

XXIII Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

*Relazione Primo Anno*

# Automazione Industriale per Applicazioni Speciali

Curriculum: Robotica e Automazione Industriale

Dottoranda: Cinzia Amici

Coordinatore: Prof. Giovanni Legnani

Tutore: Prof. Rodolfo Faglia

---

Università degli Studi di Brescia

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



## Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



# Attività principali di ricerca

Analisi Cinematica Diretta e Inversa

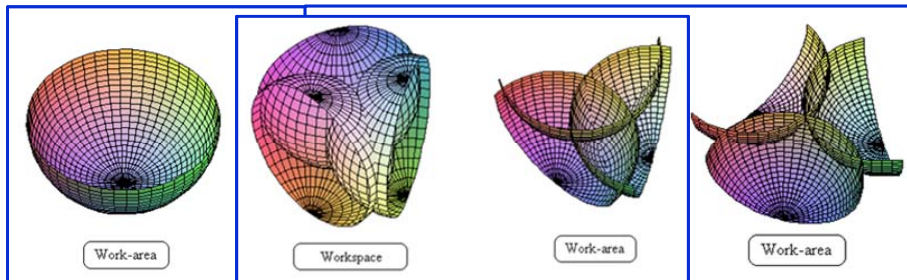
Analisi Dinamica Inversa

Spazio di Lavoro

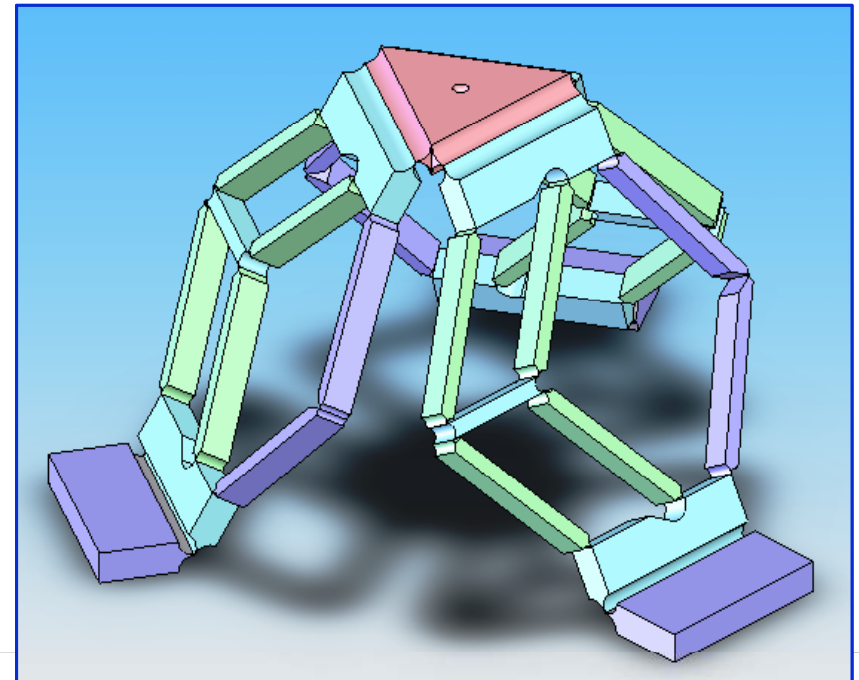
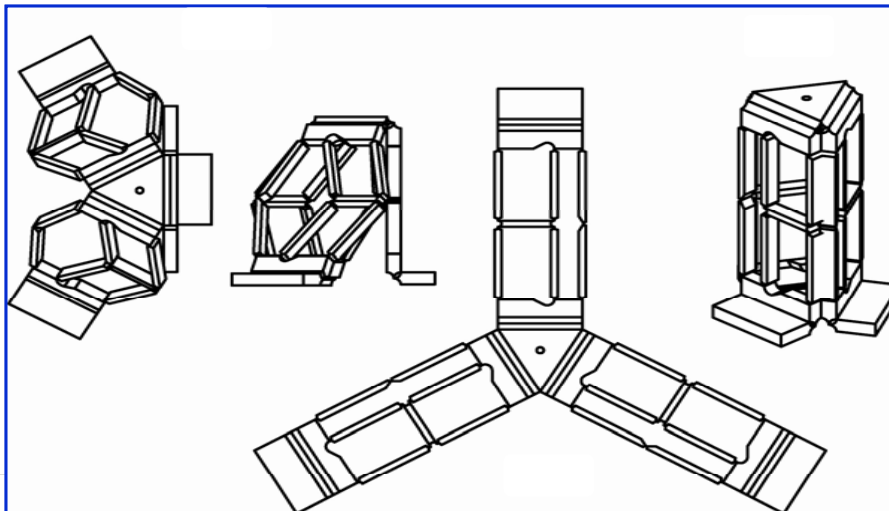
➤ Mini-manipolatori:

✓ Analisi cinematica e dinamica di robot flessibile (cerniere flessionali), ad architettura parallela;

✓ Realizzazione di prototipi non funzionali della struttura, in ABS.

