

<i>Nome</i>	<i>Cognome</i>	<i>Matricola</i>	<i>Data</i> 04 Luglio 2022
-------------	----------------	------------------	-------------------------------

ESAME di IMPIANTI PROTESICI

Esercizio 1 (12 punti)

Sviluppare un modello agli elementi finiti per calcolare il campo di spostamento di una protesi di gomito, impiantata in una persona che sta facendo l'esercizio di figura.



Si forniscano delle stime numeriche delle grandezze fisiche in gioco.

Inoltre, indicare in tre righe e preferibilmente con formule matematiche, il significato dei seguenti termini nell'ambito degli elementi finiti:

- 1) Elemento
- 2) Numero di Reynold
- 3) Divergenza di un campo vettoriale
- 4) Stato piano di deformazione

Esercizio 2 (6 punti)

- a) Descrivere brevemente e classificare le principali tipologie di protesi visive.
- b) Cosa induce una alterazione nella fase e nella frequenza del segnale ricevuto dalla protesi corticale visiva sulla immagine percepita dal paziente?

Esercizio 3 (12 punti)

- 1) Dimensionare la protesi di dito sotto riportata utilizzando i propri dati anatomici

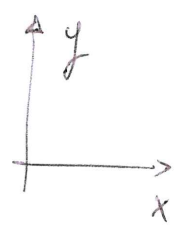
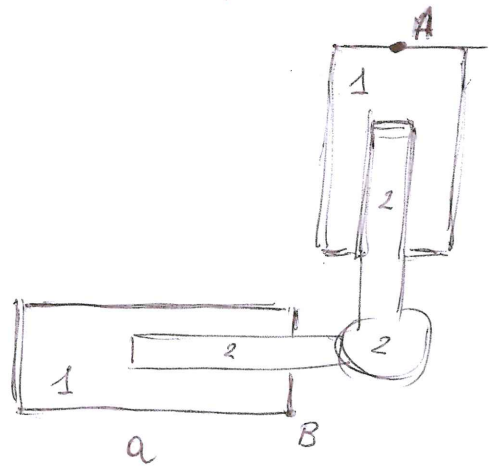


La protesi è realizzata in lega di titanio e giunto rotoidale ceramico ($E=100$ GPa)

- 2) Determinare come varia il grafico stress-strain della struttura osso/protesi al variare della velocità di piegamento della falange e darne una spiegazione
- 3) Determinare inoltre il momento torsionale ed il momento cross-sezionale della protesi impiantata e dire in quali condizioni possono risultare equivalenti.

ESERCIZIO 1 del 4 LUGLIO 2022

- protesi di gomito su persona in posizione di plank (seconda figura)
- ipotesi di base
 - modello statico
 - analisi strutturale (campo di spostamenti)
 - si trascurano le reazioni muscolari
 - ~~→ vista la persona è statica~~
 - si suppone che il peso del corpo si distribuisce equamente sui 4 arti
 - persona standard 70 kg
 - per semplicità si trascura il peso proprio del braccio
- viste le ipotesi, la geometria e la direzione delle forze ⇒ MODELLO ED PLAIN STRESS



DOMINI

- ① TESSUTO OSSEO
 $E = 17 \text{ GPa}$, $\nu = 0.45$
 $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$
- ② PROTESI Ti 6Al 4V
 $E \approx 104 \text{ GPa}$, $\nu \approx 0.33$
 $\rho = 4500 \text{ kg/m}^3$

~~Assunzione~~
 per le dimensioni geometriche
 fare riferimento alle dimensioni
 dell'uomo standard

CONDIZIONI AL CONTOURNO

- CONTORNI INTERNI → CONTINUITÀ
- CONTORNI ESTERNI (ECCEZIONE A) → LIBERI
- a → SPOSTAMENTO NULLO IN DIREZIONE x
(effetto di appoggio mono laterale)

CONDIZIONI SUI PUNTI

A → CARICO PUNTUALE $\approx \frac{70 * 9.8}{L}$ N

B → SPOSTAMENTO
NULLO

PER LE DOMANDE TEORICHE, CONSULTARE
LE DISPENSE DEL CORSO CON LE DEFINIZIONI

Esercizio 2.

a) Vedere appunti e libro

b) Supposto il segnale elettrico associato al segnale visivo trasmesso alle protesi pari a $A \sin(\omega_0 t + \phi)$

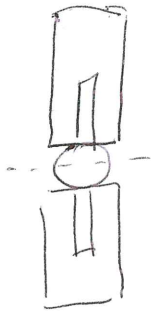
La variazione di frequenza essendo la frequenza associata alla lunghezza d'onda, implica una variazione di colore dell'immagine

Lo scorcio di fase indica che l'immagine è anticipata o ritardata nel tempo percepito.

