

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Le tute spaziali per attività
extraveicolari e il problema della
rigidezza dei guanti»***

Tutor universitario: Prof. Ugo Galvanetto

Candidato: *Tommaso Sangoi*

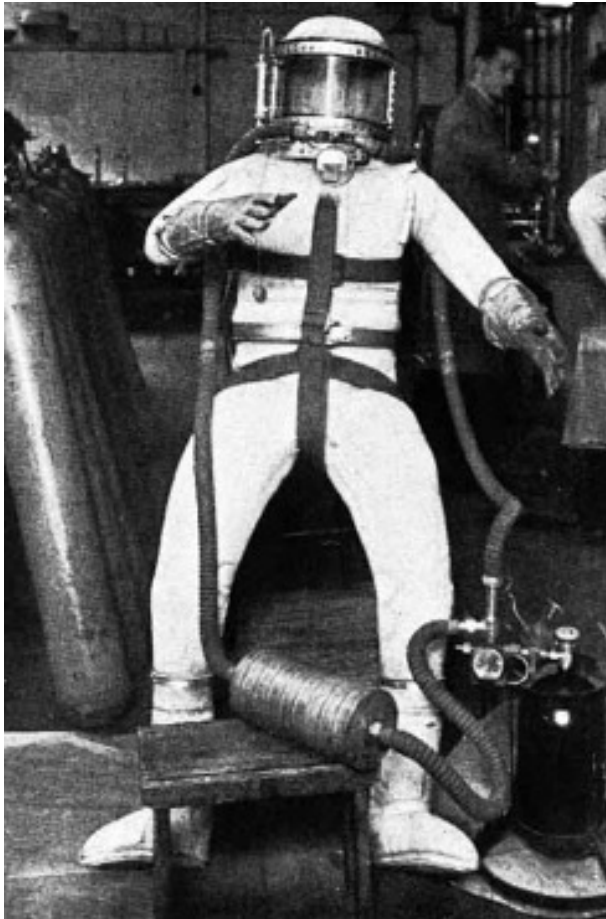
Padova, 18/11/2022

OBIETTIVI DELLA PRESENTAZIONE

1. Capire cosa sono e a cosa servono le tute a pressione e le tute spaziali.
2. Approfondire i vari componenti di una tuta spaziale.
3. Analizzare il problema della rigidità dei guanti.
4. Proporre un prototipo di esoscheletro per il supporto delle mani degli astronauti.



LE TUTE A PRESSIONE



Esempio di tuta a pressione totale

Le tute a pressione proteggono il pilota di un velivolo qualora si trovi esposto all'ambiente esterno ad elevate altitudini. Le tute possono essere a:

- pressione parziale: generano una contropressione con delle sacche gonfiabili aderenti alla pelle;
- pressione totale: creano un'atmosfera artificiale interna.



Esempio di tuta a pressione parziale

LE TUTE SPAZIALI

Nello spazio le tute a pressione non sono sufficienti perché non proteggono da:

