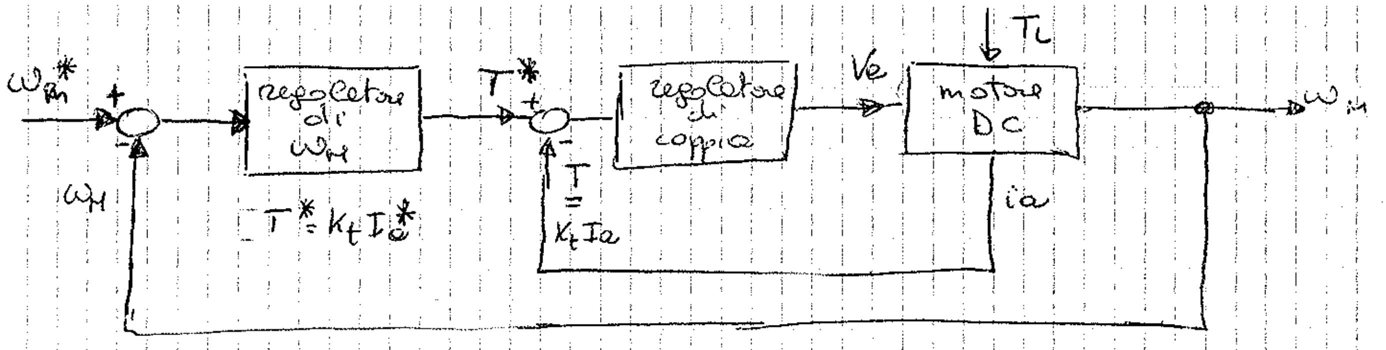


Consideriamo il motore fermo, ma pronto per essere alimentato. Applico un gradino di coppia che fa girare il motore. (inizia anche a circolare corrente nell'armatura).
Se voglio tenere il motore fermo devo fare in modo che i_a contrasti la coppia. In un motore dc non posso avere una corrente a gradino (perché c'è l'induttanza).

$T_L - T = J \frac{d\omega}{dt} = 0 \qquad T_L = T \Rightarrow T_L = K_T \, i_a$.

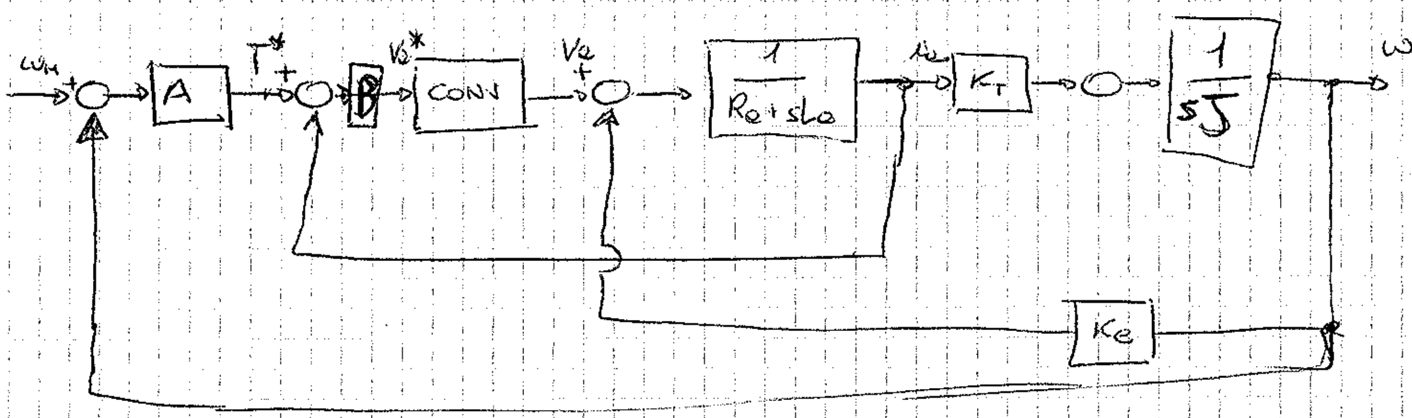
Questo può essere ottenuto variando la tensione di armatura.

Lo schema precedente viene integrato in uno schema più grande che funziona meglio.



Questo è un controllo ad anelli concentrici:
- anello interno: si chiama "di coppia (o di corrente)"
- anello esterno: di velocità

Riscriviamo lo schema a blocchi in modo dettagliato



A: regolatore di velocità
B: regolatore di coppia / corrente
CONV: convertitore

Si ha l'intersezione di 2 retroazioni: quella di corrente ed una interna al motore.
Questa intersezione dà fastidio perché tipicamente si studia l'anello interno e poi quello esterno. Se si ha l'intersezione di due retroazioni lo studio è più difficile.

