CONTROLLO INDIPENDENTE AI GIUNTI (DECENTRALIZZATO)

se non possiamo calcolare il modello dinamico del robot o se le incertezze sui parametri di tale modello sono troppo grandi non possiamo ricorrere al controllo centralizzato a dinamica inversa.

Ci si deve accontentare di uno schema + semplice ma dalle prestazioni molto + limitate (minori velocità e accelerazioni x limitare l'insorgere di vibrazioni e instabilità):

ciascun giunto del robot è visto come un sistema SISO del quale si deve controllare la posizione e/o la velocità e/o l'accelerazione.

Si tratta in ultima analisi di controllare la velocità angolare e la posizione dell'albero di un motore elettrico:

la P(s) da controllare dipende molto dal tipo di azionamento scelto e in misura minore dalle caratteristiche del robot.

Se in particolare consideriamo un motore in corrente continua controllato sulla tensione di armatura $V_a(s)$ la sua f.d.t. risulta essere

$$P(s) = \frac{\Omega(s)}{V_a(s)} = \frac{1/K_e}{(1+\tau_m s)(1+\tau_e s)} \Rightarrow P(s) = \frac{\theta(s)}{V_a(s)} = \frac{1/K_e}{s(1+\tau_m s)(1+\tau_e s)}$$

e la dipendenza con la dinamica del robot è limitata al solo momento d'inerzia J nell'espressione della costante τ_m del polo meccanico $\tau_m = \frac{R_a J}{K_e K_t}$ mentre l'altro polo dipende da soli parametri elettrici e viene detto infatti polo elettrico:

$\tau_e = \frac{L_a}{R_a}$. È anche vero, però, che spesso si verifica la condizione $\tau_m \gg \tau_e$ quindi il motore presenta un solo polo (dominante), quello meccanico, $P(s) \simeq \frac{1/K_e}{(1+\tau_m s)} = \frac{K_m}{1+\tau_m s}$

Infine due osservazioni

- il controllo appena presentato funziona tanto meglio quanto più è piccolo il momento d'inerzia che l'albero motore vede a causa del carico presente sul giunto; in particolare è utile la presenza di riduttori poiché in tal caso $J = J_m + K_r^2 J_c$ dove $K_r = \frac{\omega_m}{\omega_c}$

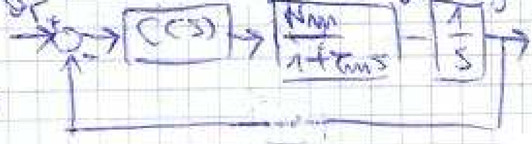
in caso di accoppiamento indiretto, invece $J = J_m + J_c$ e tutte le variazioni di J_c si ripercuotono sulla P(s).

- nel controllo centralizzato a dinamica inversa non era necessario considerare il modello del motore perché gli ingressi controllanti sono le coppie τ degli attuatori!

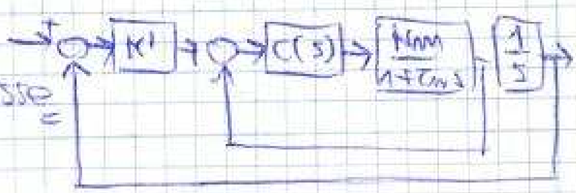
se un motore in c.c. viene pilotato sulla corrente I_a, allora sviluppa una coppia direttamente proporzionale ad I_a secondo la legge

$C_m = K_m I_a$

CONTROLLO DECENTRALIZZATO CON RETROAZIONE DI POSIZIONE-VELOCITÀ



A seconda che si abbia a disposizione il solo trasduttore di posizione o anche quello di velocità (compreso il caso in cui un blocco opportuno calcola ω per derivazione di θ) si può ricorrere ad uno dei due schemi in figura.



In entrambi i casi sul ramo diretto deve essere presente un regolatore P-I del tipo

$$C(s) = \frac{K_I}{s} + K_P = K_I\left(\frac{1+sT_P}{s}\right) \quad \text{dove } T_P = \frac{K_P}{K_I}$$

che permette di annullare l'errore a regime.

In entrambi i casi calcolando la $W(s) = \frac{\theta(s)}{\theta_r(s)}$ ad anello chiuso risulta la presenza di una coppia di poli complessi coniugati

- nel caso di sola retroazione di posizione una volta scelti i valori desiderati per ξ ed ω_n (valori tipici $\xi = 0,5$ ed $\omega_n = 5$) risultano determinati i parametri del regolatore (K_P e K_I)
- nel caso di retroazione doppia dobbiamo scegliere anche K' e quindi abbiamo un grado di libertà aggiuntivo: lo utilizziamo per avere un fattore di reiezione al disturbo (che entra come $P(s)$ sotto forma di coppia resistente) $X_R = K_I K'$ per cui
  - ξ, ω_n determinano K_P e K_I
  - noti K_I e X_R si deduce K'