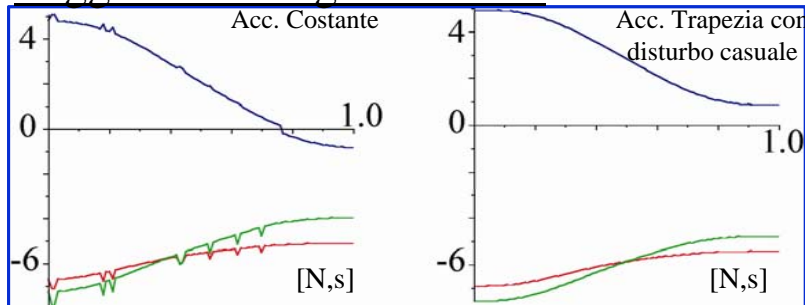


Configurazioni Singolari



# Attività principali di ricerca

## Leggi di moto agli attuatori:

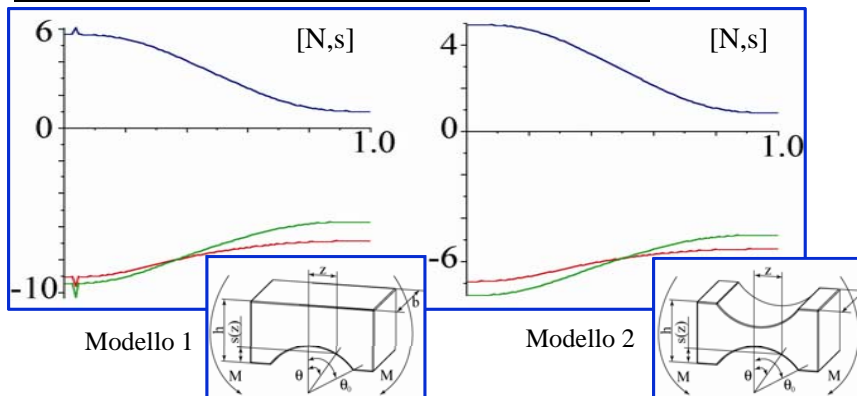


## ➤ Mini-manipolatori:

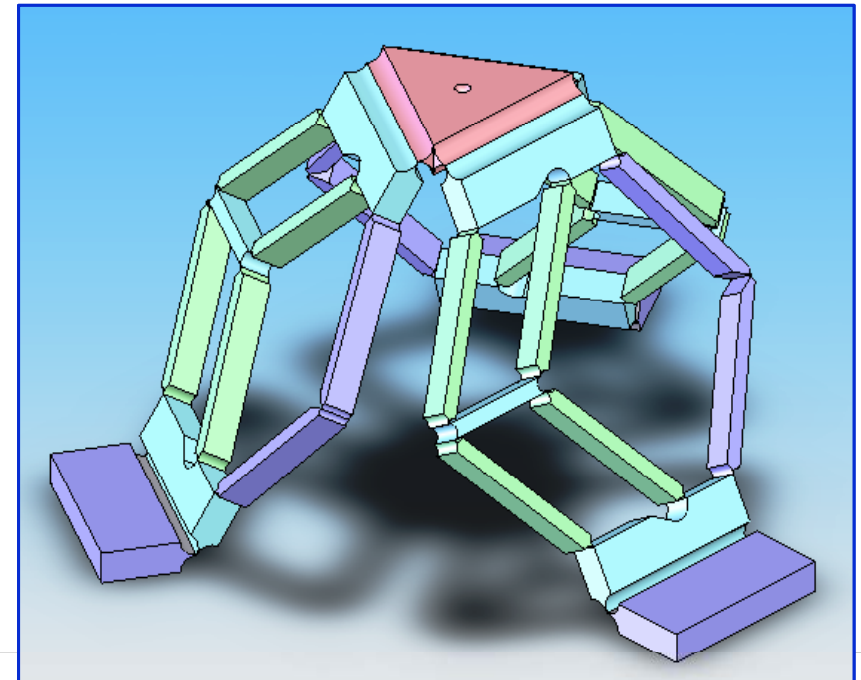
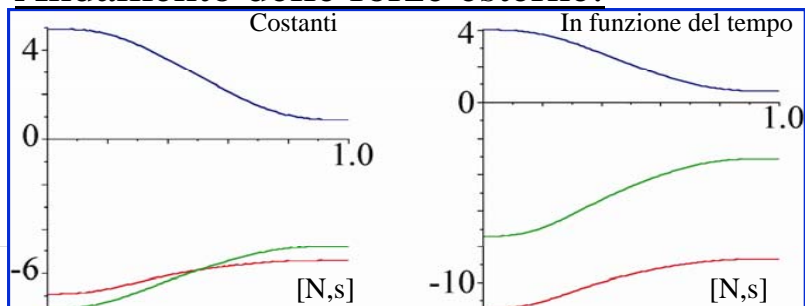
✓ Analisi cinematica e dinamica di robot flessibile (cerniere flessionali), ad architettura parallela;

✓ Realizzazione di prototipi non funzionali della struttura, in ABS.

