

XXIV Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

Curriculum: Sistemi avanzati di manifattura

*Relazione del Secondo Anno*

# Robot interagenti con l'ambiente

*Dottoranda: Serena Ruggeri*

*Coordinatore e Tutor: Prof. Giovanni Legnani*

---

Università degli Studi di Brescia

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



## Sommario

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Obiettivi e sviluppi futuri



# Sommario

**Attività principali di ricerca**

Attività secondarie di ricerca

Publicazioni

Obiettivi e sviluppi futuri



# Dinamica e controllo dei manipolatori

- Interazione con l'ambiente
  - ➔ Controllo della forza scambiata

- Contour Tracking

Oggetto di forma  
IGNOTA



Algoritmi di  
controllo ibridi  
forza/velocità

$t$ :

Direzione della  
velocità di  
contatto



$n$ :  
Direzione della  
forza di contatto

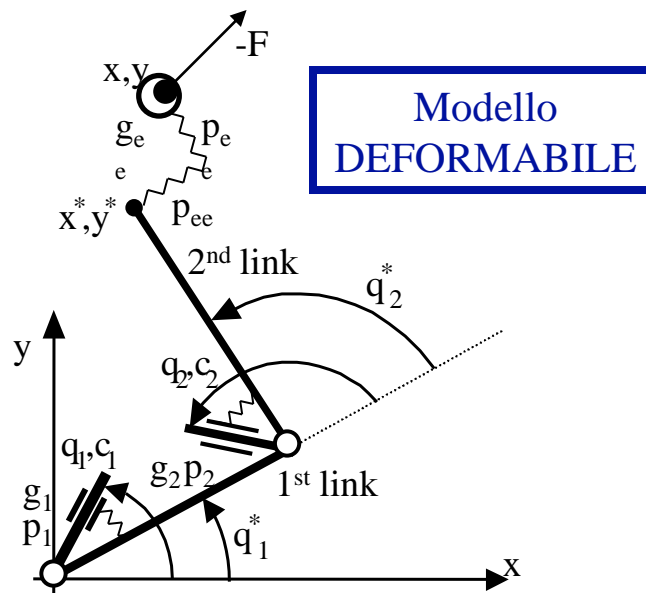


# Contour Tracking e Strategie “*model based*”

**PROBLEMA:** Necessità di modelli ACCURATI dei robot



**A.** Modellizzazione di un manipolatore generico (modello di riferimento)



**B.** Sviluppo di un algoritmo di calibrazione *cinetostatica*

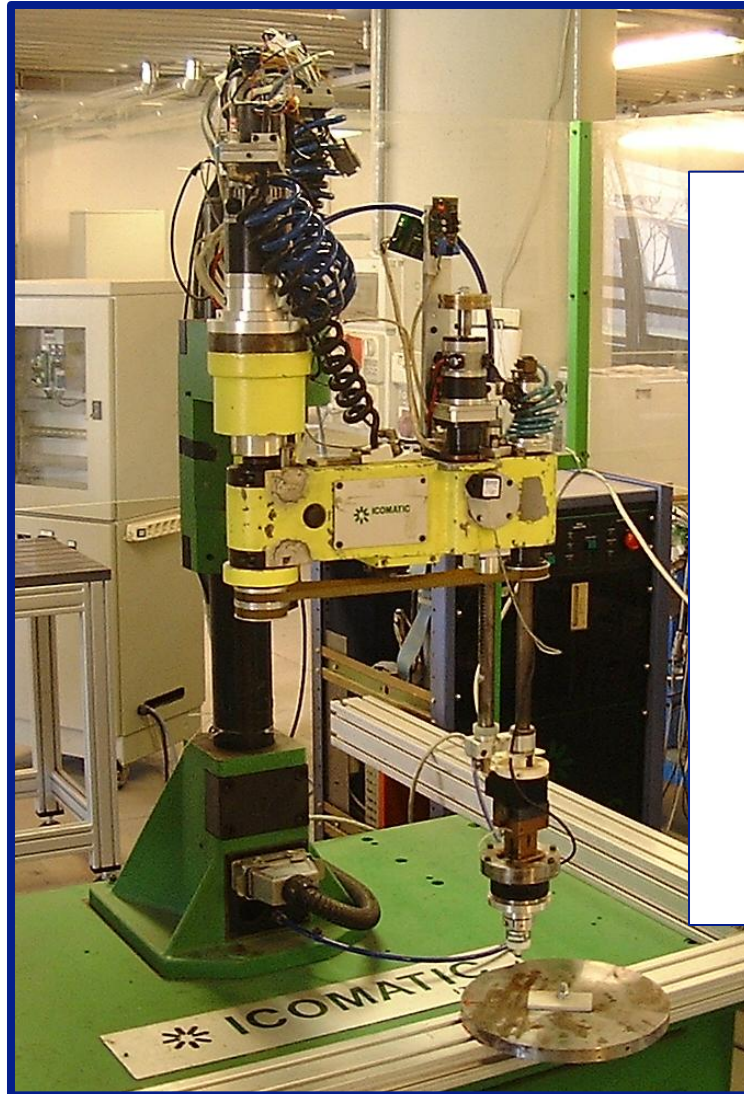
$F, Q$  misurate

Calibrazione

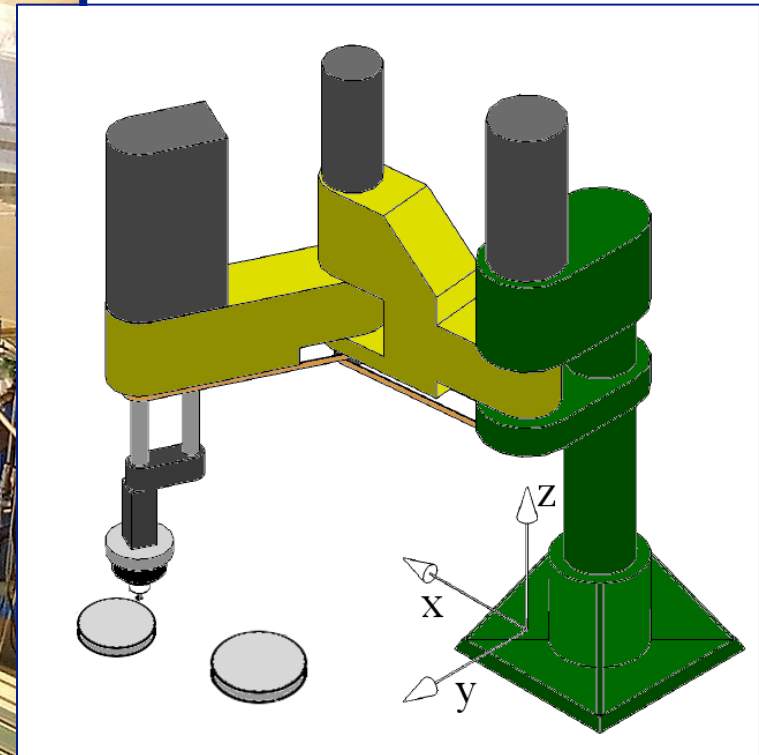
Stima di  $\Delta L$  (deviazioni incognite dei parametri)



