

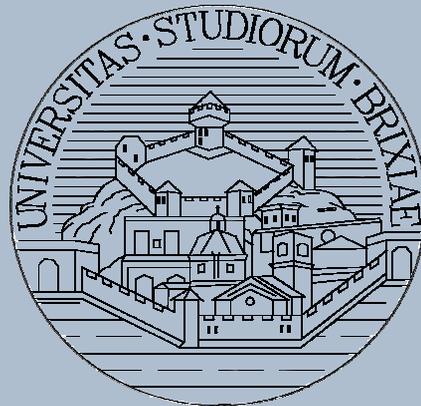
Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria

Relazione sull'attività del I anno di Dottorato di Ricerca in Meccanica
Applicata svolta durante l'anno accademico 2005/2006

Disegno di meccanismi miniaturizzati articolati attraverso cerniere flessionali

Tutor:

Prof. Danilo Cambiaghi



Dottorando:

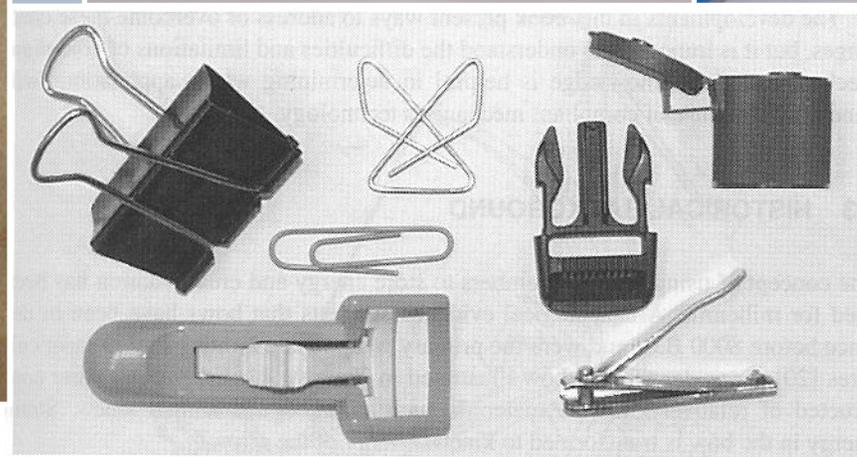
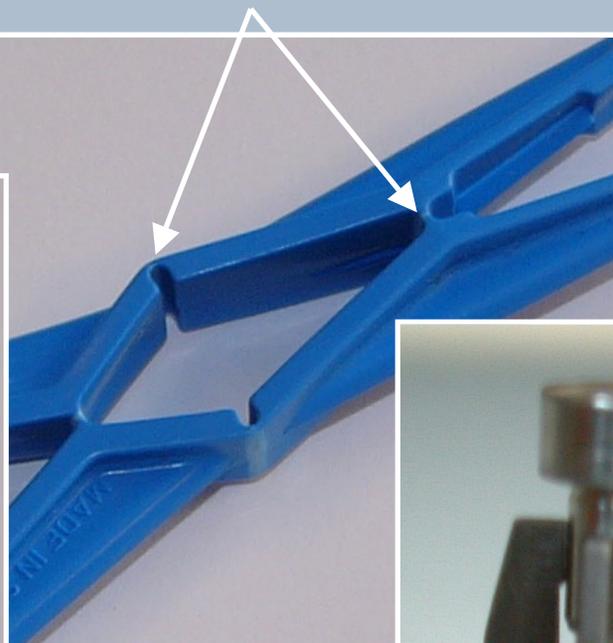
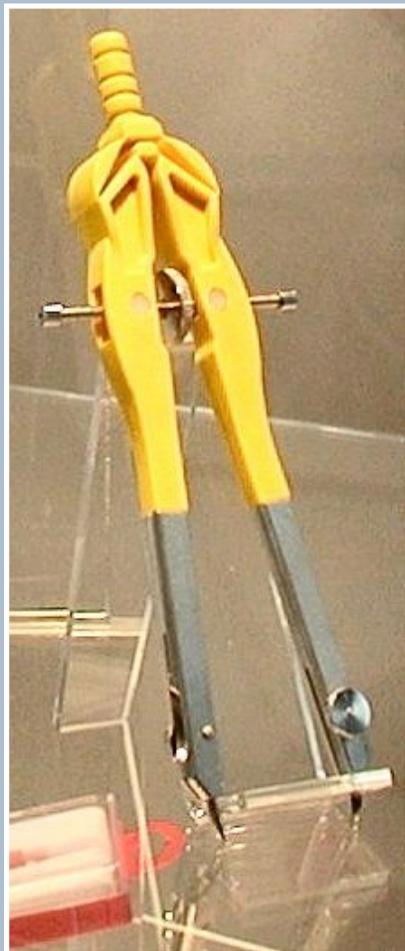
Luca Dassa

Anno Accademico 2005-2006

Le cerniere flessionali e "compliant mechanisms"

cerniere flessionali

(forbice "klemmer"
per usi medicali)



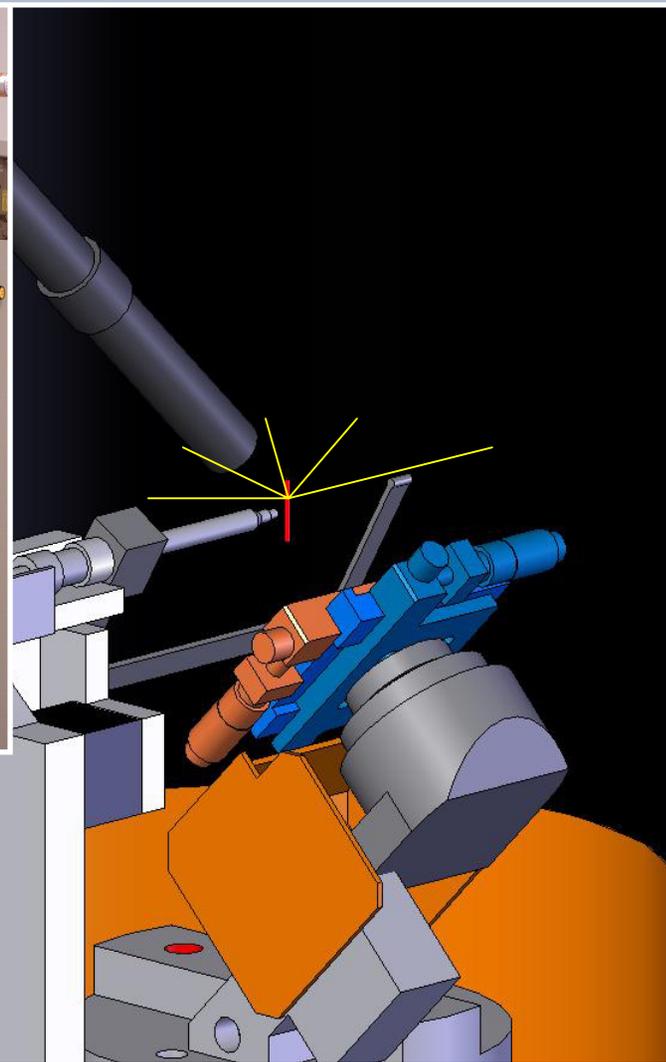
pinza per
impieghi
aerospaziali
(prof. D.
Cambiaghi)