## Modelli delle cerniere flessionali:



## Andamento delle forze esterne:



# Attività principali di ricerca

## Leggi di moto:

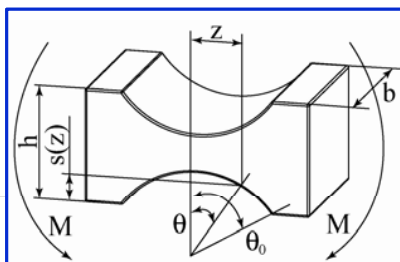
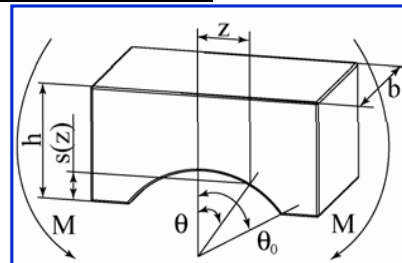
- ✓ Accelerazione costante
- ✓ Accelerazione trapezia
- ✓ Accelerazione trapezia con disturbo casuale

## Forze Esterne:

- ✓ Costanti
- ✓ Random
- ✓ in funzione del tempo

## Modelli di Cerniera Flessionale:

✓ Tipologia 1

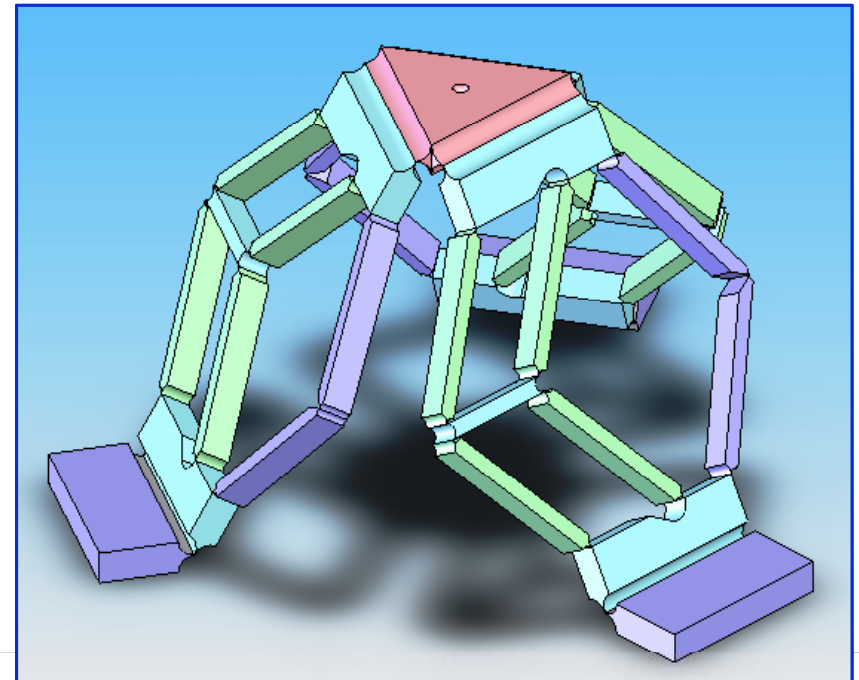


✓ Tipologia 2

## ➤ Mini-manipolatori:

✓ Analisi cinematica e dinamica di robot flessibile (cerniere flessionali), ad architettura parallela;

