

Rete PD con compensazione della gravità 1

- $\hat{M} \doteq I$

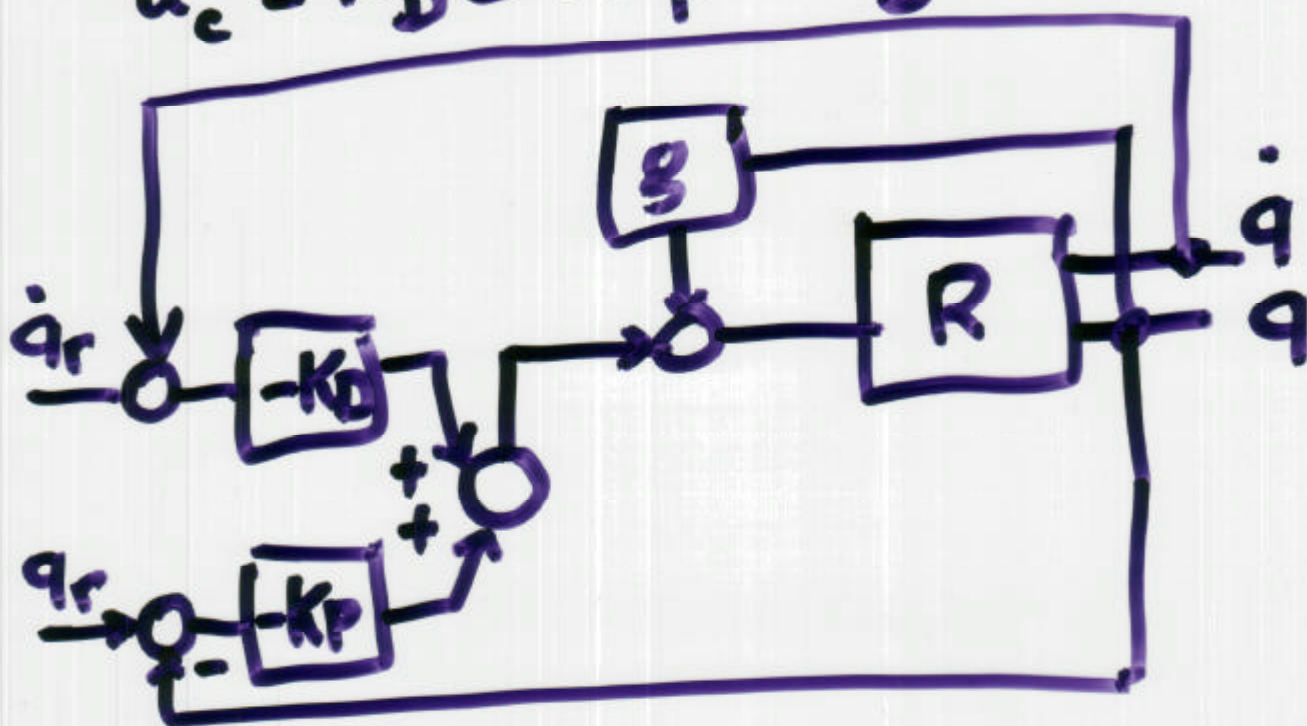
- $\hat{h} \doteq g(q) - \ddot{q}_r$

controllo
linearizzante
INNER
LOOP

OUTER LOOP PD

$$\underline{u_c} = -K_D \underline{\dot{e}} - K_P \underline{e}$$

$$u_c = K_D \dot{e} + K_P e + g(q)$$



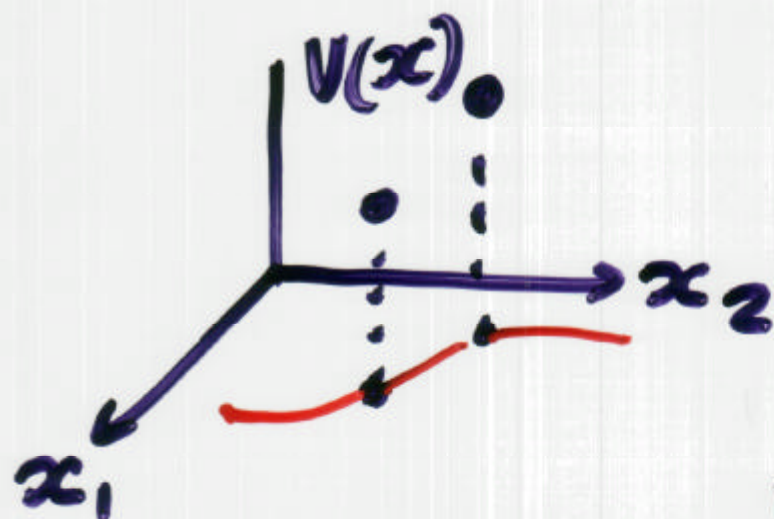
CONTROLLO NONLINEARE

SIST + CONTROLLO SONO STABILI

FUNZIONI DI LYAPUNOV

Funzione di stato

$V(\underline{x}) \rightarrow \text{reale}$



$V(\underline{x}) > 0 \quad \forall \underline{x}$

$V(x)$ def. pos.