compasso Bino
(ing. V. Villa)

compliant mechanisms di uso comune

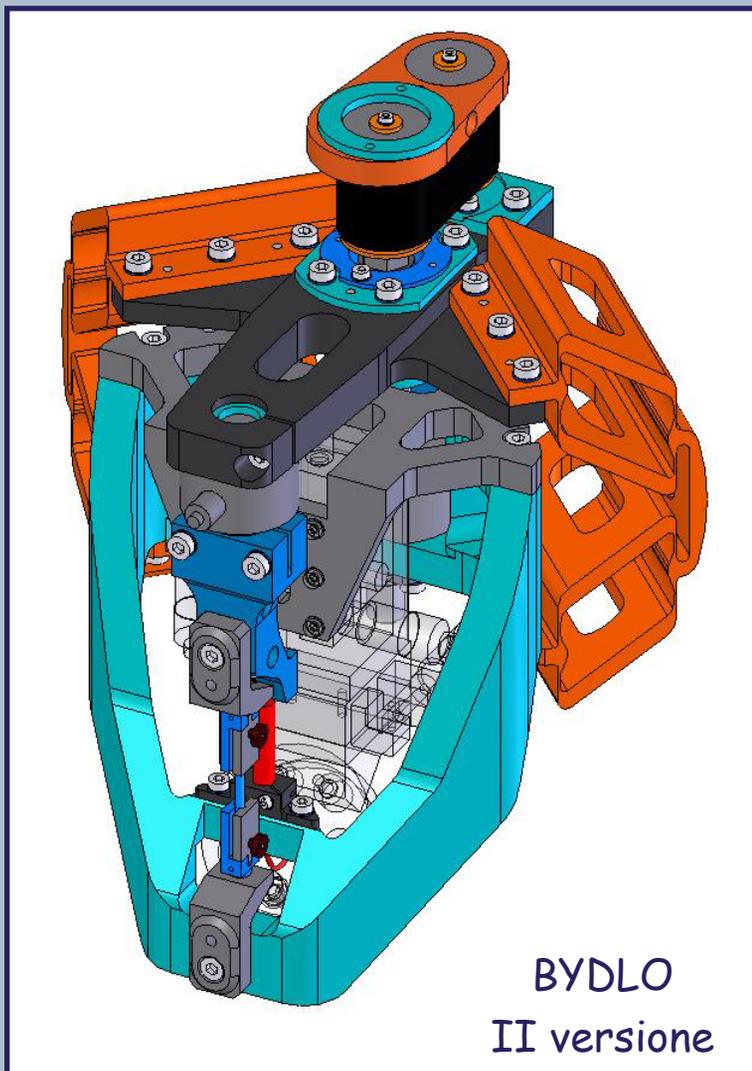
Bydlo: il progetto (1) la richiesta: un dispositivo per prove di trazione e compressione per misure di microdiffrazione



dati:

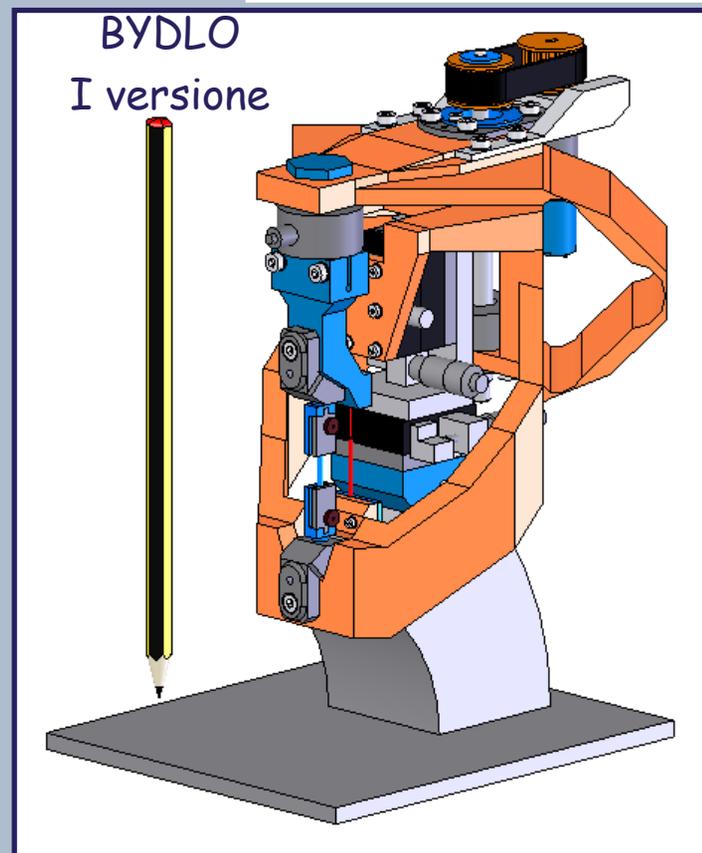
- carico: 200 N
- spostamento: ± 2 mm

Bydlo: il progetto (2)