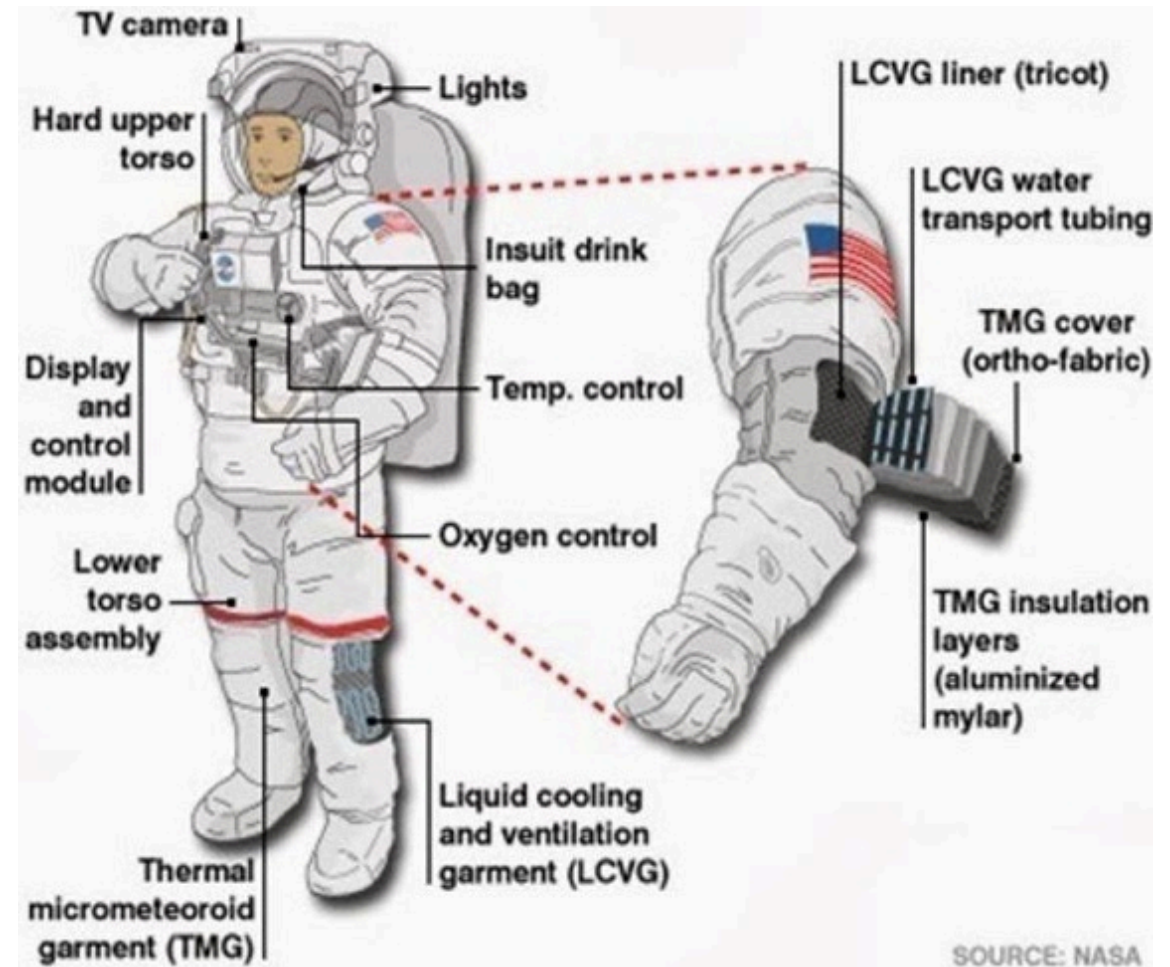
- a) radiazioni;
- b) impatti con micrometeoriti o detriti in orbita.

Sono dunque necessarie le tute spaziali.



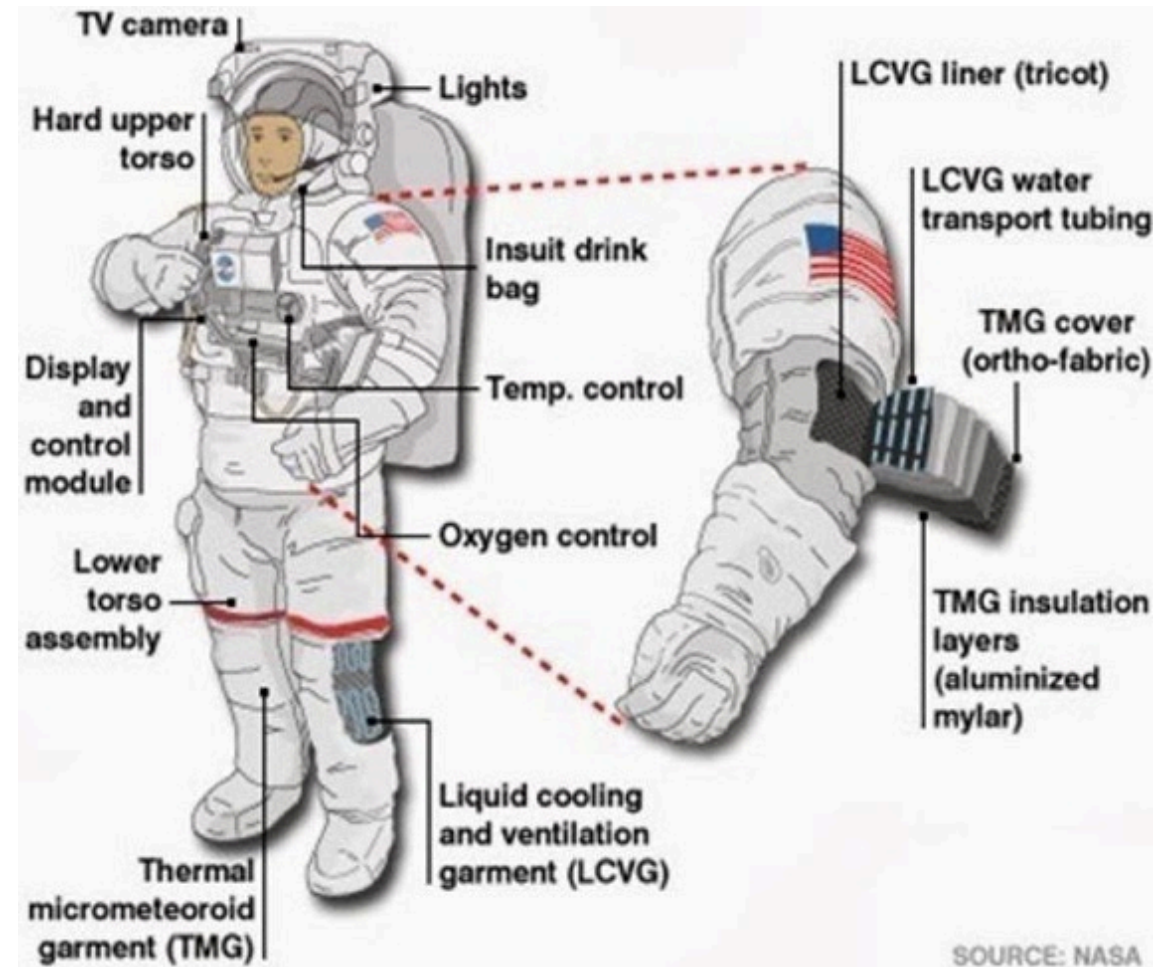
I COMPONENTI PRINCIPALI DI UNA TUTA SPAZIALE