$V(x) = 0$

per $\underline{x} = \underline{x}_0$



$$\dot{V}(x) = \frac{\partial V}{\partial x} \dot{x}$$

↑ qui entra l'equazione di stato

$$\dot{V}(x) < 0$$

ALLORA IL SIST.
È ASINT. STABILE

$$V(x) = \frac{1}{2} \dot{q}^T M(q) \dot{q} + \frac{1}{2} e^T K_p e$$

↑
> 0
energia cinetica

↑
> 0
energia "elastica"

$$e = q_r - q$$

$$\dot{V}(x) = \dot{q}^T M(q) \ddot{q} + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M} \dot{q} - \dot{q}^T K_p e$$

$$(\underline{a}^T B \underline{c})^T = \underline{c}^T B^T \underline{a}$$

$$H + J_m$$

$$\frac{1}{2} \dot{x}^2(t) = \frac{2}{2} \dot{x}(t) \ddot{x}(t)$$

$$\dot{V}(x) = \dot{q}^T \underbrace{M(q)}_{\text{?}} \ddot{q} + \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M} \dot{q} - \dot{q}^T K_p e$$

4

$$M(q) \ddot{q} = K_p e - (K_D + B) \dot{q} - C(\cdot) \dot{q}$$

$$\dot{V}(x) = \dot{q}^T [K_p e - (K_D + B) \dot{q} - C(\cdot) \dot{q}]$$

$$+ \frac{1}{2} \dot{q}^T \dot{M} \dot{q} - \dot{q}^T K_p e$$

$$= -\dot{q}^T (K_D + B) \dot{q} + \frac{1}{2} \dot{q}^T [\dot{M} - 2C] \dot{q} \equiv 0$$

$\dot{M} - 2C$ is antisymmetric

$$\dot{V}(x) = -\dot{q}^T (K_D + B) \dot{q}$$

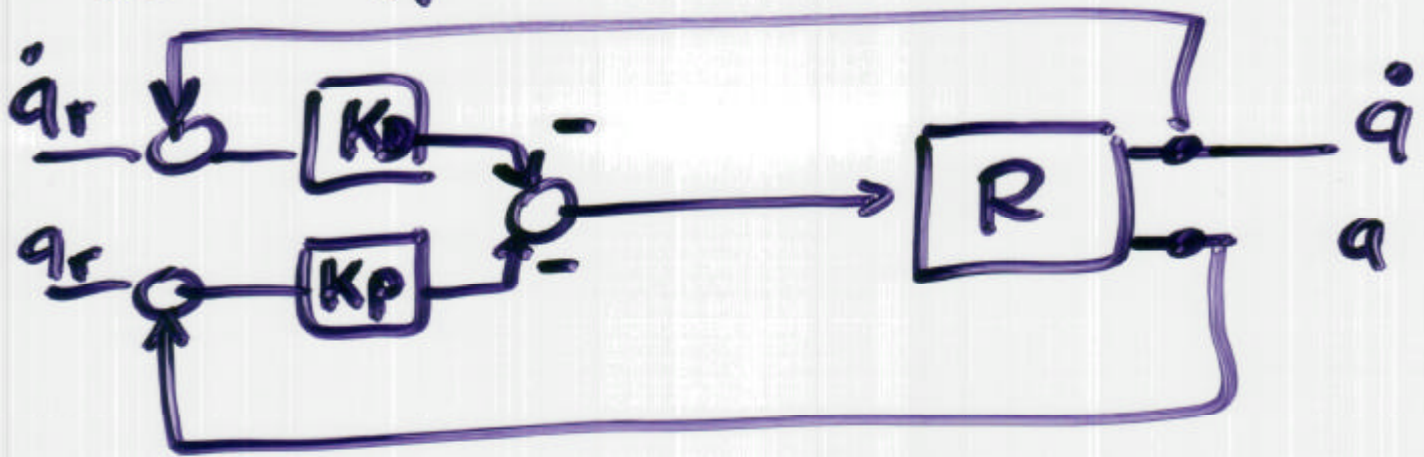
$$x = \begin{bmatrix} q \\ \dot{q} \end{bmatrix}$$