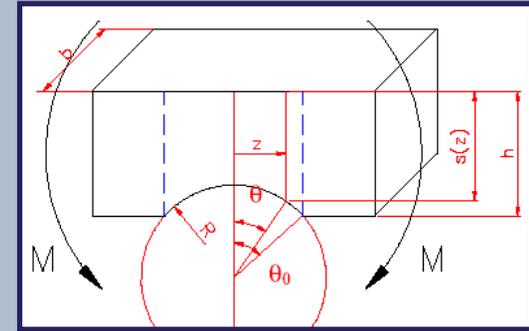
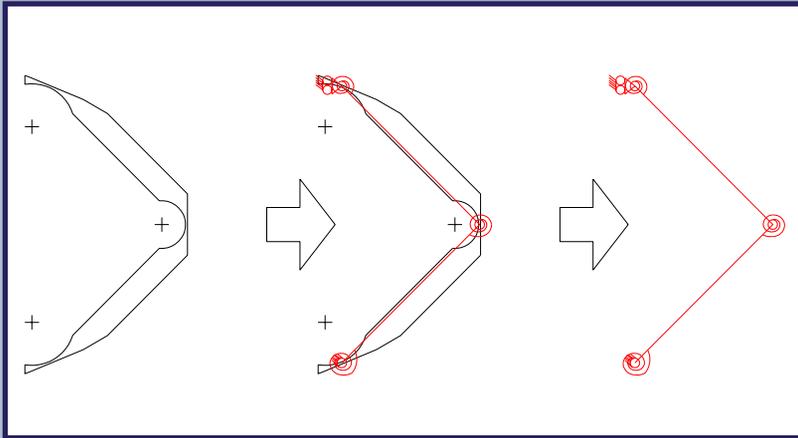
dimensioni: 150x150x180 mm

il meccanismo
di Sarrus



Bydlo: le analisi

modello matematico



Procedimento:

$$\Delta\alpha = \int_{-z^*}^{+z^*} \frac{M}{EJ(z)} dz \quad \frac{\Delta\alpha}{M} = c \quad c = \int_{-z^*}^{+z^*} \frac{1}{EJ(z)} dz$$

$$\sigma_{MAX} = \frac{2\sqrt{2}}{3\pi} \frac{\Delta\alpha Et^{\frac{1}{2}}}{R^{\frac{1}{2}}}$$

$$c = \frac{12}{EbR^2} \cdot \frac{1}{\beta^{\frac{5}{2}} \cdot (\beta+2)^{\frac{5}{2}}} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\beta \cdot (\beta+2)} \cdot \sqrt{1-(1+\beta-\gamma)^2}}{2 \cdot \gamma} \cdot \left[\frac{\beta \cdot (\beta+1) \cdot (2+\beta-\gamma)}{\gamma} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + 3 \cdot \beta + 3 + 2 \cdot \beta^2 \right] + 3 \cdot (\beta+1) \cdot \arctan \left[\sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \cdot \frac{\gamma-\beta}{\sqrt{1-(1+\beta-\gamma)^2}} \right] \right\}$$

$$\beta = t/(2R)$$

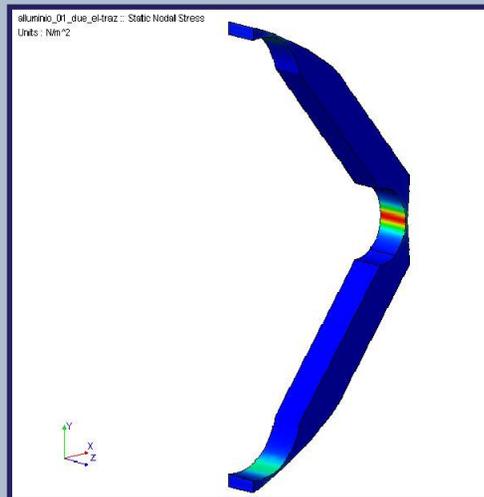
$$\gamma = h/(2R)$$

$$c = \frac{9\pi R^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{2} Ebt^{\frac{5}{2}}}$$

$\beta \ll 1$ e $\gamma \ll 1$

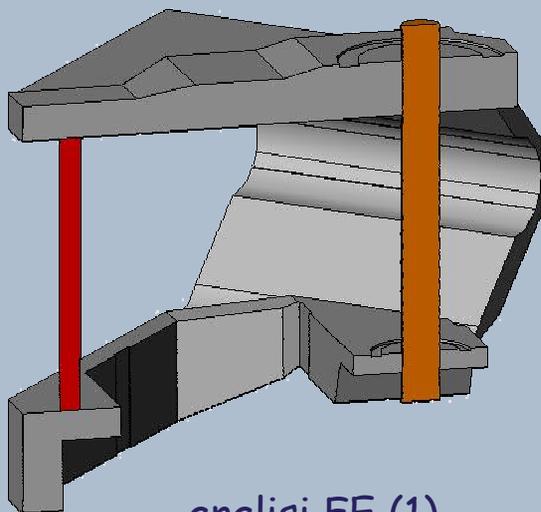
Bydlo: le analisi

confronto
modello
matematico con
analisi agli
elementi finiti

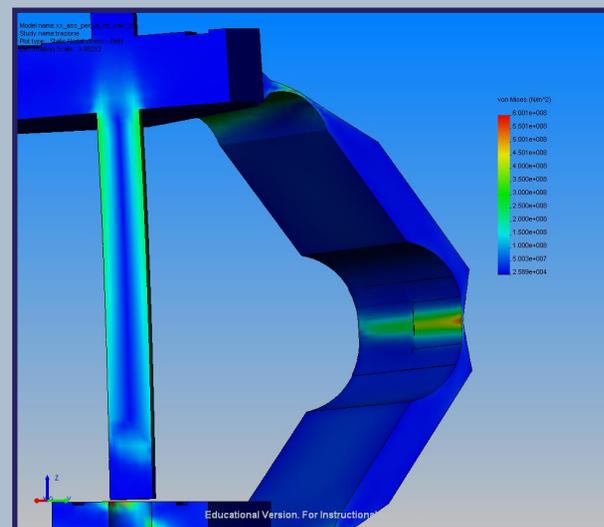


Analisi con formula approssimata	Analisi agli elementi finiti
$\sigma_{MAX} = 242$	$\sigma_{MAX} = 238$

verifica del comportamento globale



analisi FE (1)