- **Liquid Cooling and Ventilation Garment (LCVG).** Regola la temperatura interna smaltendo il calore prodotto dall'astronauta.
- **Busto (Hard Upper Torso).** È la parte superiore della tuta; è leggero, ma rigido e resistente.
- **Parte inferiore (Lower Torso Assembly).** È un'unità singola che comprende gambe, stivali e articolazioni mobili di ginocchia e caviglie.
- **Guanti.**



I COMPONENTI PRINCIPALI DI UNA TUTA SPAZIALE

- **Primary Life Support System (PLSS).** È lo zaino che riproduce in scala ridotta il sistema di supporto vitale del veicolo spaziale.
- **Sistema di comunicazione.** È composto dallo “snoopy cap” e da una radio.
- **Casco.** È rigido e resistente per poter sostenere la differenza di pressione tra interno ed esterno.
- **Parti flessibili.** Sono costituite da un grande numero di strati.



IL PROBLEMA DELLA RIGIDEZZA DEI GUANTI

Le tute spaziali sono rigide a causa di:

- grande numero di strati delle parti flessibili;
- pressurizzazione.

Le mani soffrono particolarmente di questo problema.

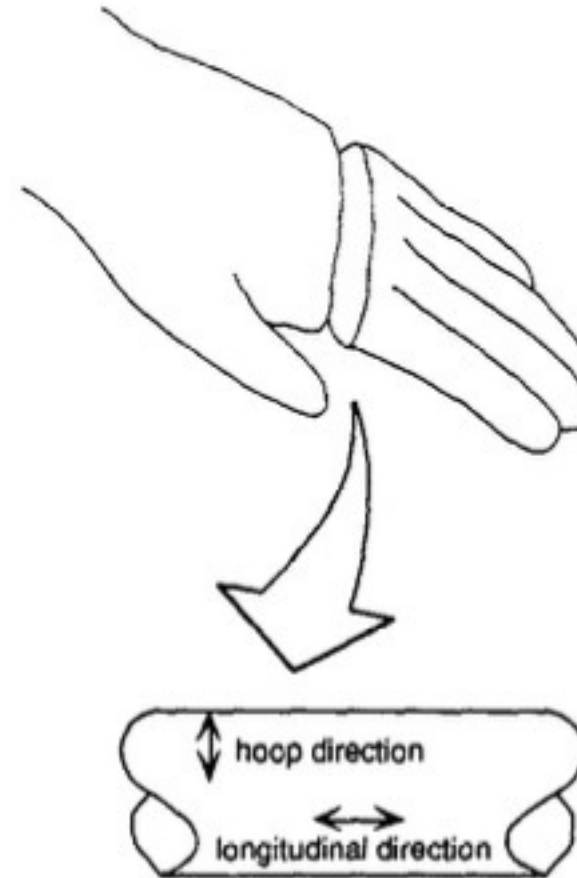


Esempio di guanti di una tuta spaziale

IL PROBLEMA DELLA RIGIDEZZA DEI GUANTI

Nelle prossime slide si trovano dei grafici che sono il risultato di un modello matematico dei guanti per l'analisi della rigidità.

