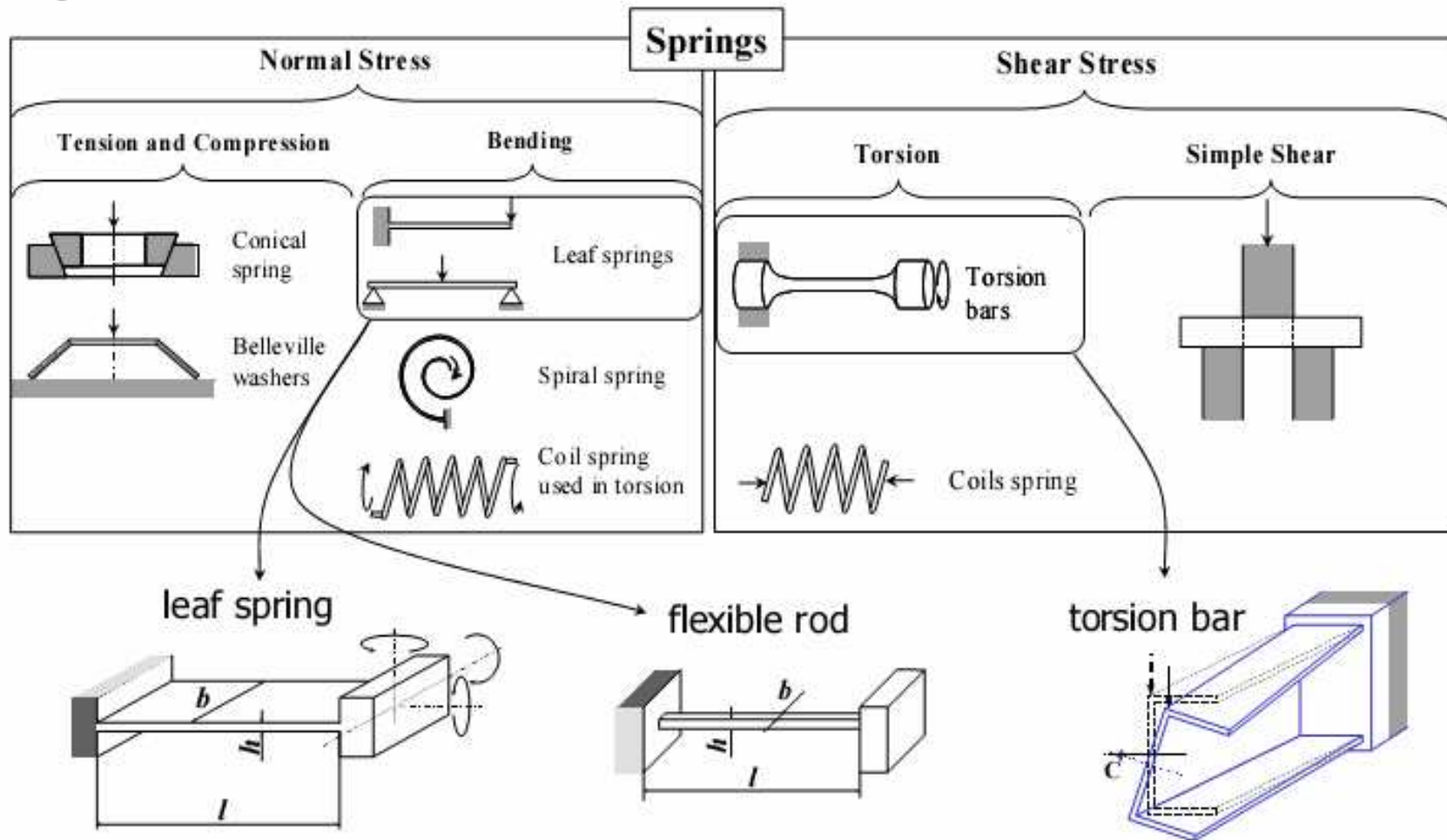


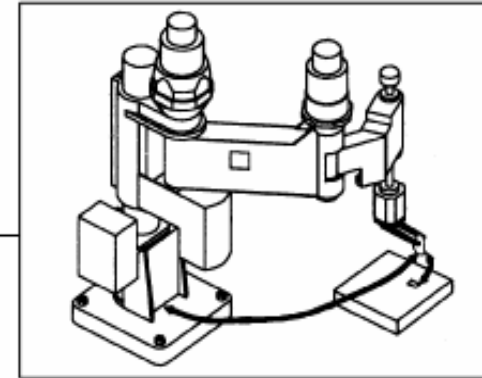
Dispositivi con articolazioni flessibili