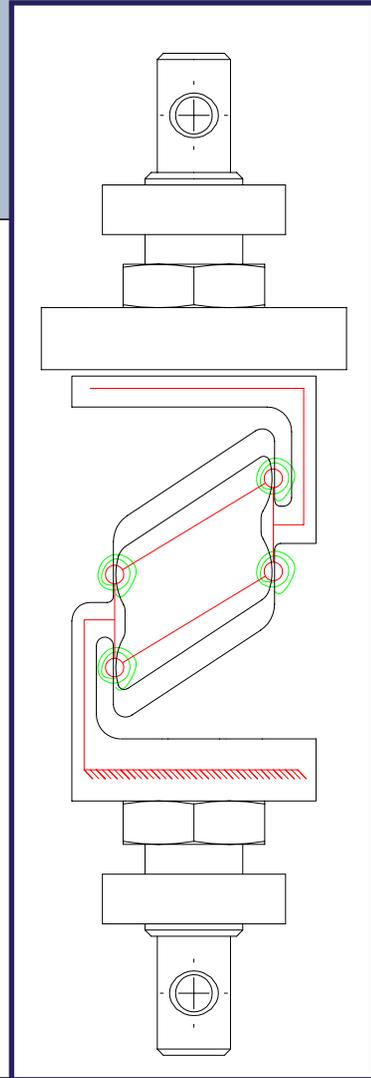
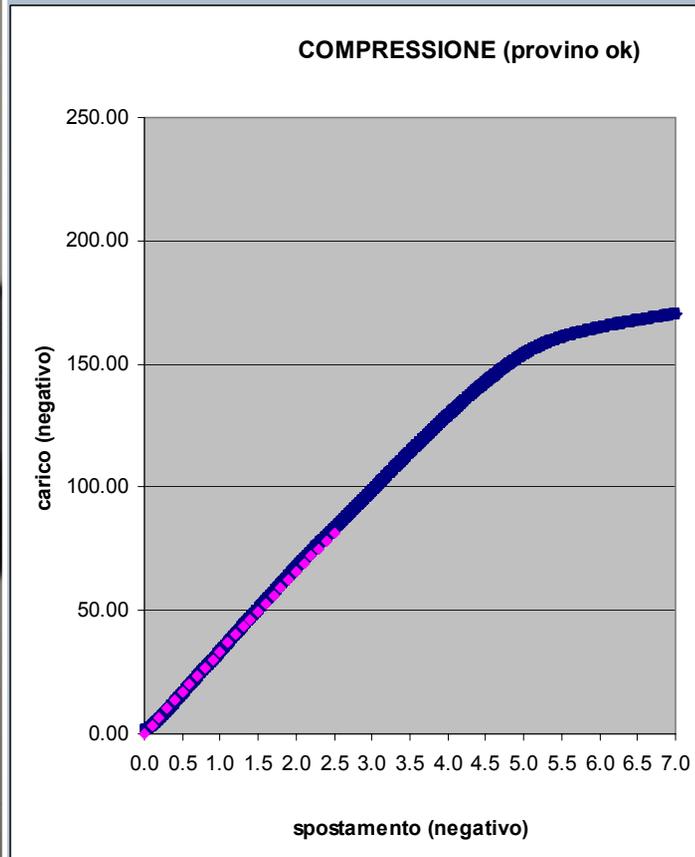


analisi FE (2)

Bydlo: validazione e calibrazione del modello (1)



prova di compressione



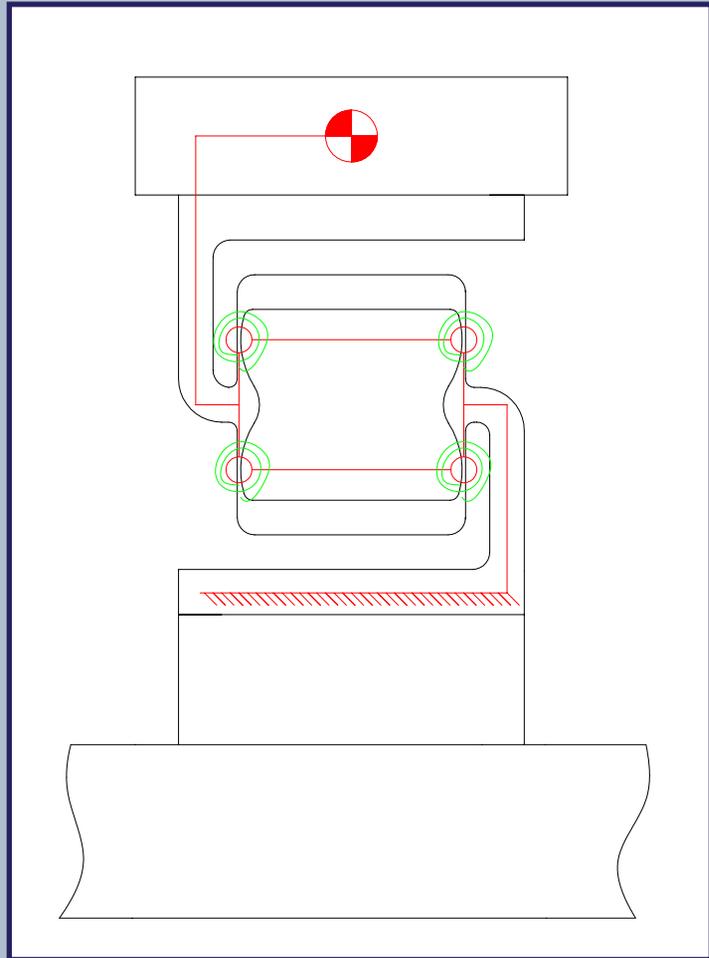
$$E_{\text{tot}} = 4E_{\text{cerniera}}$$

$$k_{\text{vert}} = \frac{4k_c \left[\theta_0 - \arcsin \left(\sin \theta_0 - \frac{s}{d} \right) \right]^2}{s^2}$$

con s spostamento
verticale imposto

Bydlo: validazione e calibrazione del modello (1)