CONTROLLO GIUNTI INDIPENDENTI

5

- $\hat{M} = I$

- $\hat{h} = -\ddot{q}_r$



$V(x)$ come prima

$$\dot{V}(x) = -\dot{q}^T (K_D + B) \dot{q} - \dot{q}^T g(q)$$

$$K_P e = 0 \quad K_P e = g(q)$$

$$q(t) \neq q_r(t)$$

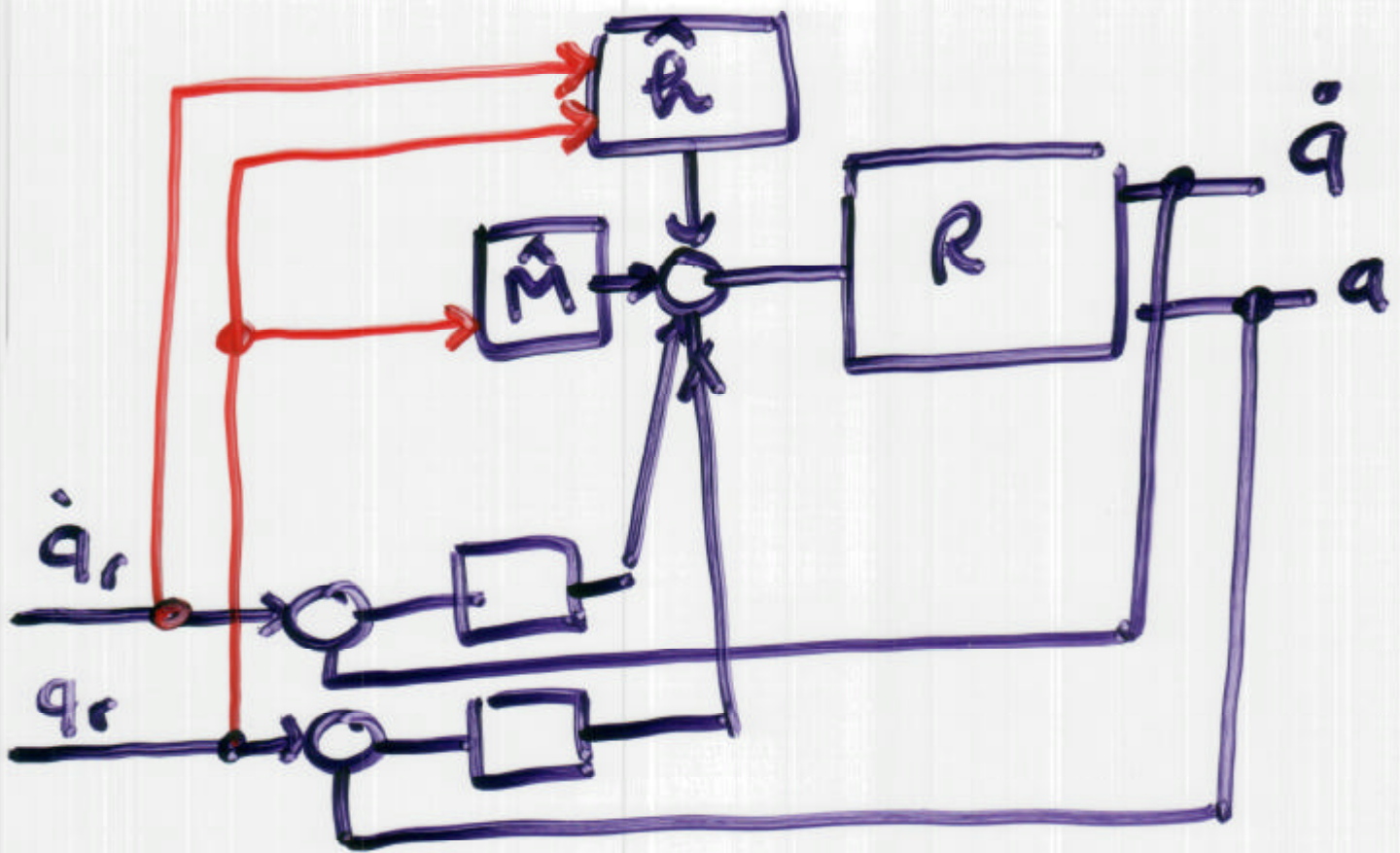


possiamo compensare
con termine I

CONTROLLO A DINAMICA INVERSA FEED FORWARD

$$\hat{M} = M(q_r)$$

$$L = L(q, \dot{q})$$



5 MAGGIO 2006

PAUSE 8 & ? MORE 11:00

SENSORI

7

- PROPRIO SENSORI
CETTORI

- ETEROCETTORI

SENSORI DI POSIZIONE

- ENCODER
 - RESOLVER
- ASSOLUTI
REATIVI / INCREMENTALI