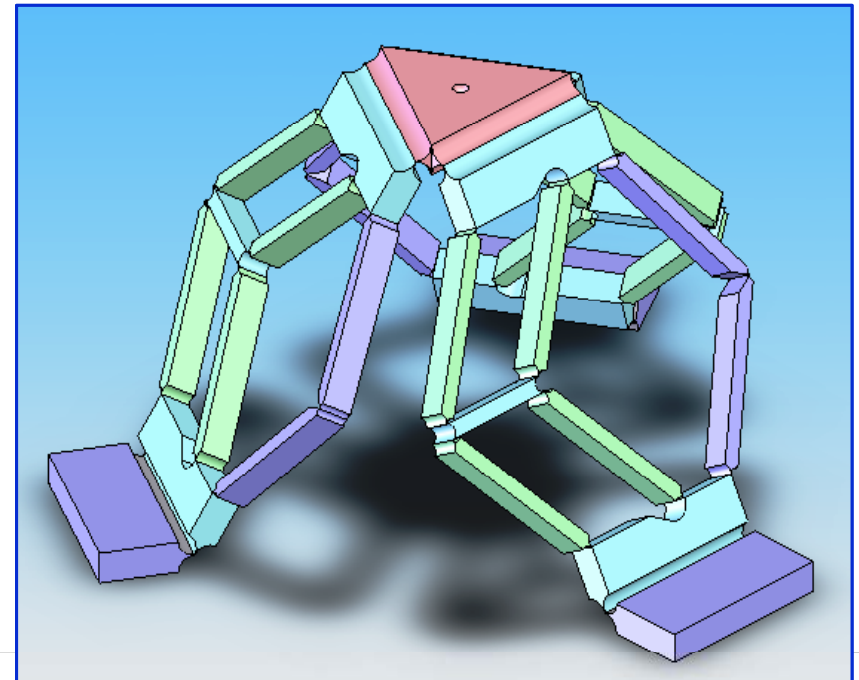
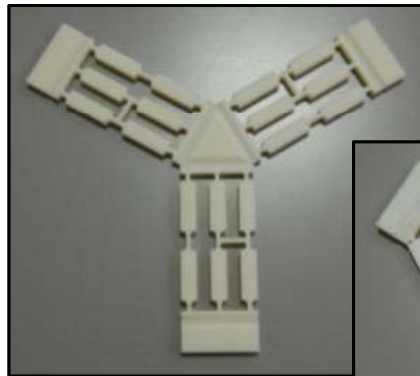
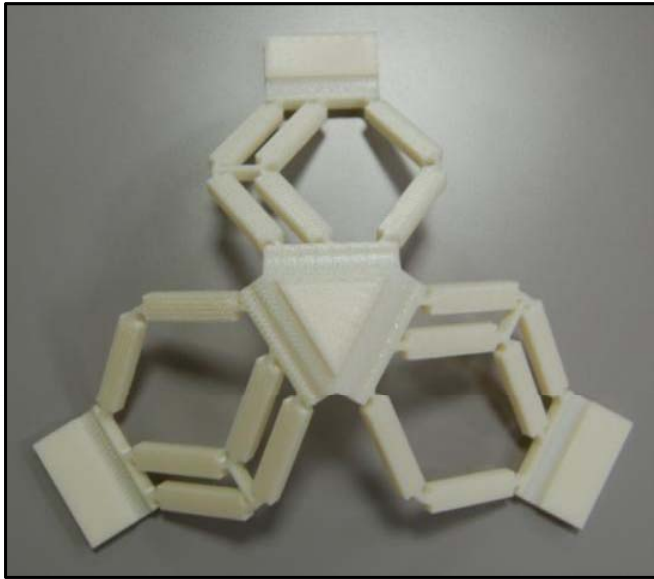
✓ Realizzazione di prototipi non funzionali della struttura, in ABS.



## Attività principali di ricerca

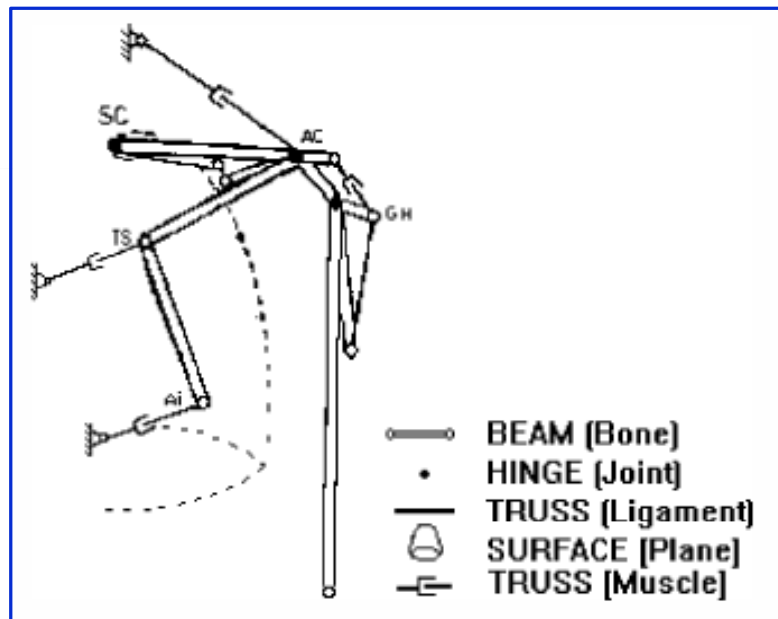
### ➤ Mini-manipolatori:

- ✓ Analisi cinematica e dinamica di robot flessibile (cerniere flessionali), ad architettura parallela;
- ✓ Realizzazione di prototipi non funzionali della struttura, in ABS.



## Attività principali di ricerca

- Biomeccatronica (Progettazione e realizzazione di una spalla biomeccanica):
- ✓ Studio del complesso articolare della spalla;