provino per test di fatica

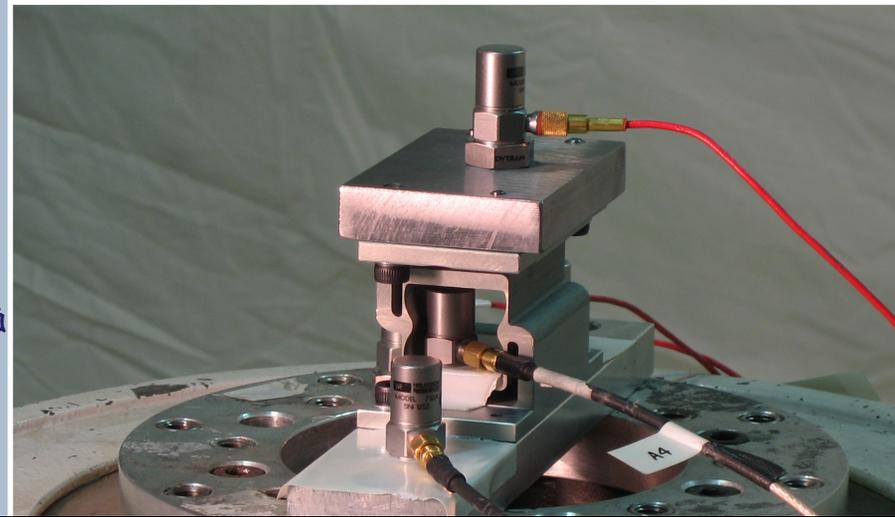


qualche PICCOLO inconveniente

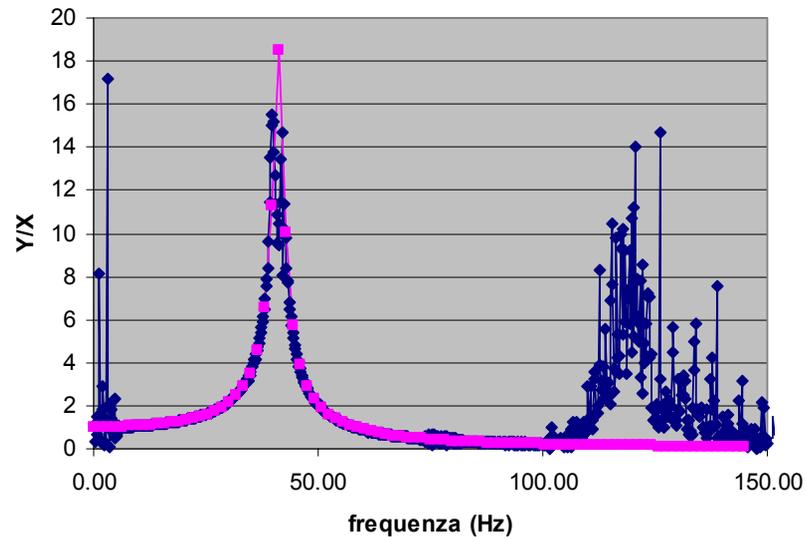
analisi

in frequenza:
modello massa
- molla ad 1
grado di libertà

$$\omega = \sqrt{\frac{k_{vert}}{m_e}}$$



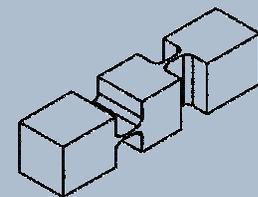
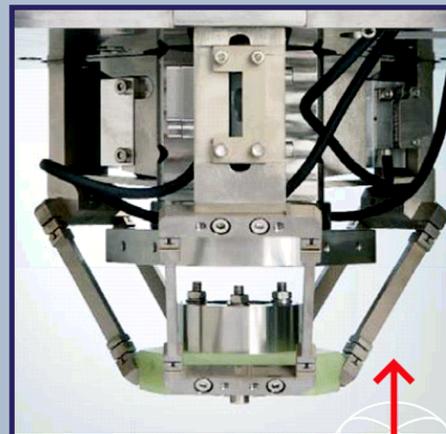
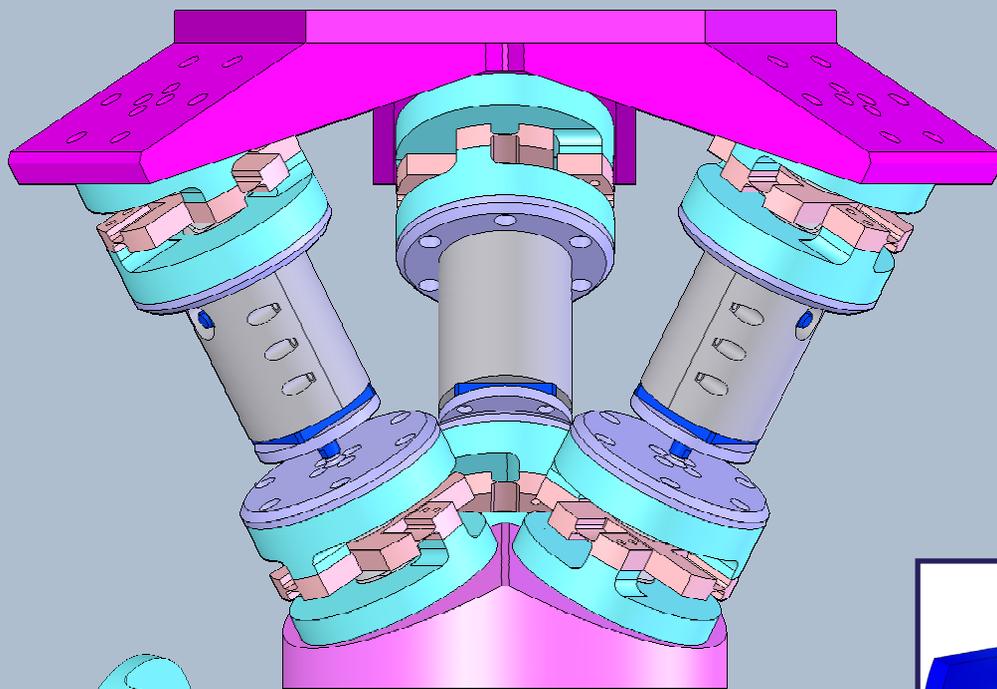
risposta in frequenza



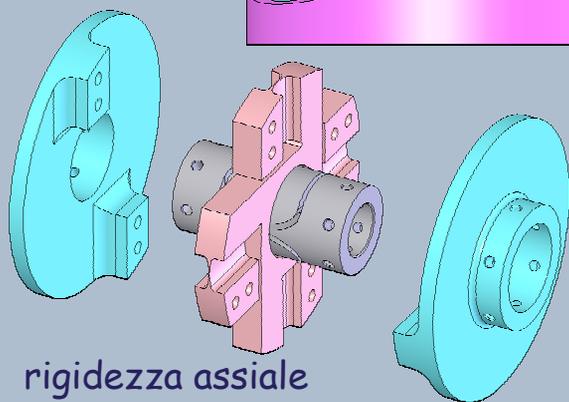
I frequenza.
propria:
41.5 Hz

Giunto cardanico (in collaborazione con il tesista Daniele Gazzoli)

Agietron Micro-Nano EDM (AGIE e Mecartex)