Vista la complessità nel costruire un modello analitico di questo tipo, ci si focalizza sulla zona delle quattro articolazioni metacarpo-falangee.



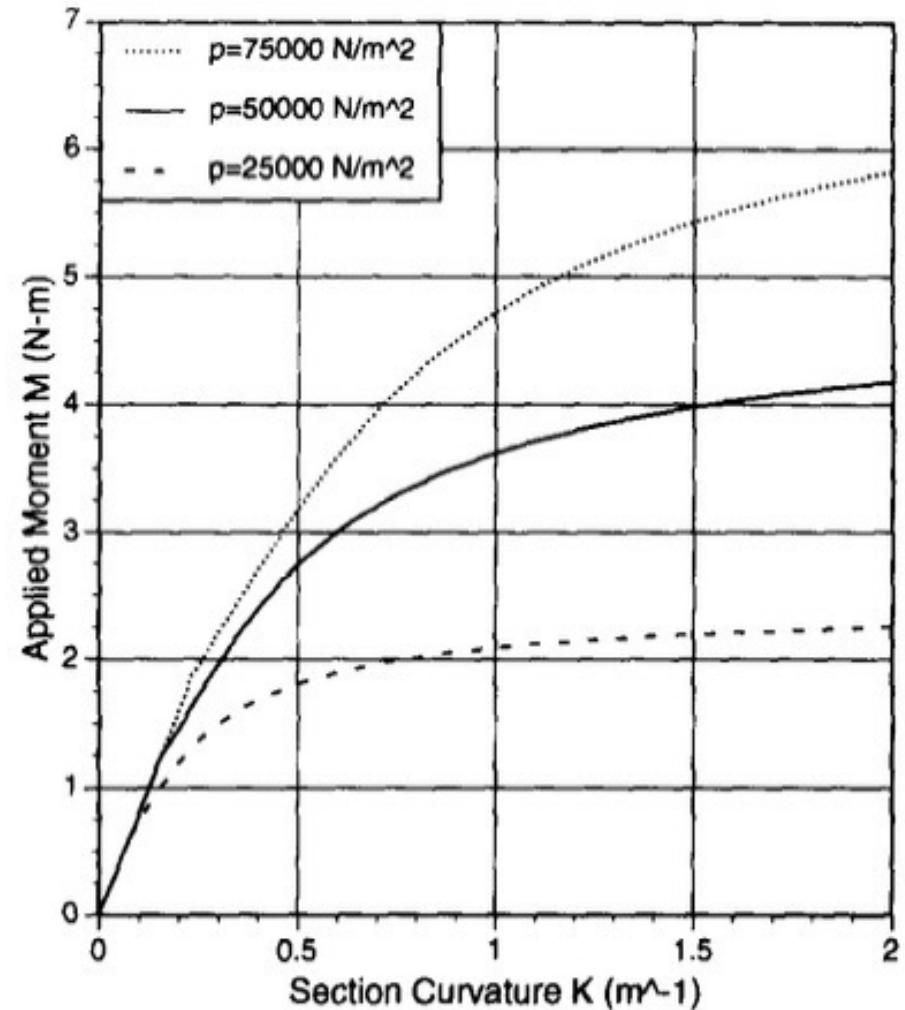
EFFETTO DELLA PRESSURIZZAZIONE

Un pressurizzazione elevata :

- ritarda il fenomeno del raggrinzimento del tessuto, e con esso i vantaggi che ne derivano;
- aumenta la massima resistenza alla flessione.

Si preferisce dunque una pressurizzazione bassa.

