

Fondamenti di Robotica

PROF. ROCCO

17 FEBBRAIO 2022

COGNOME E NOME:

MATRICOLA:

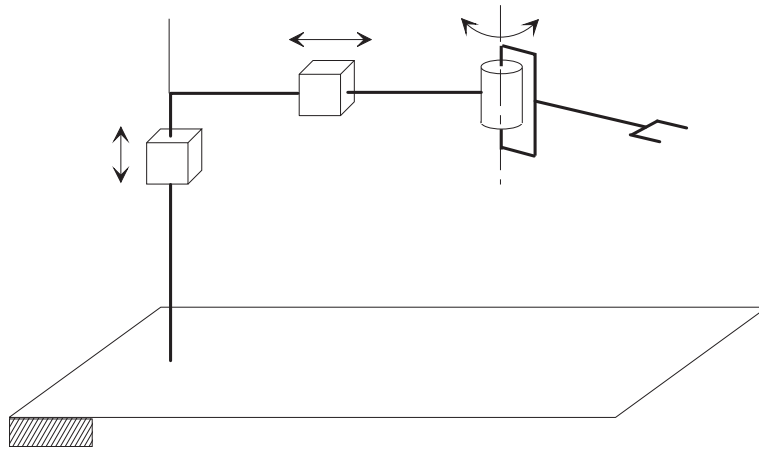
FIRMA: _____

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. Si spieghi se per il manipolatore dato esistono configurazioni in cui una forza, opportunamente diretta, può essere equilibrata da coppie/forze ai giunti nulle.

ESERCIZIO 2

Si consideri un manipolatore a 2 gradi di libertà. Si vuole generare il moto nello spazio dei giunti, con profili di velocità trapezoidali. I dati relativi al moto dei due giunti sono i seguenti:

Giunto 1

$$\begin{aligned} q_{1i} &= 0 & q_{1f} &= 45^\circ \\ \dot{q}_{\max 1} &= 10^\circ/s & \ddot{q}_{\max 1} &= 10^\circ/s^2 \end{aligned}$$

Giunto 2

$$\begin{aligned} q_{2i} &= 0 & q_{2f} &= 32^\circ \\ \dot{q}_{\max 2} &= 10^\circ/s & \ddot{q}_{\max 2} &= 2^\circ/s^2 \end{aligned}$$

1. Si determini il minimo tempo di posizionamento T_1 per il giunto 1 e il relativo tempo di accelerazione T_{a1} .

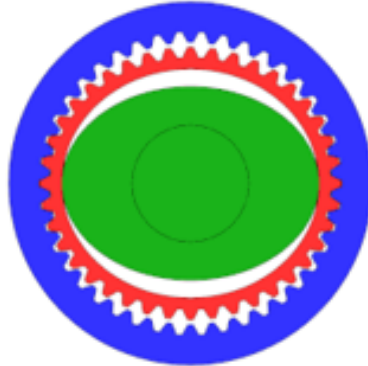
2. Si determini il minimo tempo di posizionamento T_2 per il giunto 2 e il relativo tempo di accelerazione T_{a2} .

3. Si scelga ora come tempo di posizionamento comune per i due giunti il più grande dei due valori precedentemente ricavati $T = \max\{T_1, T_2\}$. Per il giunto per il quale si era calcolato un tempo di posizionamento inferiore, mantenendo il tempo di accelerazione precedentemente calcolato, che valore massimo assumerebbe la velocità con il tempo di posizionamento T ?

4. Si spieghi come si dovrebbe modificare un generico profilo di velocità trapezoidale per garantire continuità dell'accelerazione.

ESERCIZIO 3

1. Facendo riferimento alla seguente figura, si illustri brevemente il principio di funzionamento di un Harmonic Drive



2. Si consideri ora l'accoppiamento tra un motore di momento di inerzia J_m e un carico di momento di inerzia J_l . Qual è il valore che deve assumere il rapporto di trasmissione n secondo il criterio dell'*inertia matching* (accoppiamento di inerzia)? Che cifra di merito massimizza questo criterio?

3. Si supponga ora che in un servomeccanismo rigido $J_m = 0.002 \text{ kgm}^2$, $J_l = 20 \text{ kgm}^2$ e si adotti per la scelta del rapporto di trasmissione il criterio prima enunciato. Si progetti un regolatore PI di velocità in modo da ottenere una pulsazione critica $\omega_{cv} = 100 \text{ rad/s}$.

4. Si spieghi che cosa si intende per controllo del moto decentralizzato di un robot.