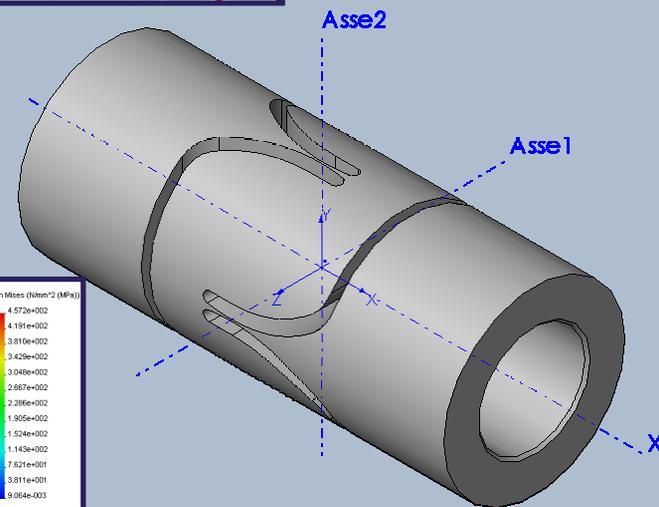
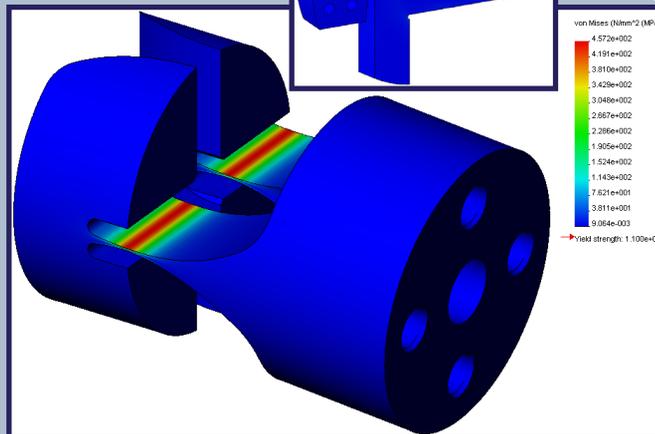
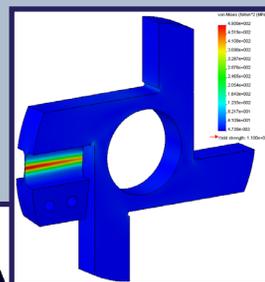
cerniere sfalsate



rigidezza assiale

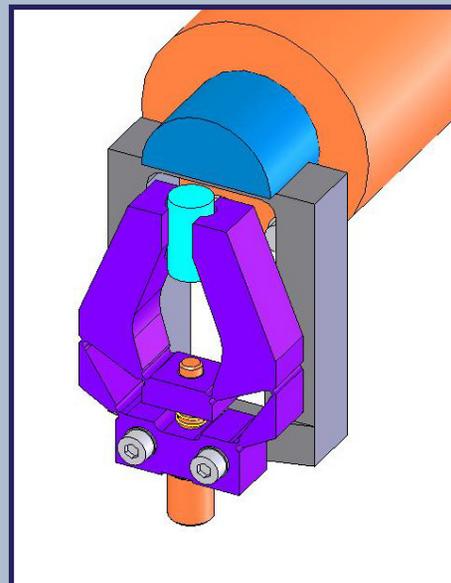
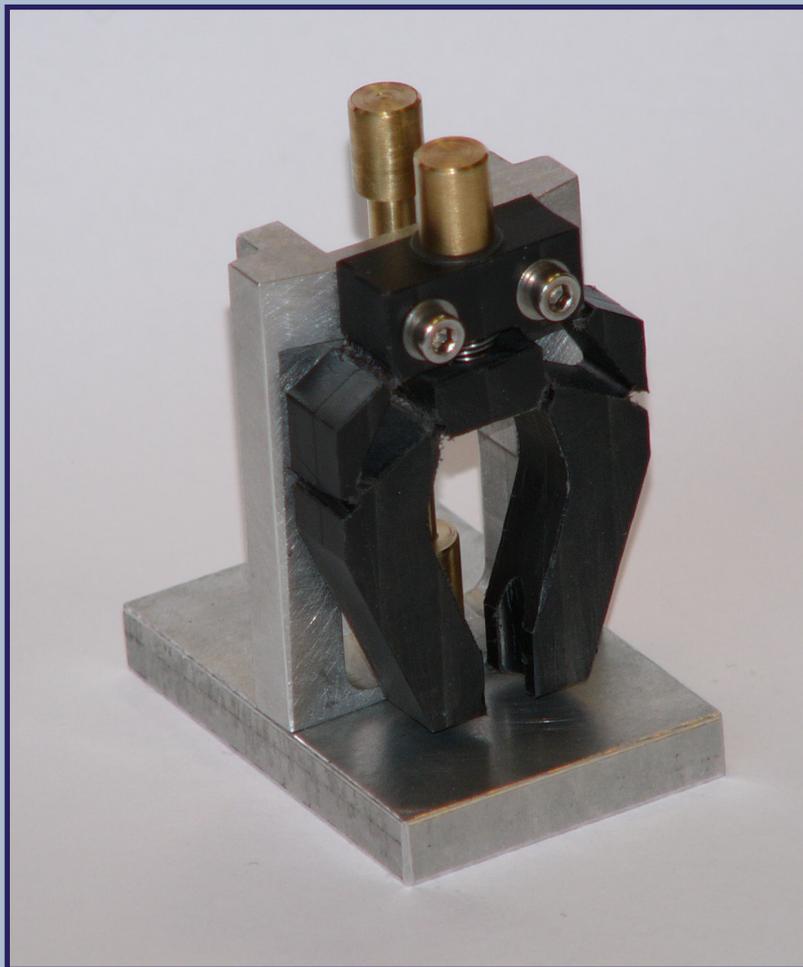
+

rigidezza torsionale



morfologia Pipe

Pinza portacampioni

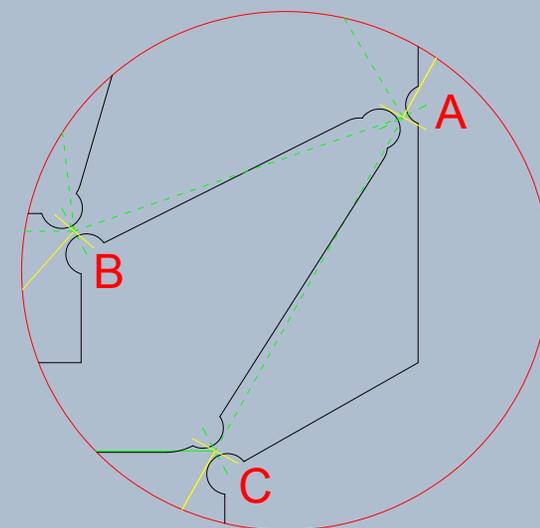
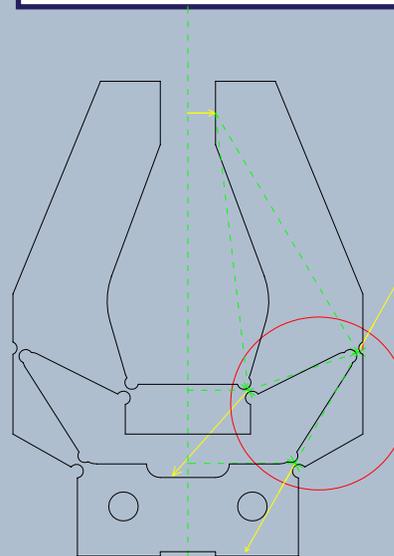