Cosa sono le "flexures"

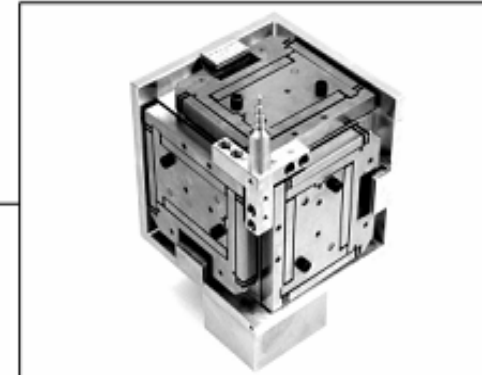


Classificazione e terminologia comune

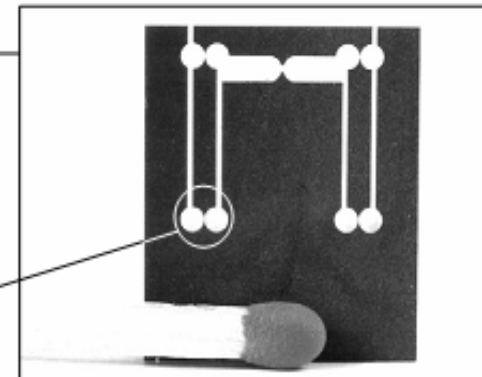
Flexure-based Mechanisms,
Robots or Machines...



Flexure-based
Mechanical Articulated Structures



Flexures,
Compliant Mechanisms
or Elastic Mechanisms...



Flexure Hinges

Paragone Flexures-guide convenzionali

VANTAGGI

- Alta precisione
- Nessun attrito
- Nessun isteresi
- Nessuna usura
- Nessuna lubrificazione
- Nessun rischio d'incepparsi
- Nessun errore d'inversione
- I principali errori sono di natura sistematica => leggi di controllo semplici
- Fabbricazione monolitica => "design for no assembly"

LIMITAZIONI

- Corsa limitata
- Forza di ritorno
- Cinematica complessa
- Forza di carico limitata

Paragone Flexures-altre guide senza contatto

- Cuscinetti Magnetici
 - Richiedono azionatori, sensori, sistema di controllo, algoritmi di controllo e apporto di energia
- Cuscinetti idrostatici
 - Richiedono l'uso di liquido lubrificante, pompa, il circuito per il liquido, filtri
- Cuscinetti ad aria
 - Richiedono la dotazione dell'aria compressa, compressore
- **Cuscinetti flessibili**
 - **Generalmente meno complessi e poco costosi**

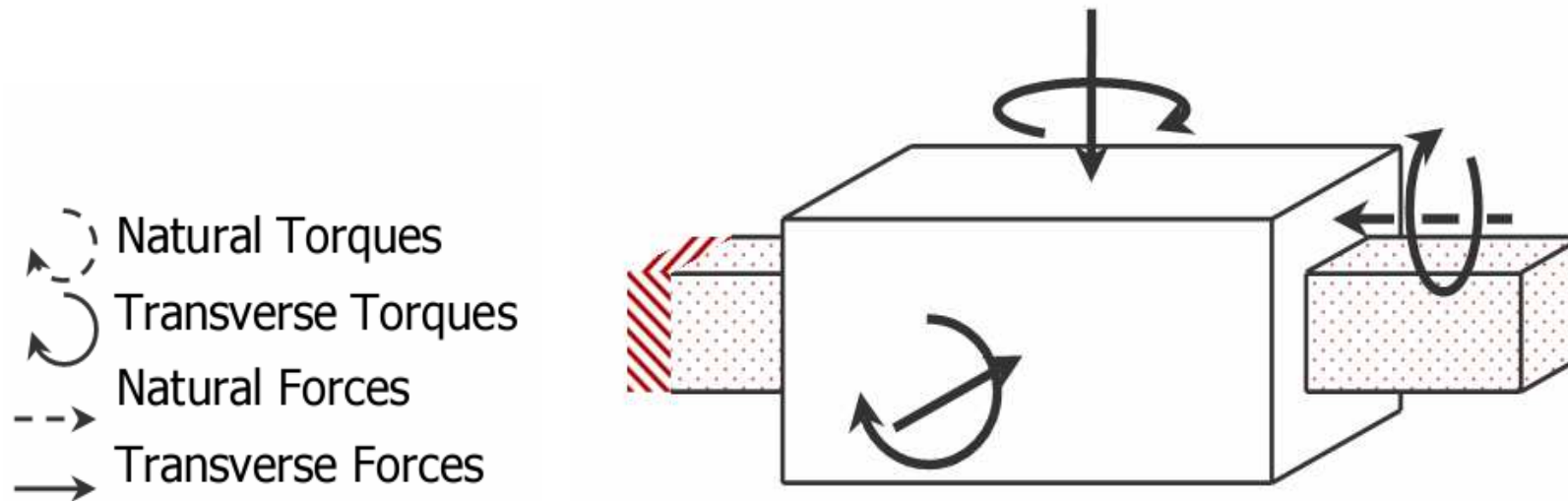
- Robotica
 - Movimenti con precisione nanometrica (precisione)
 - Ambienti « clean/hostile »
- Meccanismi spaziali
 - Osservazioni spaziali e telecomunicazioni (affidabilità)
- Strumentazione scientifica
 - Meccanismi per l'astronomia (precisione e stabilità)
 - Misura di forze e pesi (assenza d'isteresi)
- Meccanismi per acceleratori di particelle (assenza d'attrito, precisione)
- MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)
 - Telecomunicazioni, sensori (adatti alla microfabbricazione)