# Test sperimentali

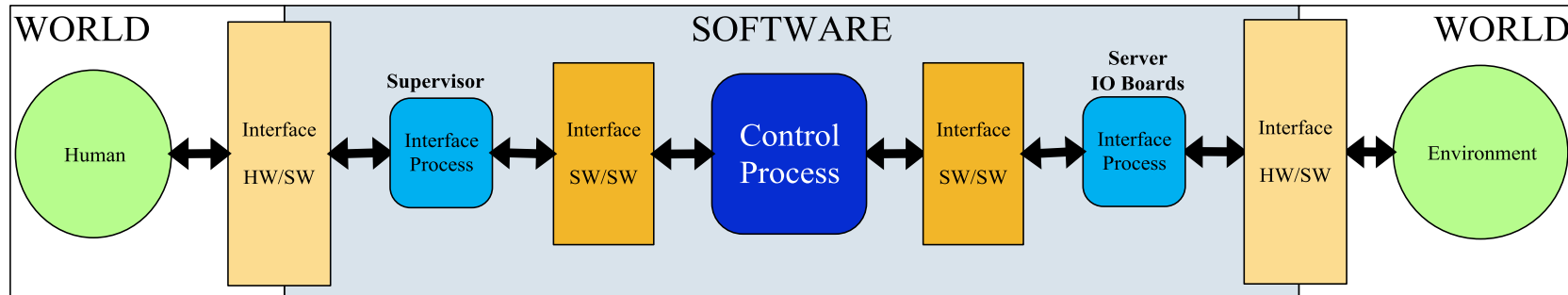


Robot SCARA Icomatic 03



# Il controllore *MIXrc*\*

\*Motion Interaction eXtended robot controller



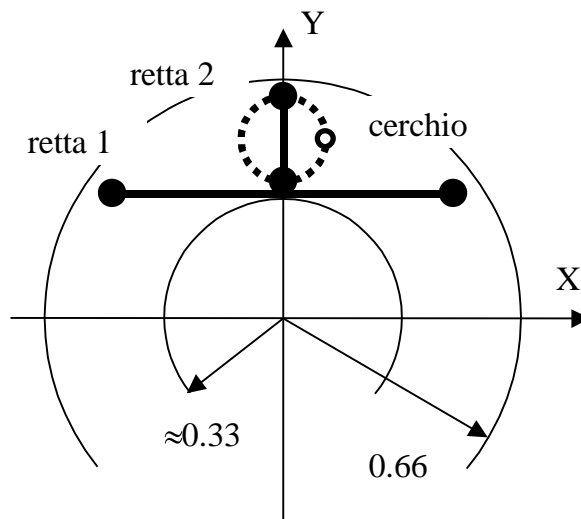
## CARATTERISTICHE:

- PC - BASED
- Scritto in C++
- Identificazione funzionale dei moduli SW
- Riconfigurabilità
- Sviluppato in QNX 4.25 e LINUX RTAI
- Astrazione dell'HW
- Parametrizzazione on-line del controllo
- .....



# Calibrazione dinamica

- Si basa su:
  - Individuazione del modello dinamico
  - Esecuzione di traiettorie opportune
  - Misura delle coppie ai giunti
  - Calcolo dei parametri