Geometria delle cerniere

- spessore: 0.4 mm
- raggio: 1.5 mm
- larghezza: 10 mm

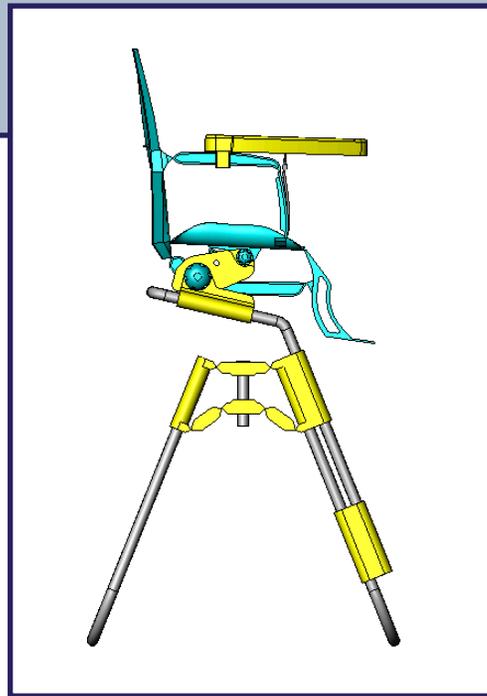
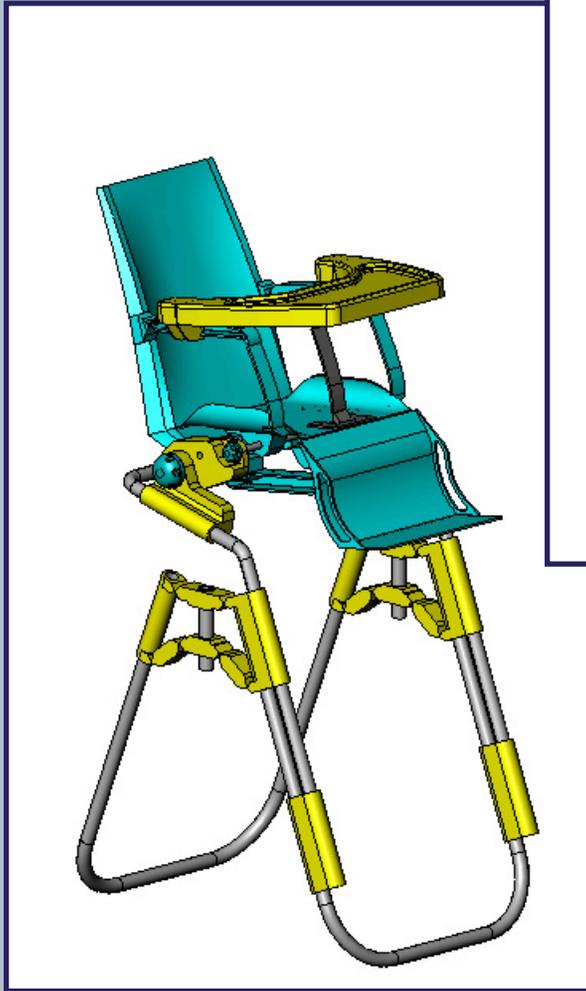
Material: nylon 6.6

Come orientare le cerniere?

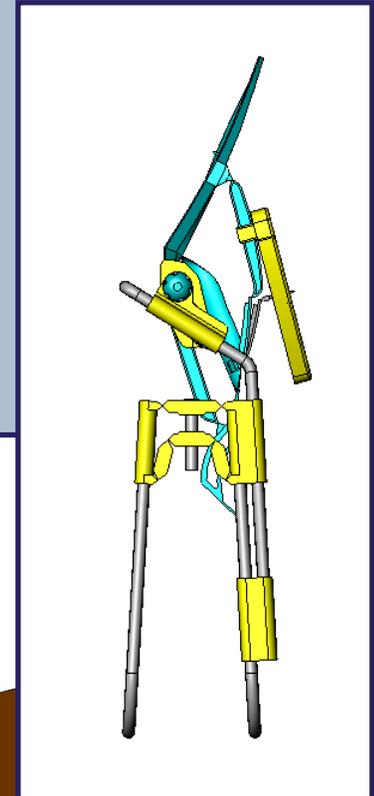


Seggiolone per bambini

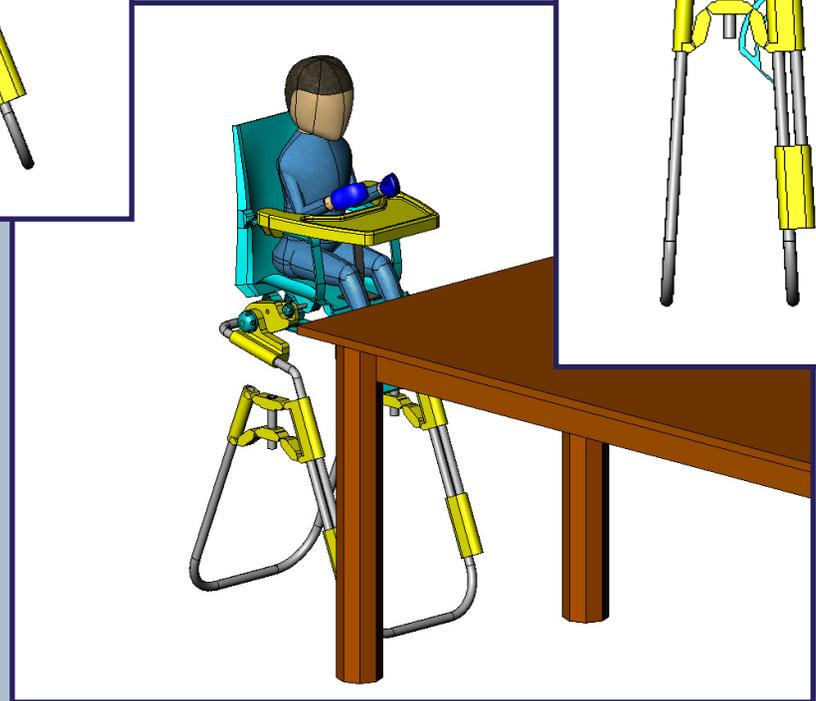
(proposta 1)



meccanismo per
regolare
l'inclinazione dello
schienale e della
pedana agendo su
una sola manopola