Grafico momento-curvatura



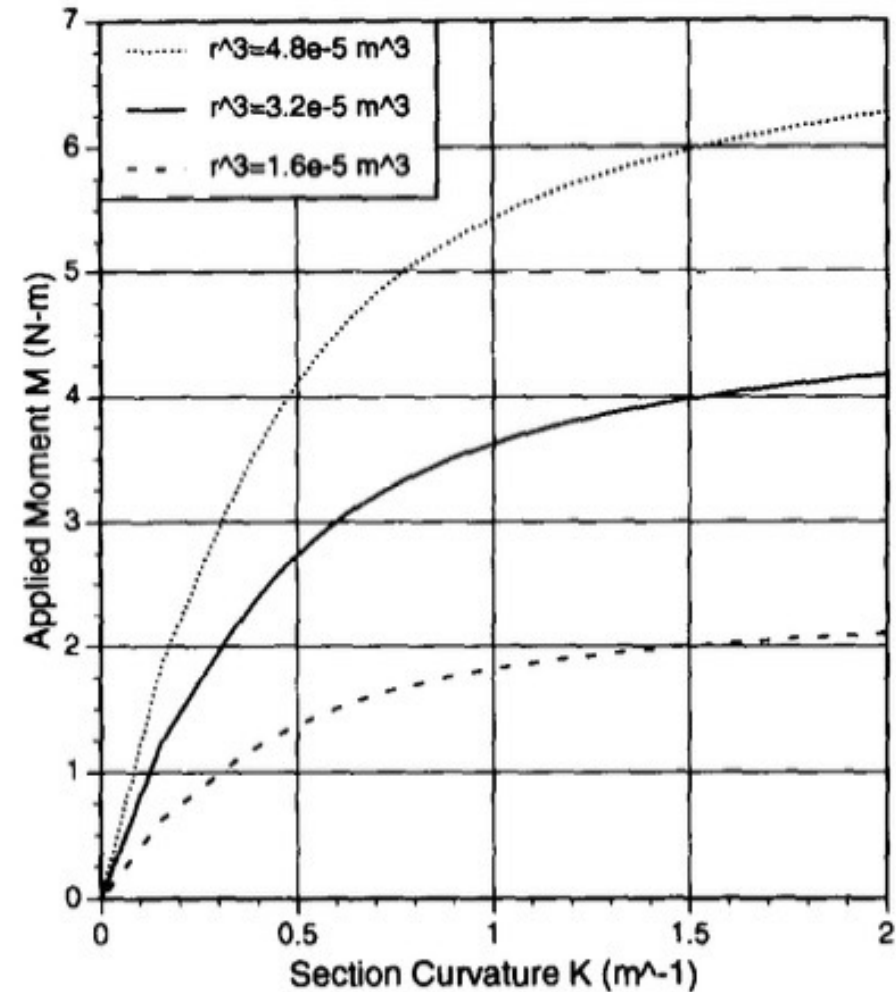
EFFETTO DELLA DIMENSIONE DEI GUANTI

Un guanto piccolo è preferibile rispetto ad uno più grande perché:

- diminuisce il momento limite di raggrinzimento;
- si riduce la massima resistenza alla flessione.

Dentro il guanto però deve inserirsi la mano, quindi non si possono ridurre molto le dimensioni.