ESEMPI:

- [Robotica](#)
- [Meccanismi spaziali](#)
- [Strumentazione scientifica](#)
- Meccanismi per acceleratori di particelle
- MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)

Rigidità naturale, rigidità trasversale

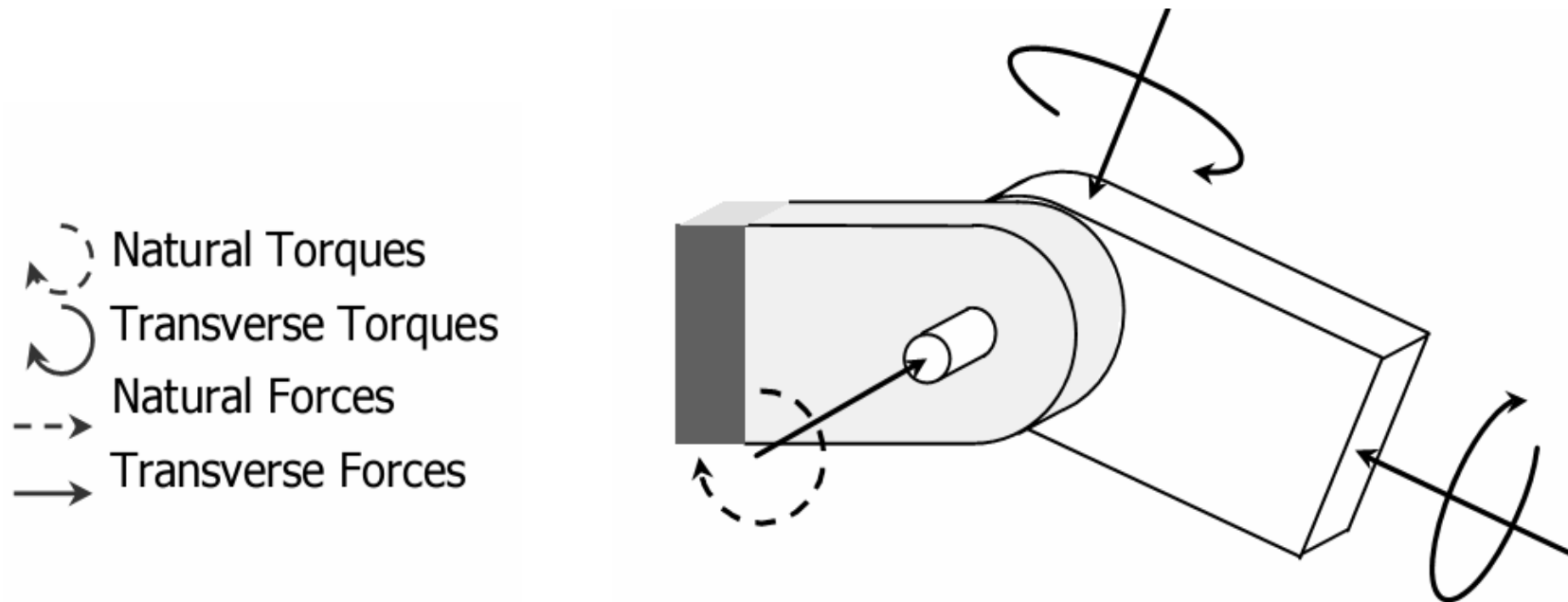
- Esempio: guida lineare, carrello



Scopo: Massimizzare il rapporto
Rigidità Trasversale / Rigidità Naturale

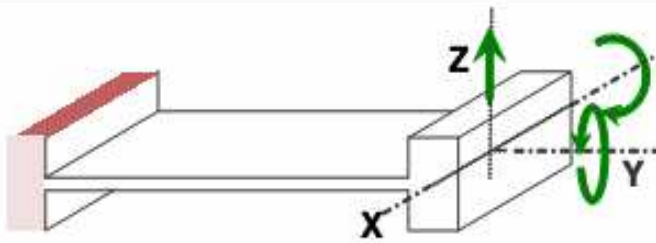
Rigidità naturale, rigidità trasversale