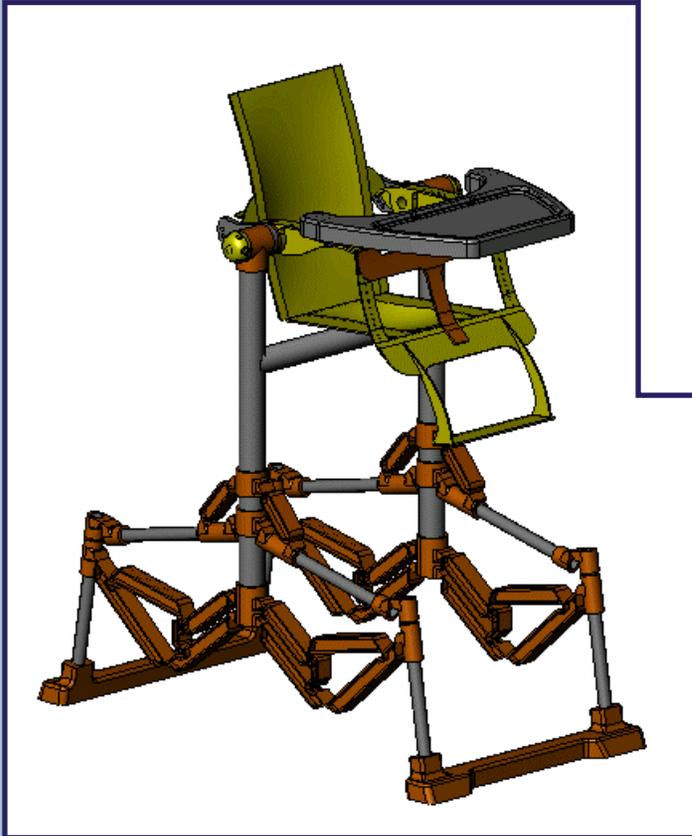
meccanismo per
la chiusura del
supporto in un
solo pezzo



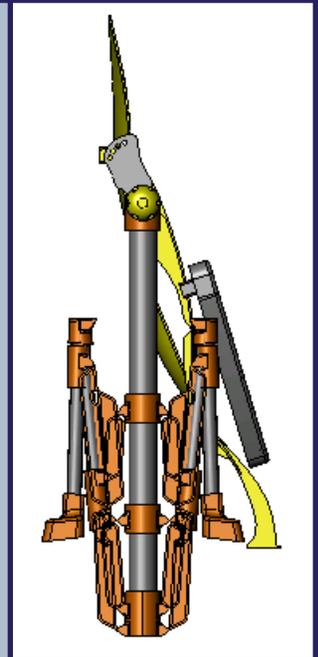
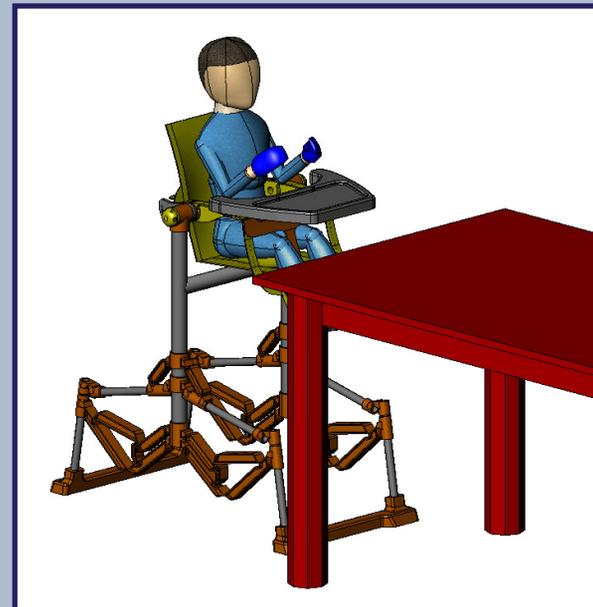
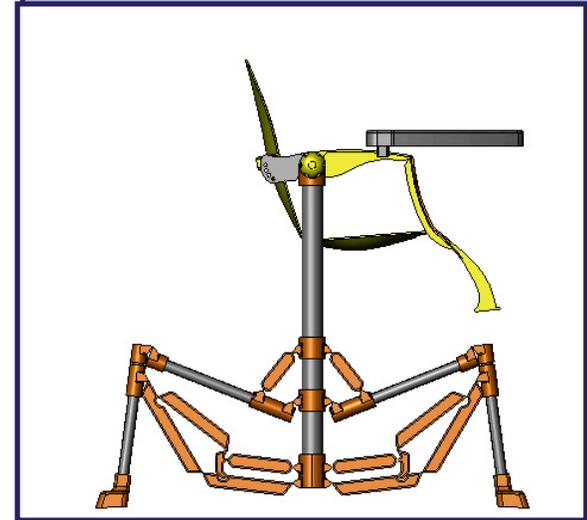
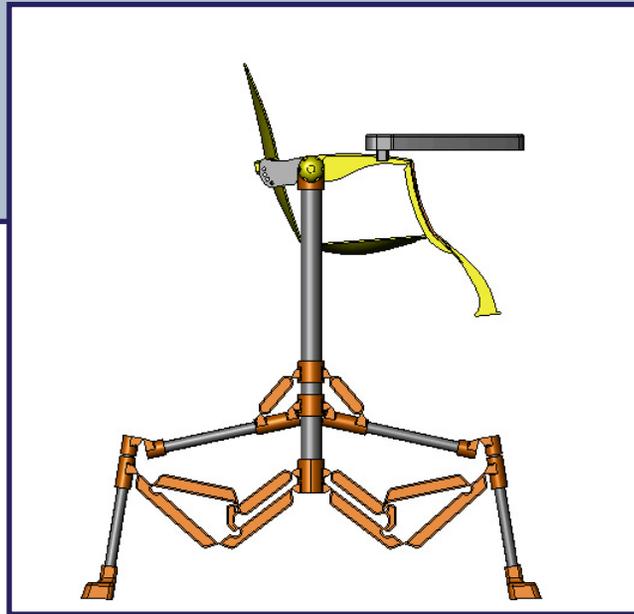
Seggiolone per bambini

(proposta 2)

possibilità di realizzare la seduta in un solo pezzo



unico meccanismo per la regolazione dell'altezza e per la chiusura del seggiolone



COMPLIANT MECHANISMS E CERNIERE FLESSIONALI

VANTAGGI

- riduzione dei costi: riduzione del numero dei pezzi, riduzione del tempo di assemblaggio, semplificazione del processo di costruzione
- aumento delle prestazioni: aumento della precisione, aumento dell'affidabilità, riduzione dell'usura, riduzione del peso, riduzione della manutenzione
- adatti per applicazioni per scala miniaturizzata
- nessuna perdita per attrito, nessun gioco

SVANTAGGI

- il centro di rotazione non è fisso durante il moto relativo
- vita a fatica
- mobilità limitata
- energia immagazzinata negli elementi flessibili
- sensibilità ai carichi termici