Esercizio 3

1) Suppongo che il protesi sia posizionato tra falange e falange di eguali dimensioni, e pressoché in un cilindro di $h=2\text{ cm}$ $R=1\text{ cm}$.

$$V_{TOT} = \pi R^2 h = 6.28\text{ cm}^3$$



Posso considerare le protesi simmetriche e ne considero solo metà -



A = semicircolo

B = slot

C = resto residuo

poiché ho fornito le dimensioni delle falange posso calcolare

$$V_g = \frac{2}{3} \pi R^3 = \text{semisfera} = 2.09$$

$$f_g = \frac{V_g}{V_T} = 0.33$$

Considero esso zero



$$f_{osp} = 98\%$$

$$f_{oc} = 2\%$$

$$E_z = \frac{f_{os} \cdot E_{oc}^2}{f_{os} E_{oc}^2 + f_{oc} E_{os}} = 10.24 G$$

$$E_{xy} = f_{os} E_{os} + f_{oc} E_{oc}^{xy} = 2.89 G$$



$$E_z^{res} = E_z (1 - f_{ST})^5$$

$$E_{xy}^{res} = E_{xy} (1 - f_{ST})^5$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{E_z} = \frac{f_g}{E_g} + \frac{f_s}{E_s} + \frac{f_{os}}{E_z^{res}} \\ E_{xy} = f_g E_g + f_s E_s + f_{os} E_{xy}^{res} \\ f_{ST} + f_{os} = 1 \end{array} \right.$$

$$f_S + f_{OS} = 0.67$$

$$E_S = 100 \text{ GPa}$$

$$E_{OS} = 210 \text{ GPa}$$

$$\frac{1}{10.76} = \frac{0.33}{100} + \frac{f_S}{210} + \frac{f_{OS}}{E_2(1-f_S)^5}$$

$$2.89 = 0.33 \cdot 100 + f_S \cdot 210 + f_{OS} E_{xy} (1-f_S)^5 \quad (*)$$

(o)

$$2.89 = 33 + 210 f_S + f_{OS} \cdot 2.89 (1-f_S)^5$$

$$f_{OS} = 0.67 - f_S$$

$$2.89 - 33 = 210 f_S + (0.67 - f_S) \cdot 2.89 (1-f_S)^5$$

$$\text{approssimo } (1-f_S)^5 \approx (1-f_S)^2$$

$$2.89 - 33 = 210 f_S + (0.67 - f_S) \cdot 2.89 (1-f_S)^2$$

$$-30.11 = 210 f_S + 2.89 (1 + f_S^2 - 2f_S) (0.67 - f_S)$$

$$-30.11 = 210 f_S + 2.89 [0.67 - f_S + 0.67 f_S^2 - f_S^3 - 1.34 f_S - 2 f_S^2]$$

$$-30.11 = 210 f_S + 1.94 f_S + 1.94 f_S^2 - 2.89 f_S^3 - 3.87 f_S - 5.78 f_S^2$$

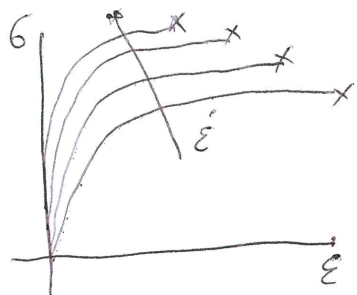
$$-30.11 = -2.89 f_S^3 - 3.84 f_S^2 + 208.07 f_S$$

$$2.89 f_S^3 + 3.84 f_S^2 + 208.07 f_S - 30.11 = 0$$

trascuro i termini f^3 f^2 perche piccoli

$$f_S = 0.14 \quad f_{OS} = 0.53$$

2) Poiche ho l'impeto globale + passo è uguale a zero, usando la regola
la velocità di propagazione del dolo mi viene lo shear rate e quindi ho
il gradiente seguente.



all'aumentare dello stesso rotte la struttura diventa più rigida ma si rompe prima come ϵ' e con un σ inferiore che maggiore

3) Trovo che

$$\sigma_T = \frac{M_T \cdot z_{st}}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b \cdot l_d}{J}$$

$$I = 2J$$

$$M_T = R \cdot y \cdot z_{st}$$

$$M_b = M \cdot z \cdot z_{st}$$

e uguaglio h.

$$\frac{R \cdot y \cdot z_{st}^2}{I} = \frac{M \cdot z \cdot z_{st} \cdot l_d}{\frac{I}{2}}$$

$$R \cdot y \cdot z_{st}^2 = 2 \cdot M \cdot z \cdot z_{st} \cdot l_d$$

$$z_{st} = \frac{2 \cdot M \cdot z}{R \cdot y} \cdot l_d$$

solo in queste condizioni si eguagliano.