- Esempio: perno semplice

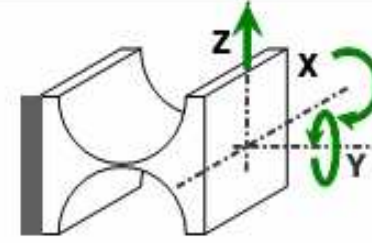


Scopo: Massimizzare il rapporto
Rigidità Trasversale / Rigidità Naturale

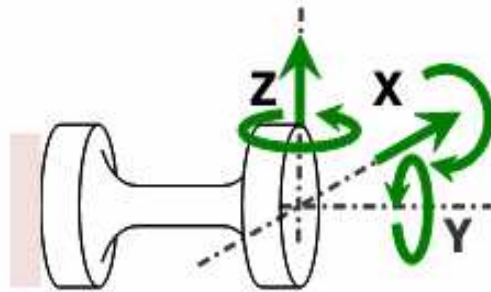
Articolazioni/giunti elementari



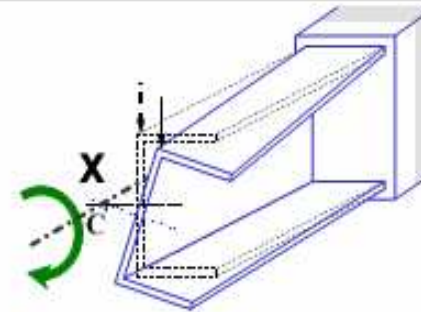
Leaf spring (blade), 3 DOFs: θ_X , θ_Y , Z



Necked-down hinges, 3 DOFs: θ_X , θ_Y , Z



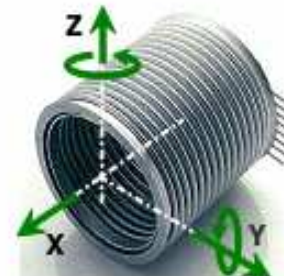
Flexible Rod, 5 DOFs: θ_X , θ_Y , θ_Z , X, Z