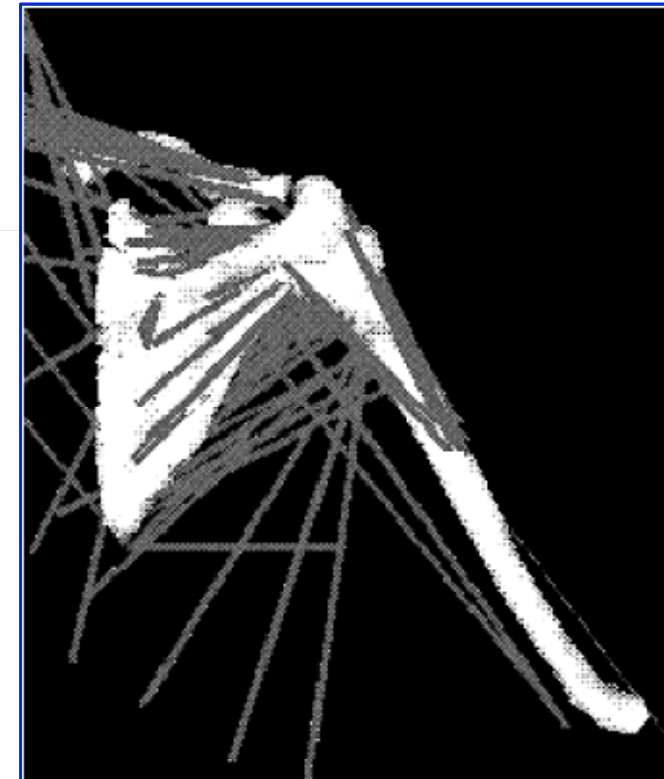
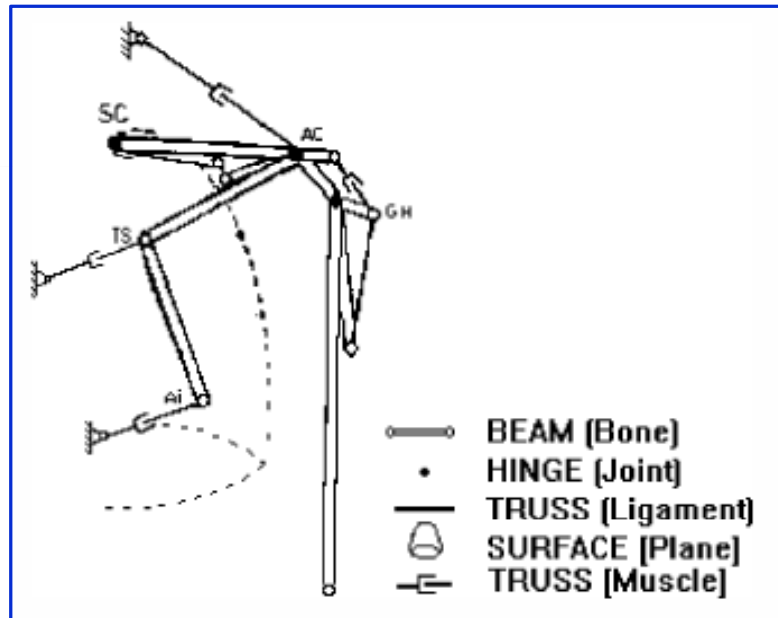
- ✓ Identificazione di un modello adatto a simulare cinematica e dinamica del complesso articolare.



## Attività principali di ricerca

➤ Biomeccatronica (Progettazione e realizzazione di una spalla biomeccanica):

✓ Studio del complesso articolare della spalla;



✓ Identificazione di un modello adatto a simulare cinematica e dinamica del complesso articolare.

# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



## Attività secondarie di ricerca

- Partecipazione a corsi, convegni e seminari:
  - ✓ “Esperienze e prospettive di Biomeccanica presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università di Brescia”: *giornata di studio*, Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria, Brescia, 30 Novembre 2007.
  - ✓ “Maple 11 Base e Maple 11 Advanced”: *corso*, Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria, Brescia, 6 e 7 Marzo 2008.
  - ✓ “Pro/ENGINEER (Pro/E) versione Wildfire 3.0”: *corso*, Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria, Brescia, 17, 18, 19, 20 e 21 Marzo 2008.
  - ✓ “Smart Sensors Systems Design”: *seminario*, Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria, Brescia, 8 Aprile 2008.
  - ✓ “Programmazione fuori linea”: *convegno SIRI con mostra di affiancamento*, Facoltà di Ingegneria, Modena, 10 Aprile 2008
  - ✓ “Corso nazionale automazione e robotica 2008”: *corso SIRI*, Facoltà di Ingegneria, Bergamo, 21,28 Maggio e 4, 18, 25 Giugno 2008.



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



## Collaborazioni e progetti

- Collaborazione didattica nell'ambito del settore disciplinare di meccanica applicata alle macchine (esercitazioni frontali, supporto alla stesura e alla correzione di elaborati).
- Collaborazione al corso di Biomeccanica, nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione Industriale.
- Correlazione alla tesi “Analisi e valutazione di un modello cinematico del complesso articolare della spalla per il calcolo dello spazio di lavoro del braccio”, C.A. Seneci, Laurea di I livello in Ingegneria dell'Automazione Industriale, Settembre 2008.
- Partecipazione al progetto Biorobot in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale, Università degli Studi di Brescia, Facoltà di Ingegneria.



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri





# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Publicazioni

Sviluppi futuri



## Publicazioni

### Partecipazione al convegno “EUCOMES 2008” (Cassino)

- C. Amici, A. Borboni, P. L. Magnani, D. Pomi, *Kinematic Analysis of a Compliant, Parallel and Three-Dimensional Meso-Manipulator Generated from a Planar Structure*, EUCOMES 2008, Cassino 17, 18 e 19 Settembre 2008.
- C. Amici, A. Borboni, P. L. Magnani, D. Pomi, *Dynamic Analysis of a Compliant, Parallel and Three-Dimensional Meso-Manipulator Generated from a Planar Structure* EUCOMES 2008, Cassino 17, 18 e 19 Settembre 2008.

