

Fondamenti di Robotica

PROF. ROCCO

17 FEBBRAIO 2023

COGNOME E NOME:

MATRICOLA:

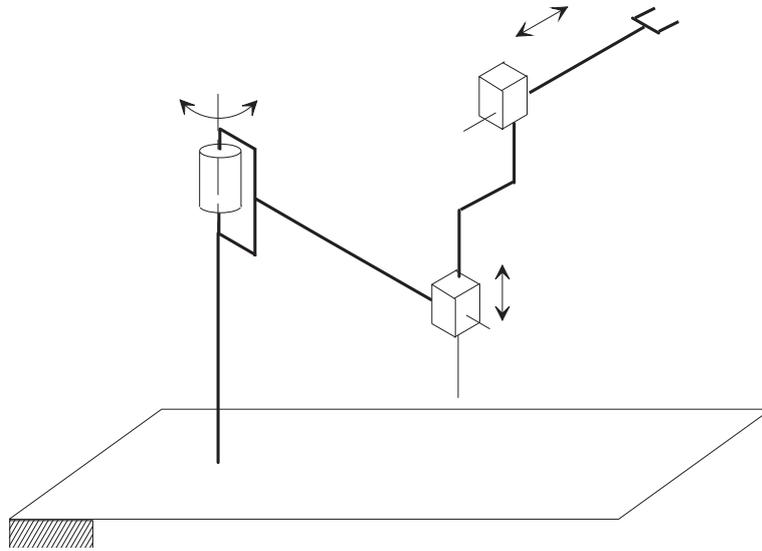
FIRMA: _____

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina).
- 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 la controcopertina 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.

ESERCIZIO 1

1. Si consideri il manipolatore disegnato in figura:



Si riportino, sulla figura stessa, le terne secondo la convenzione di Denavit-Hartenberg e si compili la relativa tabella dei parametri:

	a	α	d	ϑ
1				
2				
3				

2. Per il manipolatore dato, si scrivano le equazioni della cinematica diretta relativamente alla sola posizione.¹

¹Si ricorda, nel caso la si ritenga utile per la soluzione dell'esercizio, l'espressione della matrice di trasformazione omogenea tra due terne consecutive:

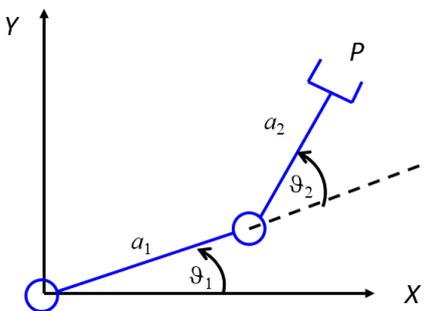
$$\mathbf{A}_i^{i-1} = \begin{bmatrix} c\vartheta_i & -s\vartheta_i c\alpha_i & s\vartheta_i s\alpha_i & a_i c\vartheta_i \\ s\vartheta_i & c\vartheta_i c\alpha_i & -c\vartheta_i s\alpha_i & a_i s\vartheta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3. Per il manipolatore dato, si determini lo Jacobiano geometrico (relativo alle sole velocità lineari), evidenziando i punti di singolarità

4. Si consideri il manipolatore nella configurazione $\vartheta_1 = 0$ e si supponga di applicare una forza all'end-effector orientata come l'asse x_0 : si calcolino le coppie/forze ai giunti che la equilibrano e, sulla base di un disegno del manipolatore in questa configurazione, si verifichi la correttezza del risultato.

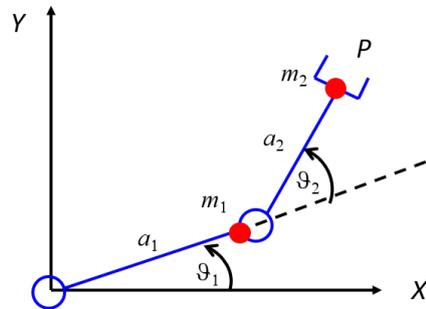
ESERCIZIO 2

1. Si dia la definizione di misura di manipolabilità, si spieghi che espressione assume per il manipolatore planare a due gradi di libertà riportato in figura e si disegni il manipolatore stesso nella configurazione che massimizza la misura di manipolabilità.



2. Si dia l'espressione dell'ellissoide di manipolabilità in forza per un manipolatore robotico.

3. Si supponga ora di voler progettare il sistema di controllo per il manipolatore a due gradi di libertà rappresentato in figura. Si suppongano le aste di lunghezza $a_1 = a_2 = 1m$ e che le masse dei link siano concentrate alle estremità delle aste, con valori $m_1 = 20kg$ e $m_2 = 10kg$. Si determinino, per ciascun giunto, valori dei momenti di inerzia lato carico utilizzabili per il progetto dei controllori di velocità.



4. Adottando ora motori con momenti di inerzia $J_{m1} = J_{m2} = 1 \cdot 10^{-3}kgm^2$ e rapporti di trasmissione $n_1 = n_2 = 100$ si determini, per ciascun giunto (supposto rigido) il valore del guadagno proporzionale del controllore di velocità per ottenere una pulsazione critica $\omega_{cv} = 300rad/s$ su entrambi i giunti.

ESERCIZIO 3

1. Si consideri un motore a corrente continua. Si scrivano le equazioni della dinamica elettrica del motore.

2. Si disegni la caratteristica statica di un motore a corrente continua. Che nome assumono i valori alle intercette con gli assi della caratteristica?

3. Si considerino ora i seguenti valori dei parametri di resistenza e induttanza del motore:

$$R = 0.5\Omega$$

$$L = 0.002H$$

Si progetti un controllore PI di corrente in modo da ottenere una banda passante di 5000 rad/s.

4. Si spieghi qual è il ruolo di un controllo di corrente ad alta banda nel controllo del moto di un servomeccanismo, facendo anche riferimento alla presenza nel motore a corrente continua della forza contro-elettromotrice.