Torsion bar, 1 DOF: θ_X



Membrane, 3 DOFs: θ_X , θ_Y , Z

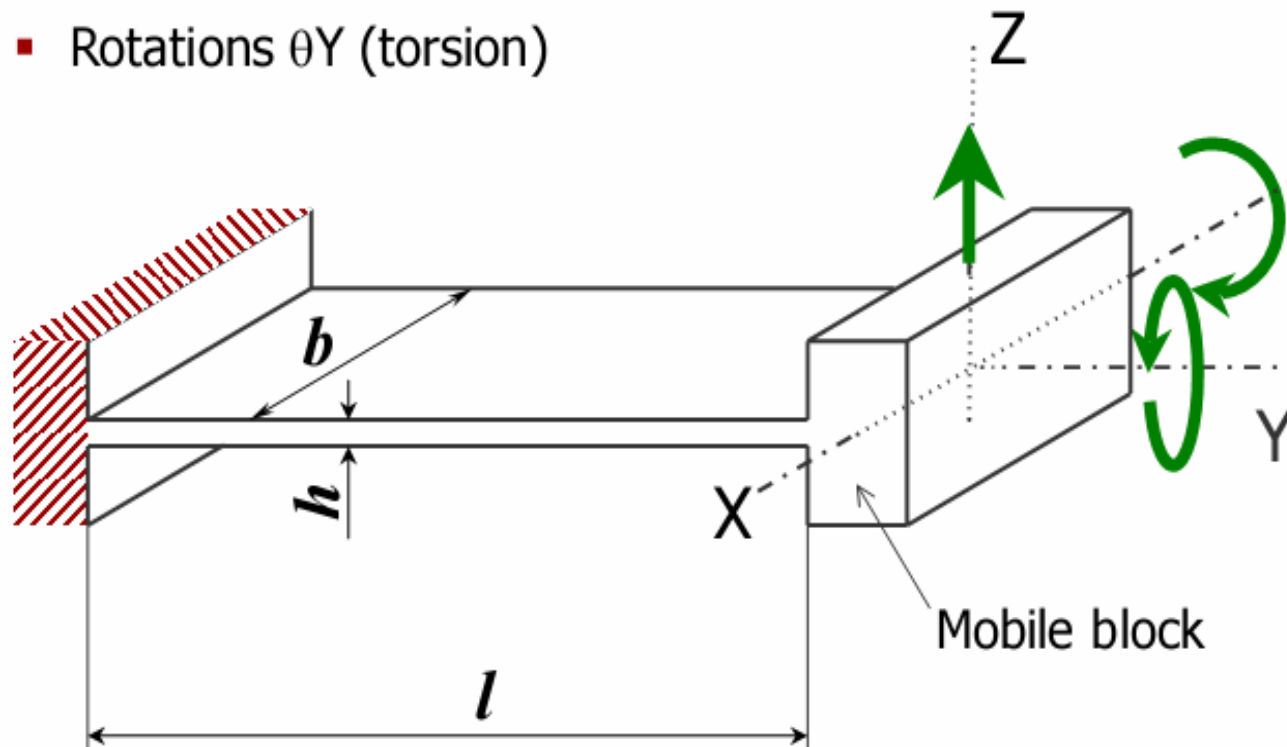


Bellow, 5 DOFs: θ_Y , θ_Z , X, Y, Z

Molla a lama

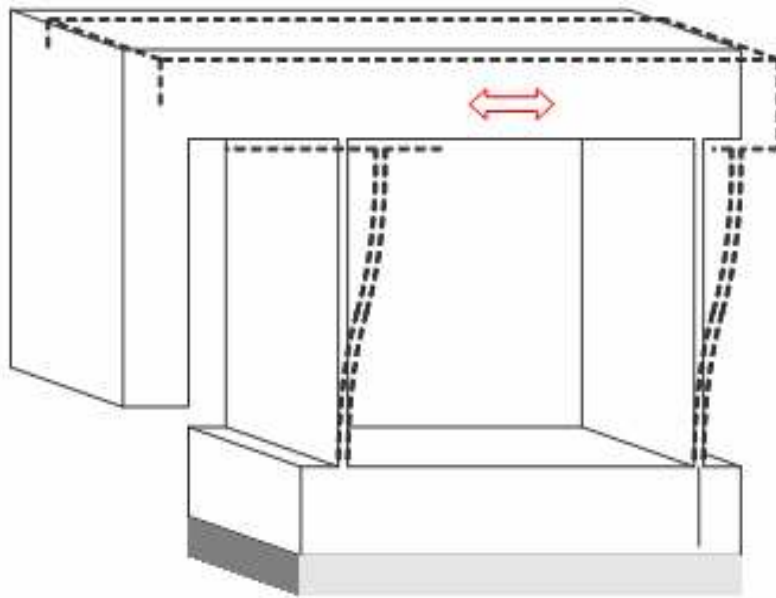
3 degrees-of-freedom

- Z translation (bending in S shape)
- Rotations θ_X (bending)
- Rotations θ_Y (torsion)