### Partecipazione al convegno “IROS 2008” (Nizza)

- C. Amici, A. Borboni, R. Faglia, D. Fausti, P. L. Magnani, *A Parallel Compliant Meso-Manipulator for Finger Rehabilitation: Kinematic and Dynamic Analysis*, IROS 2008, Nizza, 22, 23, 24, 25 e 26 Settembre 2008.



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri



# Struttura della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività collaterali di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

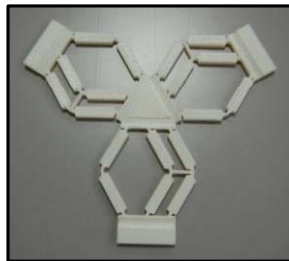
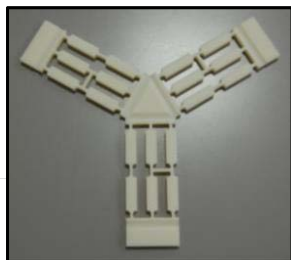
Sviluppi futuri



## Sviluppi futuri

### Mini-manipolatori

- ✓ Identificazione del materiale più adatto per la realizzazione di mini-manipolatori ottimizzati;
- ✓ Individuazione di settori applicativi del robot a livello industriale:
  - ✓ ambito medico – fisioterapia e riabilitazione, limitatamente a specifiche applicazioni di nicchia (ausilio alla movimentazione-riabilitazione di singole dita)
  - ✓ ambito industriale – settori caratterizzati da prestazioni dinamiche spinte, elevate velocità di realizzazione



Prospettiva di una produzione low-cost :  
realizzazione dal piano



## Sviluppi futuri

### Biomeccatronica

- ✓ settore medico e biomeccanico – definizione di diagnosi o percorsi riabilitativi ad hoc per il paziente mediante una corretta modellizzazione del complesso articolare della spalla;
- ✓ ambito bioingegneristico – interazione e fusione di meccanica, elettronica e sensoristica avanzata.

### Prospettive future:

Nel successivo anno di corso si prevede di ampliare gli argomenti di interesse, in particolar modo dal punto di vista della ricerca avanzata, sempre senza trascurare possibili casi applicativi; non si esclude tuttavia di focalizzare l'attenzione su uno specifico settore di ricerca qualora emergano elementi di particolare rilievo.