CONV: entra un comando che dice di volere una tensione V_a^* ed esce una tensione V_a. (che in teoria dovrebbero essere uguali).

A e B: bisogna decidere che tipo di regolatori ci sono.

Ridisegniamo lo schema a blocchi in modo da avere gli anelli concentrici.

(16)

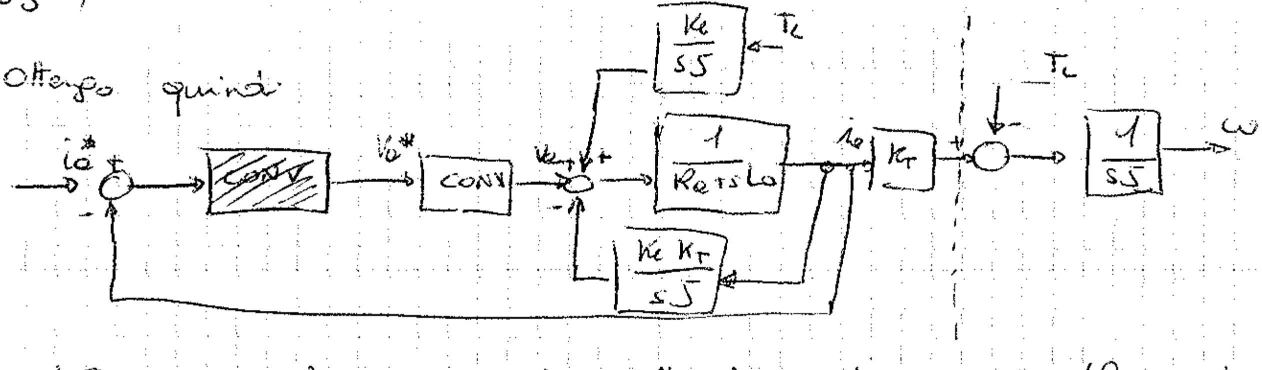
Spostiamo K_e a sx (a monte dell $\frac{1}{sJ}$)

$$K_e \to \frac{K_e}{sJ}$$

Spostiamo $\frac{K_e}{sJ}$ davanti alla derivazione e sposto ancora

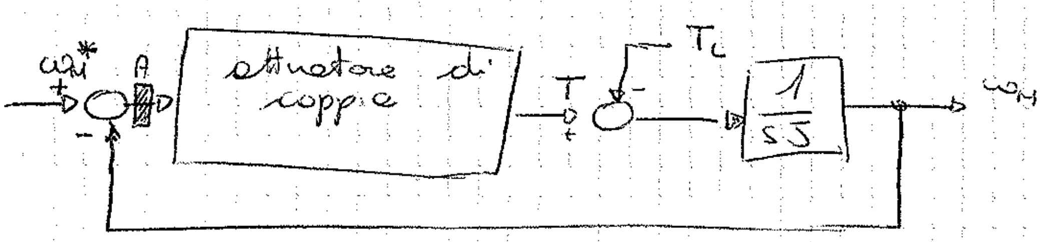
$\left(\text{deriv} + \frac{K_e}{sJ}\right)$ davanti a K_T.

Ottengo quindi



Questo blocco si chiama anche attuatore di coppia (fino a deriv. di T_L esclusa)

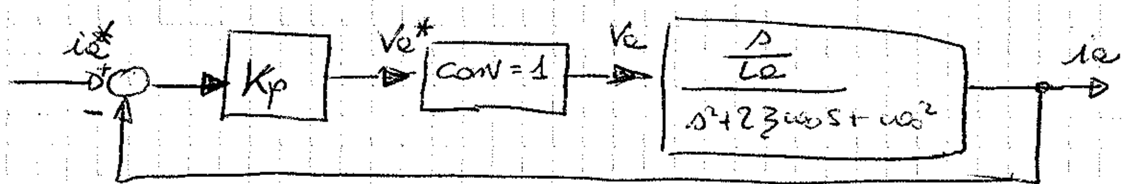
I disturbi sono dovuti a T_L che entra nell'anello di corrente, ma anche in quello di velocità



A: regolatore di velocità.

Per prima cosa bisogna studiare l'attuatore di coppia.

Occupiamoci ora dell'anello di corrente (o di coppia)



consideriamo $T_L = 0$

Questa rete (che è la più semplice che si può pensare) funziona?

Supponiamo di entrare con $i_a^*(t) = I_a^* u(t)$

$$\lim_{t\to\infty} i_a^*(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot \frac{I_a^*}{s} \frac{\frac{s}{L_a} \cdot K_p}{s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^2} \cdot \left(\frac{1}{1 + K_p \frac{s/L_a}{s^2+2\xi\omega_0 s+\omega_0^2}} \right) = 0$$