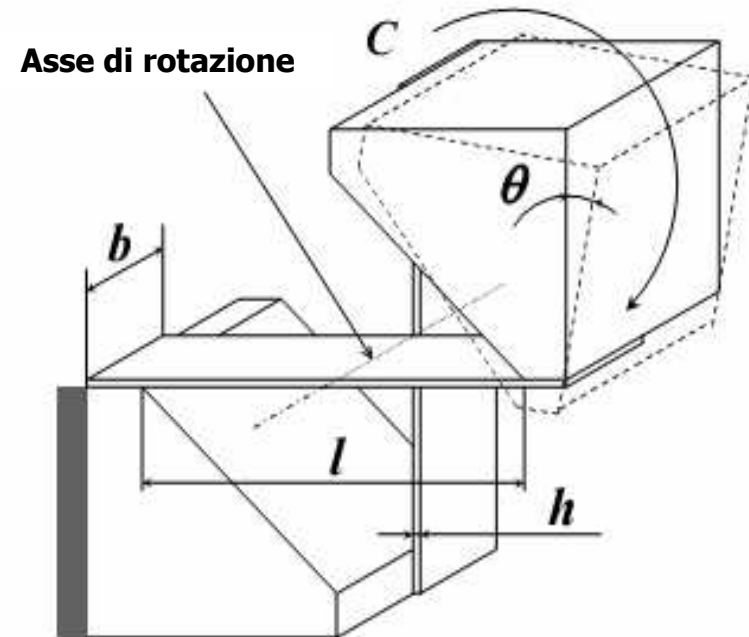


Parallelogramma elastico e perno a lame incrociate

1 grado di libertà



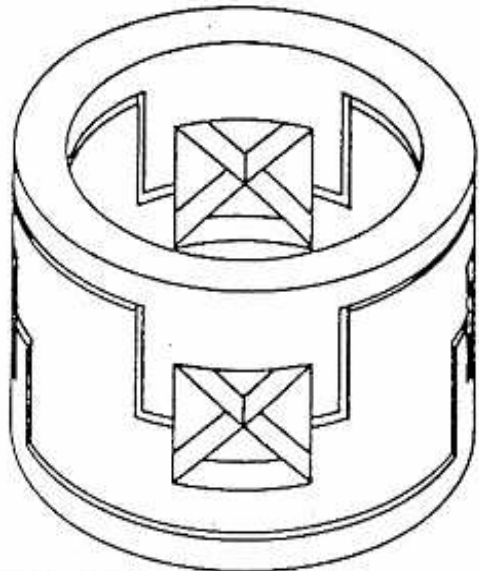
traslazione



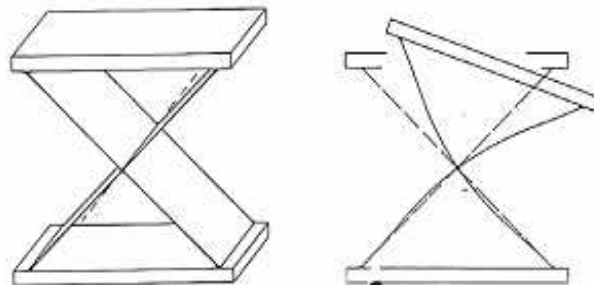
rotazione

Giunto cardanico

2 gradi di libertà in rotazione



Haberland 1978



CSEM 2001

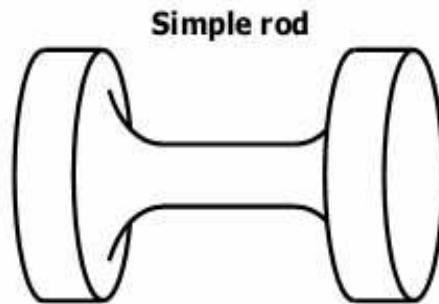
⚠ Not stiff in torsion
Not stiff in shear



PSI 2004

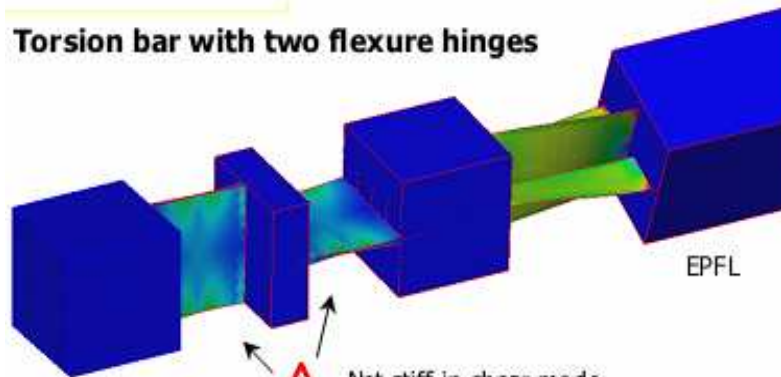
Giunto sferico

3 gradi di libertà in rotazione



⚠ Not stiff in shear modes
(The rod has 5 DOFs: it
is stiff only axially)

Torsion bar with two flexure hinges



⚠ Not stiff in shear mode

EPFL

