Robotica industriale (1/2 annualità)

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2003/2004

Appello del

21 Luglio 2004

Cognome:.....

Nome: .....

Matricola:.....

Firma:.....

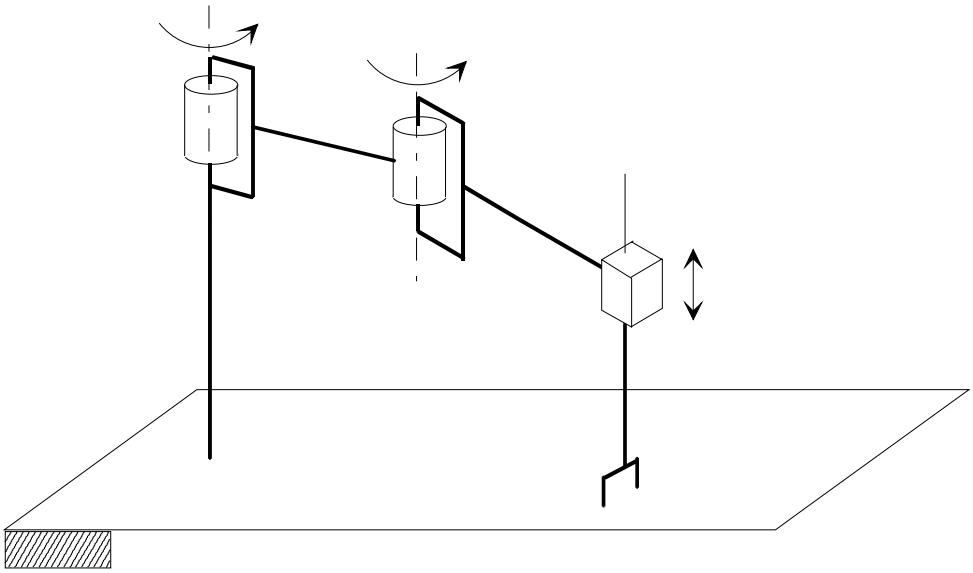
Avvertenze:

- 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 l'ultima pagina 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.

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 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				

1.2 Per il manipolatore dato, si impostino (senza risolverle) le equazioni della cinematica inversa, specificando chiaramente quali sono i dati del problema e quali le incognite. [1]

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

$$\boldsymbol{A}_i^{i-1} = \begin{bmatrix} c_{\vartheta_i} & -s_{\vartheta_i}c_{\alpha_i} & s_{\vartheta_i}s_{\alpha_i} & a_i c_{\vartheta_i} \\ s_{\vartheta_i} & c_{\vartheta_i}c_{\alpha_i} & -c_{\vartheta_i}s_{\alpha_i} & a_i s_{\vartheta_i} \\ 0 & s_{\alpha_i} & c_{\alpha_i} & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1.3 Per il manipolatore dato, si determini lo Jacobiano geometrico, evidenziando i punti di singolarità.

1.4 Si spieghi se esistono configurazioni per cui una forza, opportunamente diretta, applicata all'organo terminale, non perturba lo stato di equilibrio del manipolatore (cioè è equilibrata da coppie/forze ai giunti nulle).

Firma:.....

Esercizio 2

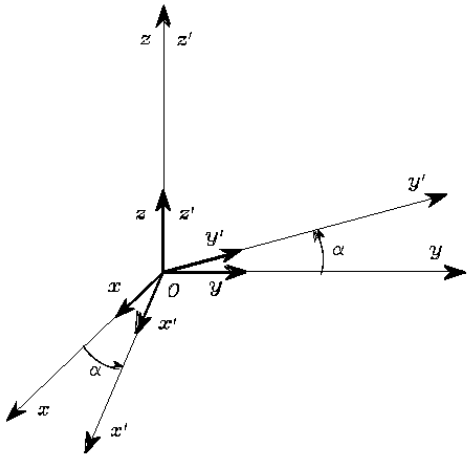
2.1 Si consideri una matrice di rotazione $\boldsymbol{R}(t)$ tra due terne, funzione del tempo.

Si dimostri la relazione:

$\dot{\boldsymbol{R}}(t) = \boldsymbol{S}(t)\boldsymbol{R}(t)$,

spiegando di quale particolare proprietà gode la matrice $\boldsymbol{S}$.

2.2 Si supponga ora che la matrice rappresenti una rotazione rispetto all'asse z di un angolo α funzione del tempo:



Si scriva l'espressione di $\boldsymbol{R}$.

2.3 Sempre per l'esempio del punto precedente, si derivi rispetto al tempo la matrice $\boldsymbol{R}$ e si ricavi di conseguenza la matrice $\boldsymbol{S}$, mostrando in particolare che il vettore $\boldsymbol{\omega}$ da cui dipende è effettivamente il vettore velocità angolare.

Esercizio 3

3.1 Si scrivano le equazioni del modello dinamico di un manipolatore nello spazio dei giunti.

3.2 Si spieghi che cosa si intende per dinamica diretta e dinamica inversa.

3.3 Si scriva il modello dinamico del manipolatore nella forma di sistema dinamico, definendo opportune variabili di stato e specificando in particolare quanto vale l'ordine del sistema dinamico stesso.

3.4 Si illustri la condizione di equilibrio del manipolatore soggetto a coppie costanti ai giunti.

Esercizio 4

4.1 Si illustri sinteticamente il principio di funzionamento di un riduttore harmonic drive.

4.2 Si consideri il sistema motore-riduttore-carico: se ne scrivano le equazioni nell'ipotesi di rigidità dell'accoppiamento.

4.3 Si illustri la condizione di "inertia matching" per il dimensionamento del riduttore.

4.4 Si scrivano le equazioni del sistema motore-riduttore-carico rimuovendo l'ipotesi di rigidità dell'accoppiamento.