

Fondamenti di Robotica

PROF. ROCCO

24 GENNAIO 2022

COGNOME E NOME:

MATRICOLA:

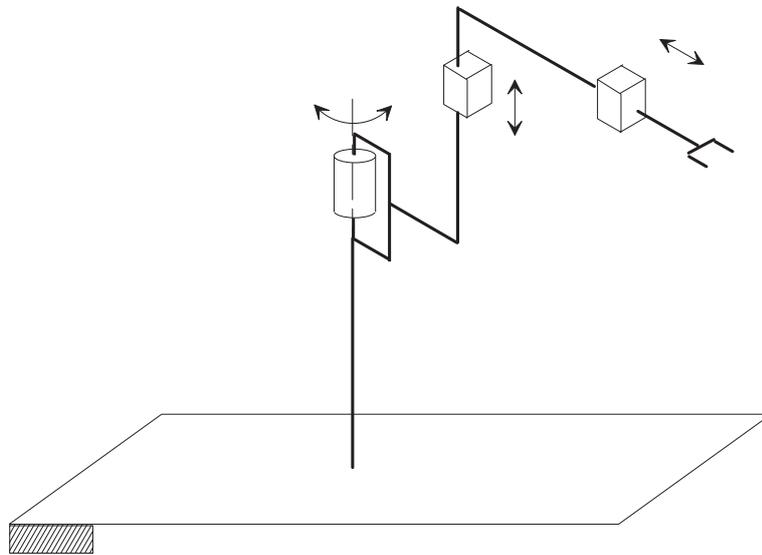
FIRMA: _____

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina). Il frontespizio del fascicolo deve essere firmato.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo.
- 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:

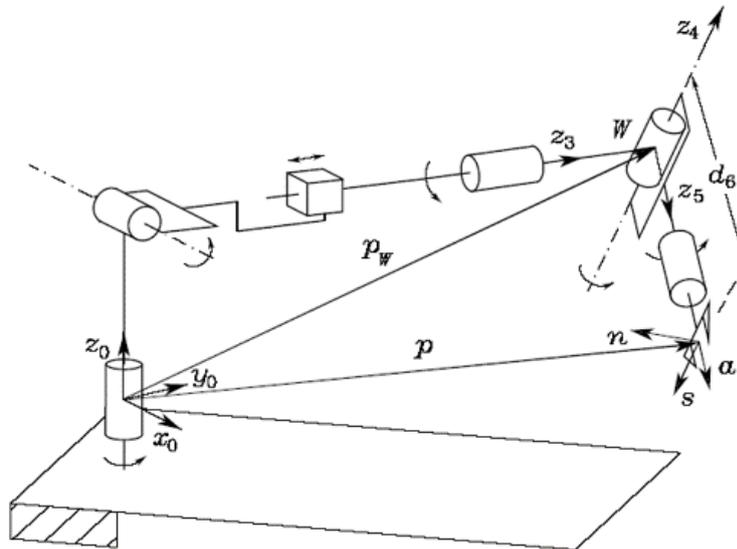
$$\mathbf{A}_i^{i-1} = \begin{bmatrix} c\vartheta_i & -s\vartheta_i c\alpha_i & s\vartheta_i s\alpha_i & a_i c\vartheta_i \\ s\vartheta_i & c\vartheta_i c\alpha_i & -c\vartheta_i s\alpha_i & a_i s\vartheta_i \\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

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

4. Per il manipolatore dato si scriva l'espressione della matrice di rotazione della terna 3 rispetto alla terna 0.

ESERCIZIO 2

1. Facendo riferimento alla seguente figura, si illustrino i passaggi per la risoluzione della cinematica inversa in un manipolatore a polso sferico:



2. Sempre con riferimento alla figura precedente, si illustri il concetto di “disaccoppiamento di singolarità”.

3. Si disegni lo schema a blocchi di uno schema di inversione cinematica a inversa dello Jacobiano.

4. Si ricavi l'equazione della dinamica dell'errore in anello chiuso dello schema del passo precedente, illustrandone le proprietà.

3. Si determinino il guadagno proporzionale e il tempo integrale di un regolatore PI di velocità opportunamente tarato.

4. Si scriva l'espressione della funzione di trasferimento d'anello per l'anello di controllo di posizione, supposto chiuso **lato carico**.