XXIII Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

*Relazione Primo Anno*

# Automazione Industriale per Applicazioni Speciali

Curriculum: Robotica e Automazione Industriale

Dottoranda: Cinzia Amici

Coordinatore: Prof. Giovanni Legnani

Tutore: Prof. Rodolfo Faglia

---

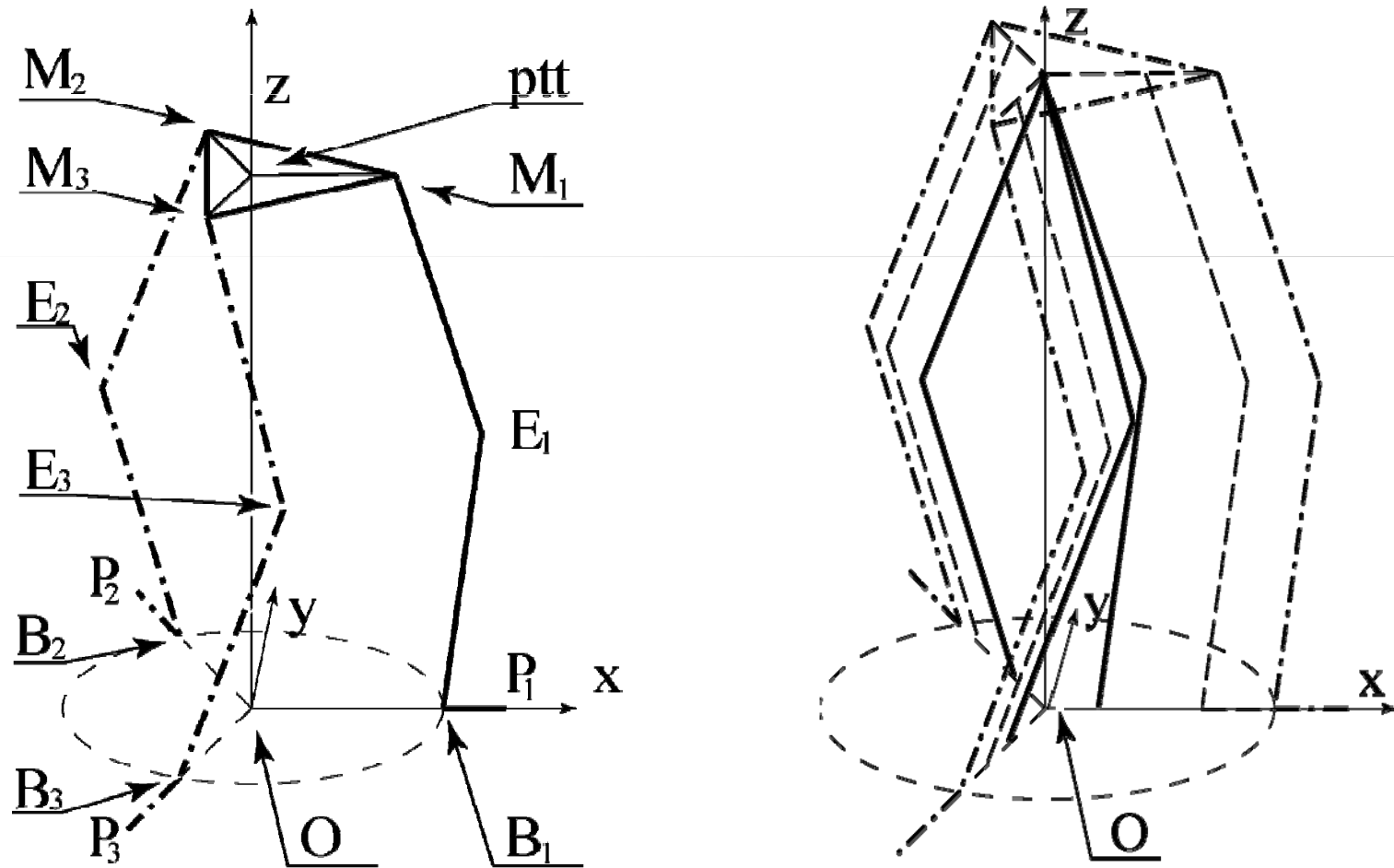
Università degli Studi di Brescia

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



# Convenzioni e Dati delle Simulazioni



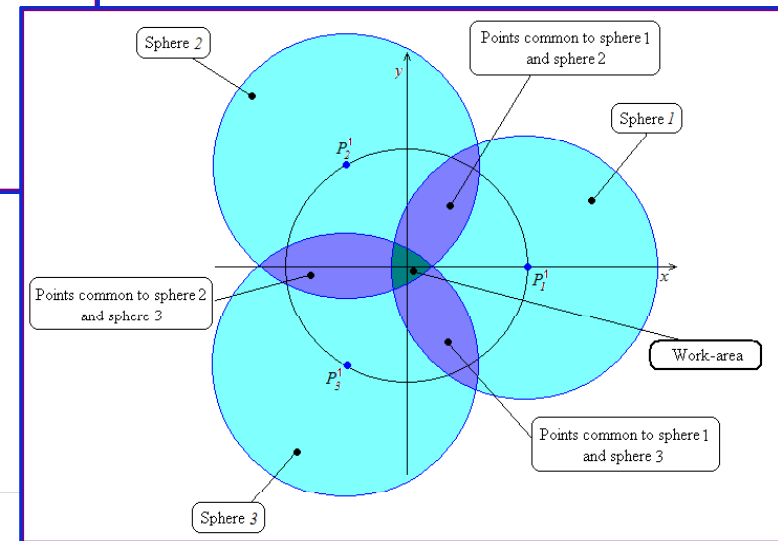
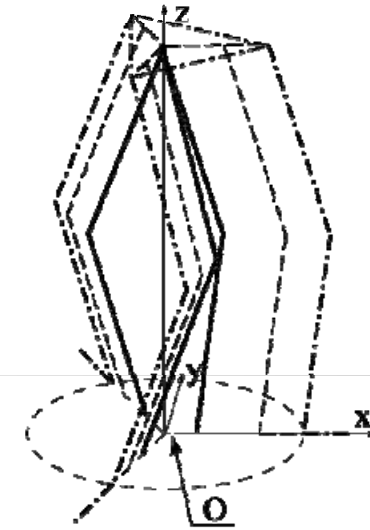
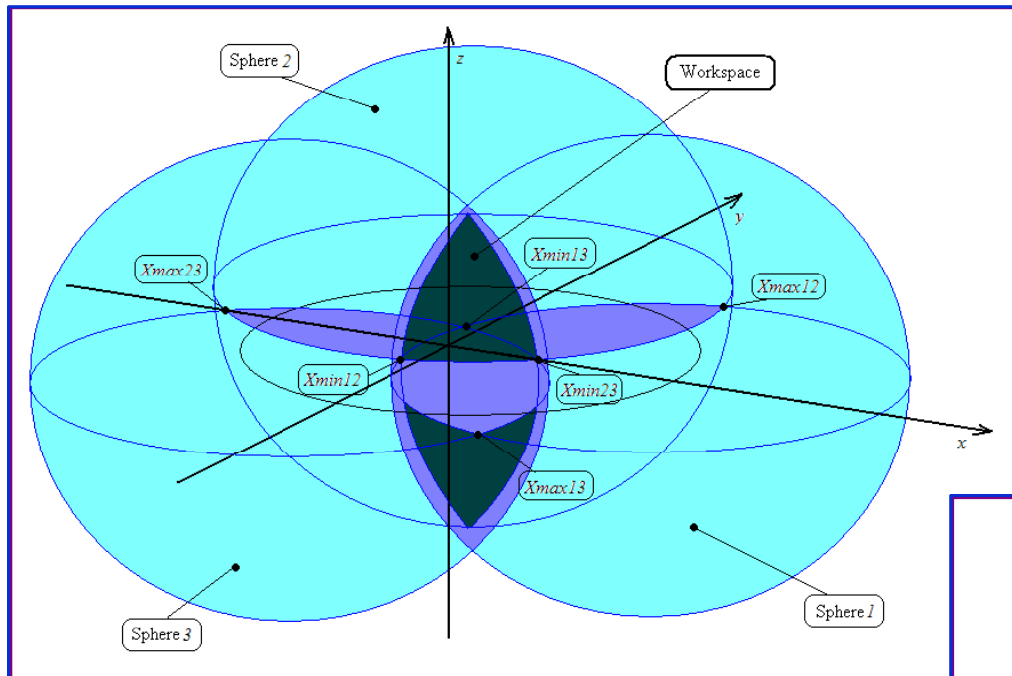


