Lezione 24/03/2004

a) Controllo di manipolatori: architetture, controllo a giunti indipendenti, modello dinamico motore-riduttore (vedi file pdf “Controllo di Manipolatori Rigidi”).

CONTROLLI & CONTROLLORI

+ SUPERVISIONE

ARCHITETTURE POSSIBILI
(SENSORI AI GIUNTI)
POSIZIONI & VELOCITÀ ?
NO, DI SOLITO

- CONTROLLO
  - A GIUNTI INDIPENDENTI
  - INDIPENDENTE AI GIUNTI

(*) + usata nella pratica.

(*) nello spazio libero

- CONTROLLO : A COPPIA CALCOLATA o DINAMICA INVERSA

- CONTROLLO DI FORZA
- CONTROLLO IBRIDO : FORZA - POSIZIONE
- CONTROLLO ADATTATIVO

A Giunti indipendenti + PID
è la tecnica + usata

Modello matematico del robot
(quando assumo sia rigido)

$$H(\underline{q})\ddot{\underline{q}}(t) + C(\underline{q},\dot{\underline{q}})\dot{\underline{q}}(t) + B(\dot{q}) + \underline{g}(\underline{q}) = \underline{\tau}$$

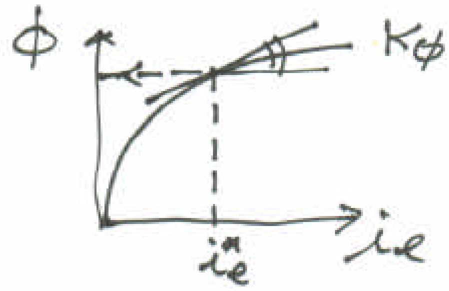
$\underline{\tau} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \vdots \\ \tau_6 \end{bmatrix}$ viene fornita da 6 motori

modellare il motore + motoriduttore

MODELLO MOTORE E RIDUTTORE

- Circuito di eccitazione

$$\phi = K_\phi i_e$$
$$\phi = \text{costante}$$



- Circuito di armatura

$$L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + E = v_a$$
$$\Downarrow$$
$$L_a \frac{di_a}{dt} = v_a - E - R_a i_a$$
$$E = k_\omega \phi = K_\omega \omega_m$$

$$\tau_m = k'\phi\, i_a = K_\tau\, i_a$$

$$i_a = \frac{\tau_m}{K_\tau}$$

$$E\, i_a = K_\omega \omega_m \cdot \frac{\tau_m}{K_\tau} = \boxed{\frac{K_\omega}{K_\tau}}\, \omega_m \tau_m$$

$$\frac{K_\omega}{K_\tau} \simeq (\leq)\, 1 \qquad K_\omega \leq K_\tau$$

$$K_\omega \simeq K_\tau$$

coppia resa

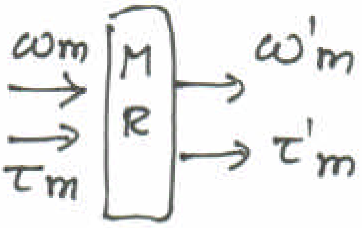
$$\tau_m - \tau_p = \tau_r$$

coppia persa (inerzie motore, attriti)

$$\tau_p = J_m \ddot{\theta}_m + \beta_m \dot{\theta}_m$$

$\dot{\omega}_m$ $\qquad$ ω_m

$$r = \frac{N'}{N} > 1 \qquad 50 \div 200$$



$$\omega_m \tau_m = \omega'_m \tau'_m$$

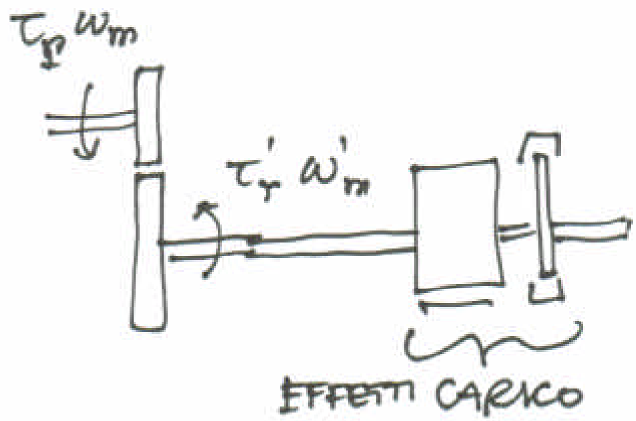
$$\frac{\omega_m}{\omega'_m} = r \quad \text{veloc. diminuisce}$$

$$\frac{\tau_m}{\tau'_m} = \frac{1}{r} \quad \text{coppia aumenta}$$

$$\omega_m \underset{\substack{\uparrow \\ \tau_p}}{\tau_m} = \omega'_m \underset{\substack{\uparrow \\ \tau'_r}}{\tau'_m}$$

$$\tau'_r = r\tau_r = r(\tau_m - \tau_p) = r\Big[\tau_m - J_m \underset{\substack{\downarrow \\ r\dot{\omega}'_m}}{\dot{\omega}_m} - \beta_m \underset{\substack{\downarrow \\ r\omega'_m}}{\omega_m}\Big]$$

$$= r\tau_m - r^2 J_m \dot{\omega}'_m - r^2 \beta_m \omega'_m$$



$$H(\underline{q})\,\ddot{\underline{q}} + C(\underline{q},\dot{\underline{q}})\,\dot{\underline{q}} + \underline{B}(\dot{\underline{q}}) + \underline{g}(q) = \underline{\tau}$$

$q, \dot{q}, \ddot{q}$ sono quelle a valle dei motoriduttori

$$\tau'_{r,i} = \sum_{j=1}^{n} H_{ij}\,\ddot{q}_j + \sum\sum h_{ijk}\,\dot{q}_j\dot{q}_k + \underbrace{\text{ATTRITO}_i}_{\beta_{b,i}\,\dot{q}_i} + g_i + \tau'_{Fi}$$

coppie dell'ambiente manipolato

$$\tau'_{r,i} = H_{ii}\,\ddot{q}_i + \beta_{b,i}\,\dot{q}_i + \sum_{j\neq i}^{n} H_{ij}(\ddot{q}_j) + \tau'_{c,i} + \tau'_{g,i} + \tau'_{Fi}$$

CORIOLIS

GRAVITAZ.

FORZE ESTERNE

$$\Downarrow$$

$$\tau'_{r,i} = J_{b,i}\,\frac{\ddot{\theta}_{mi}}{r_i} + \beta_{b,i}\,\frac{\dot{\theta}_{mi}}{r_i} + \tau'_{M,i} + \tau'_{c,i} + \tau'_{g,i} + \tau'_{F,i}$$

motoriduttore i-esimo