Grafico momento-curvatura



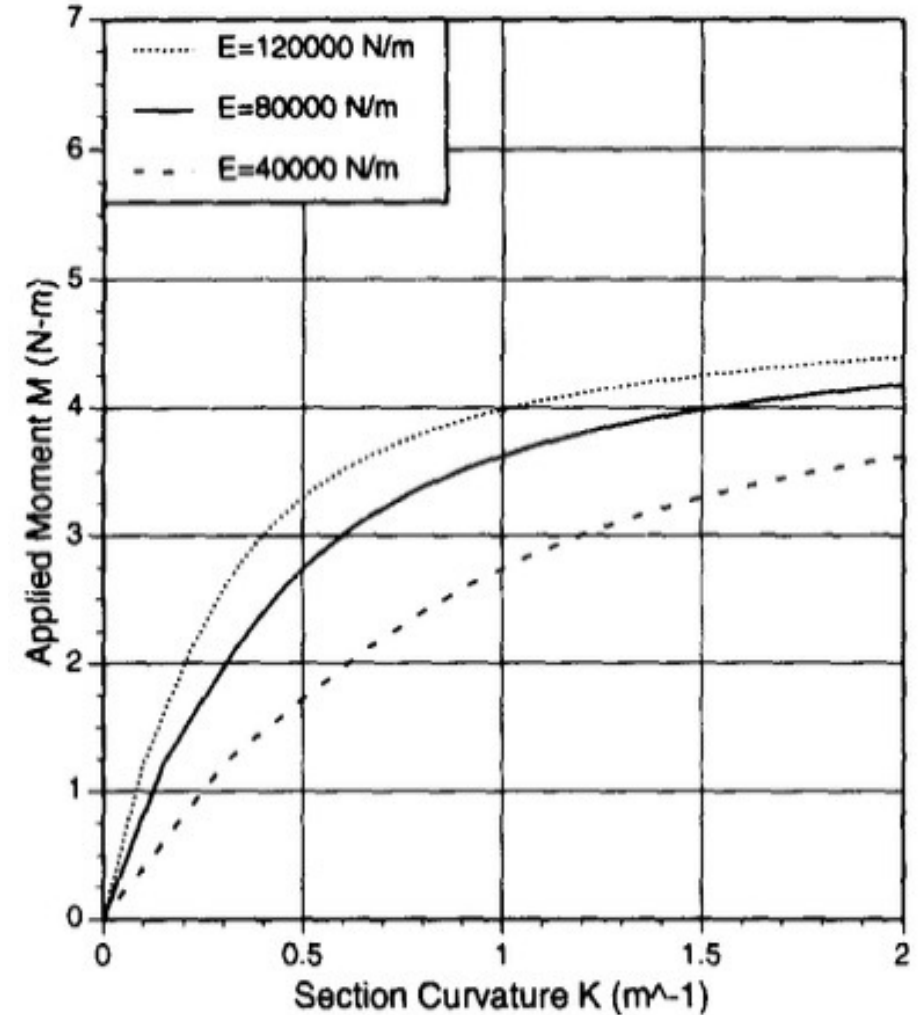
EFFETTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEL TESSUTO

Un aumento o una diminuzione del modulo di Young comporta rispettivamente un aumento o diminuzione della rigidità del guanto.

Si preferisce utilizzare un tessuto con un modulo di Young:

- basso in direzione longitudinale;
- più elevato in direzione *hoop*.

Grafico momento-curvatura

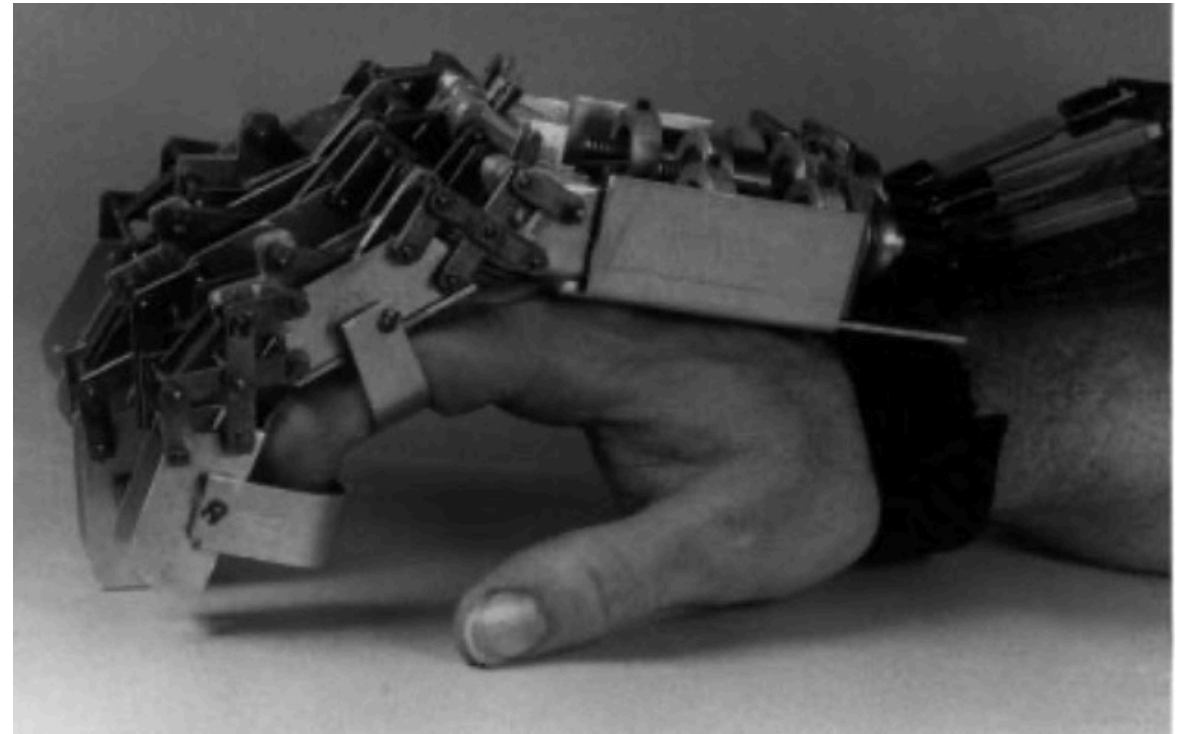


UN PROTOTIPO DI ESOSCHELETRO PER IL SUPPORTO DELLA MANO

Costruire un esoscheletro che aiuti l'astronauta nei movimenti della mano è complicato a causa di:

- numero elevato di gradi di libertà della mano di un essere umano (oltre 25);
- necessità che la cinematica sia simile a quella della mano dell'astronauta.

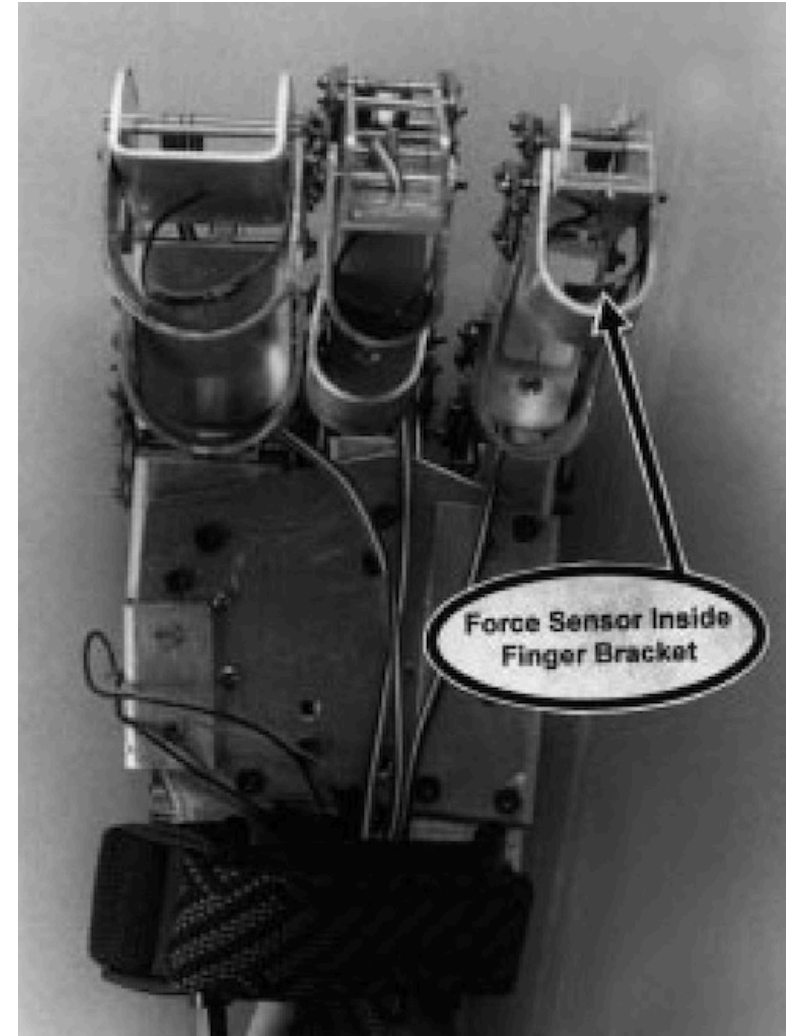
L'esoscheletro deve essere costruito su misura per ogni astronauta.



UN PROTOTIPO DI ESOSCHELETRO PER IL SUPPORTO DELLA MANO

Questo prototipo presenta:

- 3 dita: il pollice è escluso, e anulare e mignolo uniti in un unico movimento;
- 1 sensore di pressione per ogni dito;
- 1 grado di libertà per ogni dito.



CONCLUSIONI

Questa presentazione ha posto una questione, ovvero il problema della rigidità dei guanti, causata da:

- stratificazione delle parti flessibili;
 - pressurizzazione;
- e la conseguente fatica delle mani.

È un problema aperto, e che probabilmente lo sarà per sempre, vista l'impossibilità di eliminare i due punti sopra presentati.

È tuttavia possibile arginare questo fatto, e sono state proposte due strade:

- miglioramento delle caratteristiche del tessuto;
- utilizzo di un esoscheletro.

Grazie per l'attenzione.