# Convenzioni e Dati delle Simulazioni

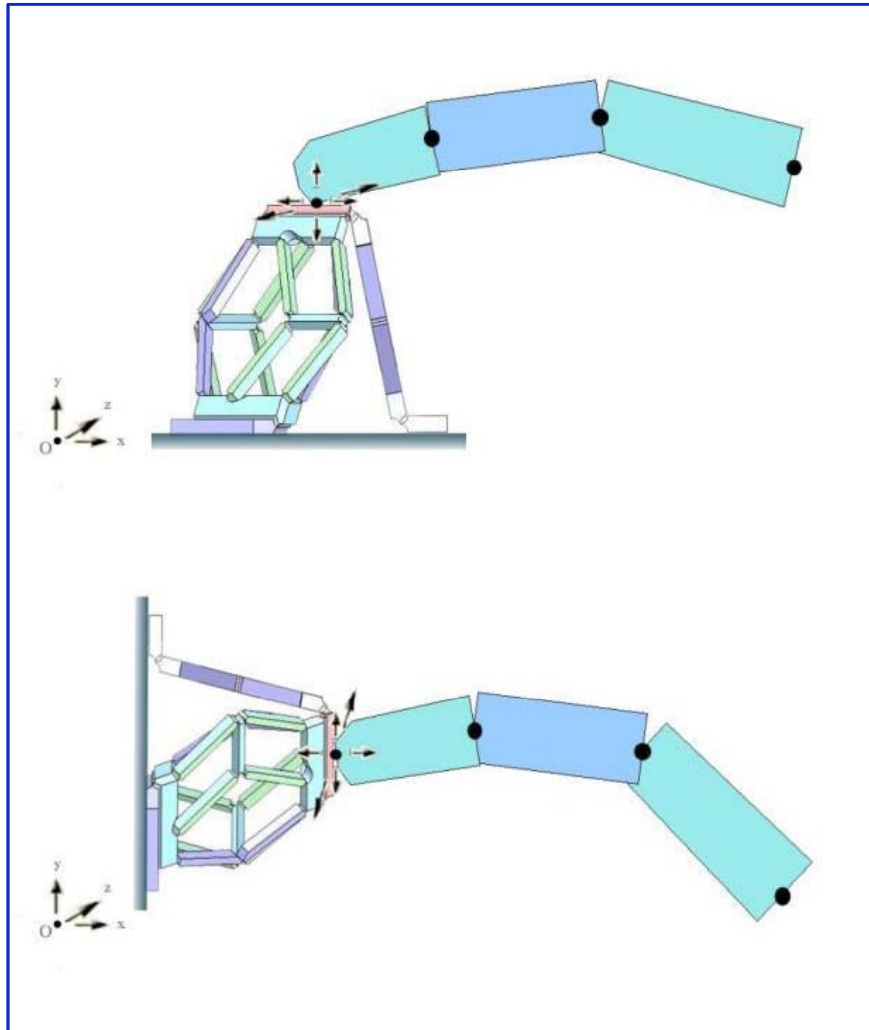
	Lunghezza aste	0.05	m
	Larghezza aste	0.004	m
	Spessore aste	0.002	m
<b>Geometria</b>	AB e BC di ogni gruppo	0.03	m
	PB di ogni gruppo	0.02	m
	Mptt di ogni gruppo	0.04	m
	Distanza tra piede e origine sistema di riferimento fisso	0.07	m
<b>Proprietà del materiale (PTFE)</b>	Modulo di Young	0.3	GN/m <sup>2</sup>
<b>Masse</b>	m aste	0.005	Kg
	Tempo d'azionamento	1	s
<b>Legge di Moto</b>	Dt	0.01	s



# Individuazione dello Spazio di Lavoro



## A finger rehabilitation device



- Compliance:
  - ✓ Functional compliance
  - ✓ Collateral compliance
- Coupling the robot to a cloth-glove:
  - ✓ The patient's finger can be driven
  - ✓ External loads can be imposed