

# CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA BIOMEDICA

BIOMECCANICA

9 CFU

Docente: Eduardo PALERMO

Date	17/01/2025	
Nome		
Cognome		
	Scritto	
	Orale	
	Finale	

1.	Cinematica	Punti	Punti max
1a	<p>Con riferimento alla figura 1, individuare il sistema di riferimento del braccio sinistro (<math>\mathbf{CS}_{\text{arm}}</math>) nel sistema di laboratorio <math>\mathbf{CS}_0</math>, tale che:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\mathbf{O}_{\text{arm}}</math> coincidente con il punto medio dei marker <b>LSHO</b> e <b>LELB</b>;</li> <li>Asse <b>y</b> diretto da <math>\mathbf{O}_{\text{arm}}</math> a <b>LELB</b>;</li> <li>piano <b>xy</b> definito dai tre marker <b>LSHO</b>, <b>LUPA</b> e <b>LELB</b>;</li> <li><b>x</b> diretto frontalmente.</li> </ol> <p>Si disegni il sistema di riferimento ottenuto e se ne scriva in forma vettoriale la matrice di posa.</p>		4
1b	<p>Considerando quanto ricavato nel punto 1a, con riferimento alla figura 1 si definisca il JCS di spalla sapendo che l'ordine delle rotazioni è il seguente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Adduzione/abduzione</li> <li>Flessione/estensione</li> <li>Rotazione interna/esterna</li> </ol> <p>Motivare la risposta e dire quale è la sequenza di Eulero/Cardano relativa. Indicare le rotazioni positive per ogni piano.</p>		3

1c	Calcolare la matrice di trasformazione $H(\alpha)$ tale per cui ${}^{tk}\omega_{uarm}^{tk} = H(\alpha)\dot{\alpha}$ , corrispondente alla sequenza di Eulero/Cardano scelta in precedenza.		3
1d	Facendo riferimento alle figure 2-A (vista frontale) e 2-B (vista laterale), un giocatore di baseball riceve una palla direttamente al centro della mano. La forza della palla al momento dell'impatto ( $F_p$ ) è pari a 12,5N. Calcolare il momento totale, rispetto al punto <b>LSHO</b> in <b>CS<sub>0</sub></b> , generato dall'impatto della palla, dal guantone e dal peso dei segmenti articolari. Si considerino le forze peso dei segmenti anatomici applicati nel proprio baricentro. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>L1</b> = 275 mm</li> <li>• <b>L2</b> = 250 mm</li> <li>• <b>L3</b> = 60 mm</li> <li>• <b>M1</b> = 2700 g</li> <li>• <b>M2</b> = 2300 g</li> <li>• <b>M3</b> = 300 g</li> <li>• <b>M<sub>G</sub></b> = 300 g (massa del guantone)</li> <li>• <b>F<sub>p</sub></b> = 12.5 N</li> </ul>		4
<b>Totale</b>			14
<b>2. Teoria</b>		Punti	Punti max
2a	Descrivere una cella di carico multicomponente per la misura di Fx, Fy e Fz. Disegnare la configurazione del ponte di Wheatstone per le tre misure possibili.		6
2b	Descrivere la procedura di calibrazione statica per un accelerometro triassiale con N>4 posizioni.		4
<b>Totale</b>			10
<b>3. Programmazione in ambiente Matlab:</b>		Punti	Punti max
3a	Scrivere una funzione (chiamata "movepoint") per trasformare le coordinate di un punto da un sistema di riferimento CS1 ad un altro CS0. Gli input della funzione saranno:		3

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matrice di rototraslazione [4 x 4 x nF]</li><li>• Le coordinate del punto espresse in CS1 [nF x 3]</li></ul> <p>In output dovrà restituire le coordinate del punto espresse in CS0 [nF x 3], dove nF è il numero dei frame. Si considerino la matrice di rototraslazione e le coordinate del punto fornite con le dimensioni sopra specificate.</p>		
3b	<p>Sia dato nel workspace una matrice [400 x 3 x 4] contenente i frame (400), le coordinate (3, X Y Z) di 4 marker (fare riferimento alla figura 3). Si chiede di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Calcolare il punto medio dei 4 marker e plottare il grafico della traiettoria sul piano <b>XY</b>;</li><li>• Calcolare la velocità del punto medio e plottare sullo stesso grafico l'andamento delle tre componenti rispetto al tempo, sapendo che la frequenza di campionamento è pari a 60 Hz.</li></ul>		3
Totale			6
Totale generale			30

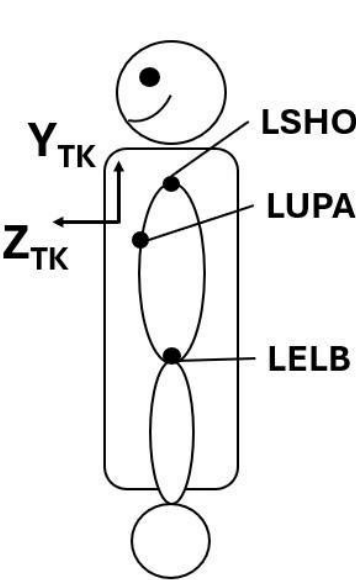


FIGURA 1

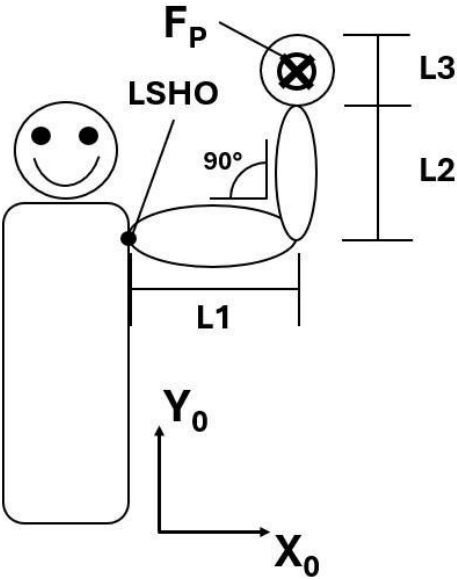


FIGURA 2-A

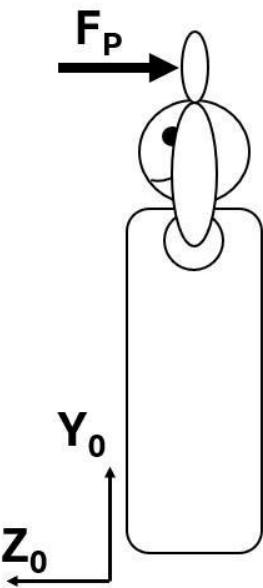


FIGURA 2-B

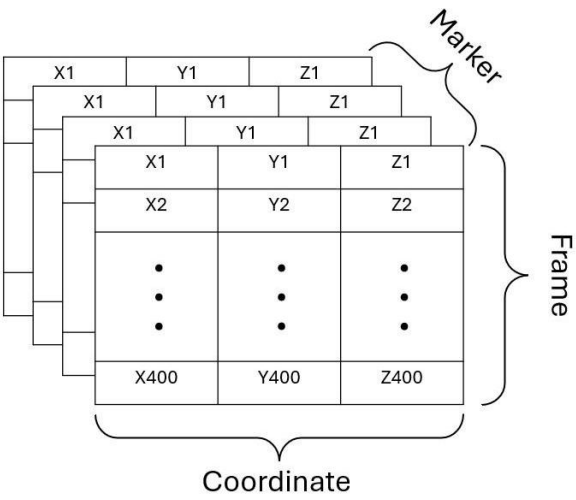


FIGURA 3