

# Controllo del moto e robotica industriale

(Prof. Rocco)

Appello del  
28 Febbraio 2007

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.

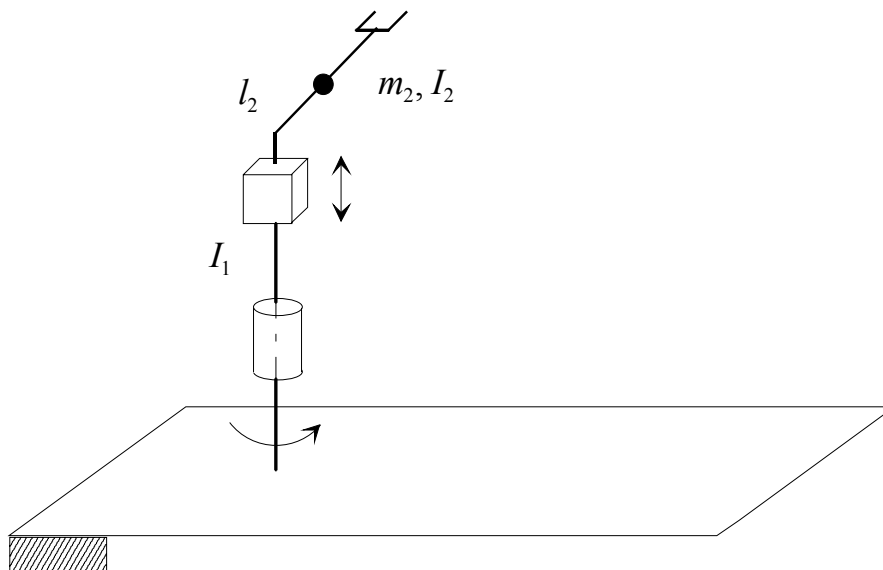
Firma:.....

---

**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:



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 completo del manipolatore.

**1.4** Si mostri che il modello dinamico determinato al punto precedente è lineare rispetto ad un opportuno insieme di parametri dinamici.

In quale schema di controllo viene sfruttata questa proprietà di linearità?

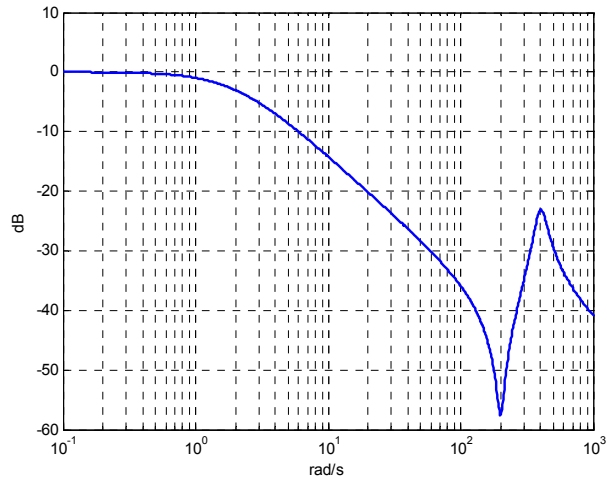
**Esercizio 2**

Si consideri il progetto del sistema di controllo di velocità per un servomeccanismo affetto da elasticità. Si conoscono i seguenti parametri fisici:

$$J_m = 0.2 \times 10^{-3} \text{ Kg m}^2 \text{ [momento di inerzia del motore]}$$

$$n = 50 \text{ [rapporto di trasmissione]}$$

- 2.1** Si supponga di chiudere un anello di velocità con un controllore che conferisce una banda passante molto ristretta. In queste condizioni si ottiene sperimentalmente il diagramma di Bode del modulo della risposta in frequenza del sistema in anello chiuso riportato in figura:



Si stimino, sulla base del grafico, i valori del momento di inerzia  $J_l$  del carico e della costante elastica  $K_{el}$  della trasmissione.

- 2.2** Si supponga ora di bloccare meccanicamente il motore e di perturbare il carico. Si calcoli il periodo dell'oscillazione con cui evolve il moto del carico.

**2.3** Si determinino i valori del guadagno proporzionale  $K_{pv}$  e del tempo integrale  $T_{iv}$  del regolatore di velocità in modo da massimizzare approssimativamente lo smorzamento dei poli del sistema in anello chiuso.

**2.4** Si scrivano (per un caso generale) le espressioni delle seguenti funzioni di trasferimento:

- a) f.d.t. d'anello per il controllo di velocità;
- b) f.d.t. d'anello per il controllo di posizione chiuso esternamente al controllo di velocità utilizzando la misura di posizione *lato carico*.

### **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.

**Esercizio 4**

**4.1** Si spieghi che cosa si intende per controllo “robusto” di un manipolatore robotico.

**4.2** Quali ipotesi sul modello dinamico del manipolatore occorre introdurre per progettare un controllore robusto?

**4.3** Si spieghi in che cosa differisce uno schema di controllo robusto da uno schema di controllo a dinamica inversa progettato sulla base del modello nominale del manipolatore.