

Controllo del moto e robotica industriale

(Prof. Rocco)

Appello del
18 Febbraio 2009

Cognome:.....

Nome:

Matricola:.....

Firma:.....

Avvertenze:

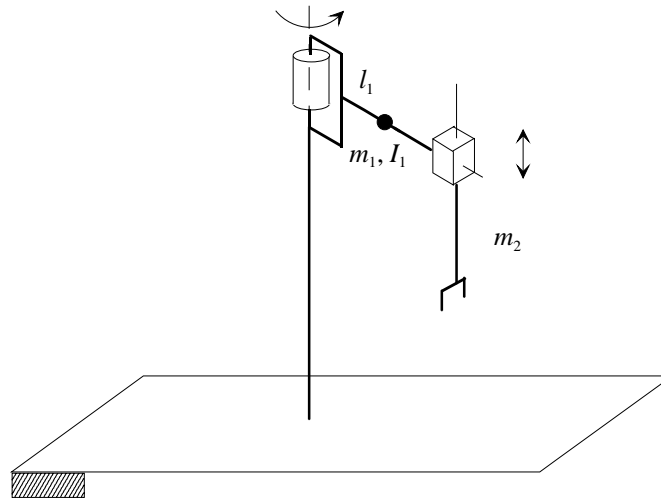
- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina). Tutte le pagine utilizzate vanno firmate.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare il retro del frontespizio del fascicolo.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

Firma:.....

Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente

Esercizio 1

Si consideri il manipolatore riportato in figura, in cui il momento di inerzia del secondo link intorno ad un asse verticale passante per il suo baricentro è trascurabile:



1.1 Si posizionino sulla figura stessa le terne di Denavit-Hartenberg.

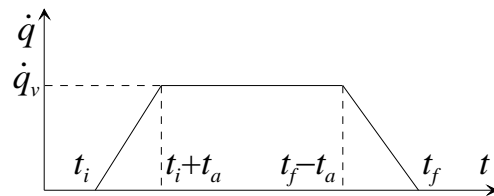
1.2 Si determini l'espressione della matrice di inerzia del manipolatore, con il metodo che prevede il calcolo degli Jacobiani dei baricentri dei link del manipolatore.

1.3 Si scriva il modello dinamico del manipolatore.

1.4 Si ponga ora $m_1 = 50$ Kg, $m_2 = 20$ Kg, $I_1 = 10$ Kg m², $a_1 = 1$ m, $l_1 = 0.5$ m. Per il primo giunto del manipolatore, assunto rigido, con rapporto di trasmissione $n_1 = 100$ e rapporto di inerzia $\rho = 1$, si determini il guadagno del regolatore PI di velocità in modo tale che la banda passante dell'anello di velocità sia pari a 200 rad/s.

Esercizio 2

Si consideri una traiettoria caratterizzata dal profilo di velocità trapezoidale riportato in figura:



2.1 Posto $t_i = 0$, $t_f = 5$, $\dot{q}_v = 2$, si determini il tempo di accelerazione t_a in modo tale che la distanza percorsa sia $h = 7$.

2.2 Si assuma ora come valore massimo di accelerazione ammissibile quello determinato al punto precedente per il tratto iniziale di accelerazione. Si supponga però che la velocità massima sia limitata a $\dot{q}_{\max} = 1$. Si determini il valore minimo del tempo di posizionamento in queste condizioni.

2.3 Si consideri ora un moto coordinato di più giunti di un manipolatore. Si spieghi in che modo è opportuno progettare i profili di velocità trapezoidali sui singoli giunti in modo che il moto di tutti i giunti termini allo stesso istante, qualora la durata della traiettoria non fosse specificata.

- 2.4** Si supponga di pianificare il moto dell'end effector nello spazio operativo. Volendo utilizzare un profilo di velocità trapezoidale, si spieghi a quale variabile scalare va attribuito tale profilo e come si può garantire che la velocità lineare dell'end effector non superi un valore limite prescritto.

Esercizio 3

- 3.1** Si scriva l'espressione della funzione di trasferimento di un filtro notch.

- 3.2** Si tracci il diagramma di Bode qualitativo del modulo della risposta in frequenza per un filtro notch, calcolando il valore che assume il picco del diagramma.

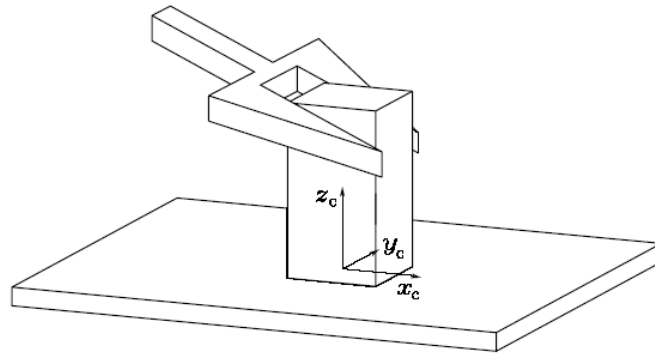
3.3 Si spieghi come può essere utilizzato un filtro notch in un sistema di controllo del moto, specificando in particolare in quale punto dello schema a blocchi di un controllore posizione/velocità potrebbe essere opportuno collocare un filtro notch.

3.4 Si scriva l'espressione della funzione di trasferimento di un filtro di input shaping, specificando per ciascun parametro da quale parametro fisico del sistema sotto controllo esso dipende.

Esercizio 4

4.1 Si spieghi sinteticamente che cosa si intende per controllo ibrido forza/posizione.

4.2 Con riferimento all'operazione di scivolamento su superficie piana, liscia e rigida:



si indichi quali sono i vincoli artificiali e quali i vincoli naturali.

4.3 Si consideri il problema di controllo della forza di interazione lungo la coordinata z : si progetti un controllore di forza che conferisca una banda passante di 20 rad/s.

4.4 Si illustri che cosa si intende per controllo di forza implicito e, con riferimento ad un meccanismo a singolo grado di libertà, si spieghi come conviene strutturare il relativo controllore di forza.