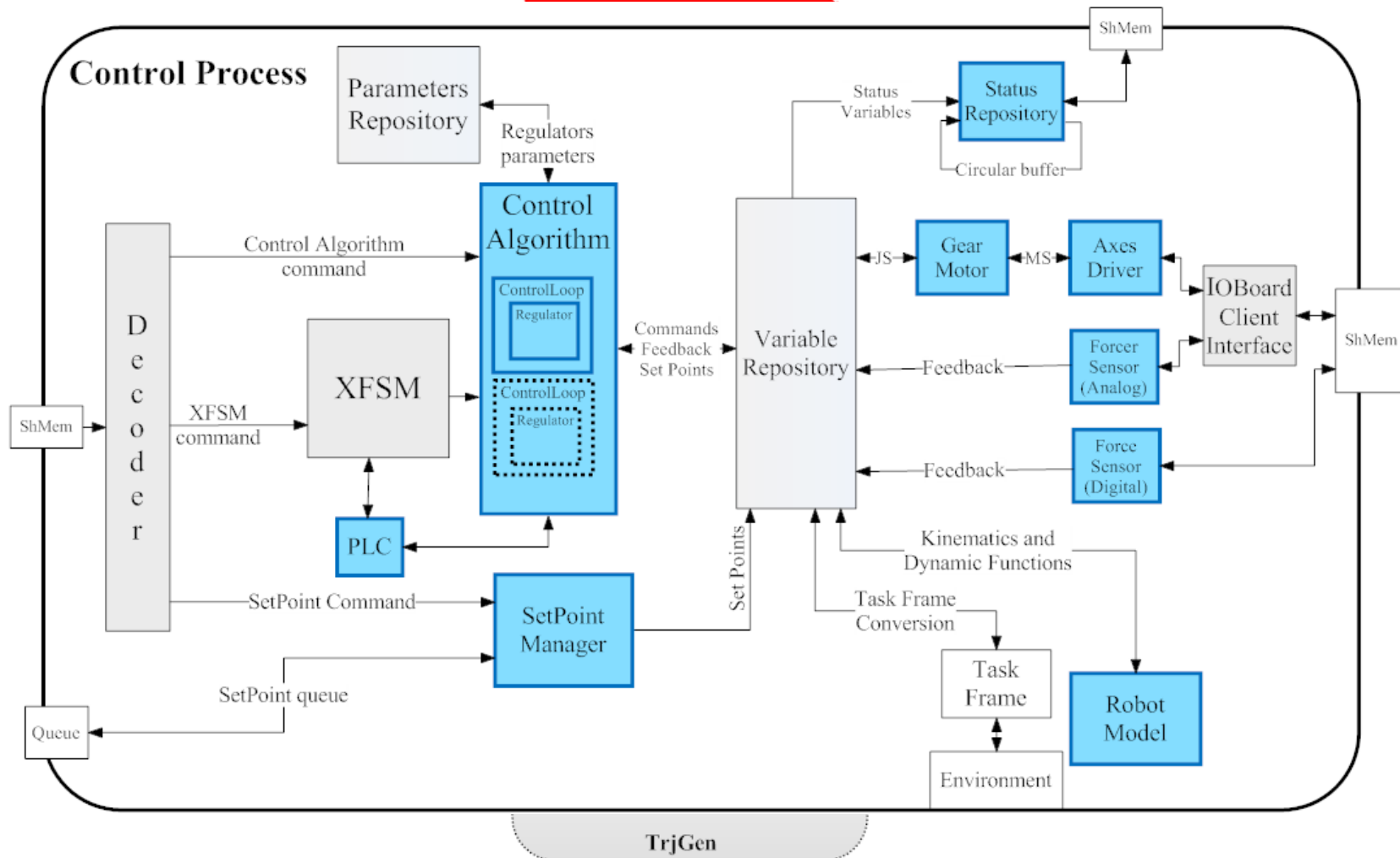
SET DEI PARAMETRI DINAMICI: ES. ROBOT SCARA

N°	Parametro	Descrizione
1	$I_{1z} + m_2 l_1^2 + J_{m1} / \tau_1^2$	momento d'inerzia equivalente del 1° link. Include massa 2° link, motore 1 e HD 1 (ridotto al giunto)
2	$m_2 s_{2x}$	massa del 2° link per posizione baricentro lungo x
3	$m_2 s_{2y}$	massa del 2° link per posizione baricentro lungo y
4	$I_{2z}$	momento d'inerzia equivalente del 2° link. (ridotto al giunto)
5	$J_{m2} / \tau_2^2$	momento d'inerzia 1° motore ridotto al giunto (include HD2)
6	$k_{11}$	attrito radente link 1
7	$k_{12}$	attrito viscoso link 1
8	$k_{13}$	attrito link 1
9	$k_{14}$	attrito link 1
10	$k_{21}$	attrito radente link 2
11	$k_{22}$	attrito viscoso link 2
12	$k_{23}$	attrito link 2
13	$k_{24}$	attrito link 2
14	$h_1$	offset motore 1
15	$h_2$	offset motore 2

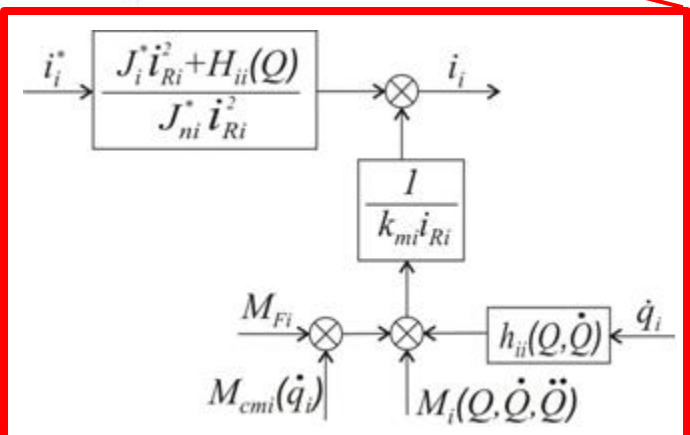
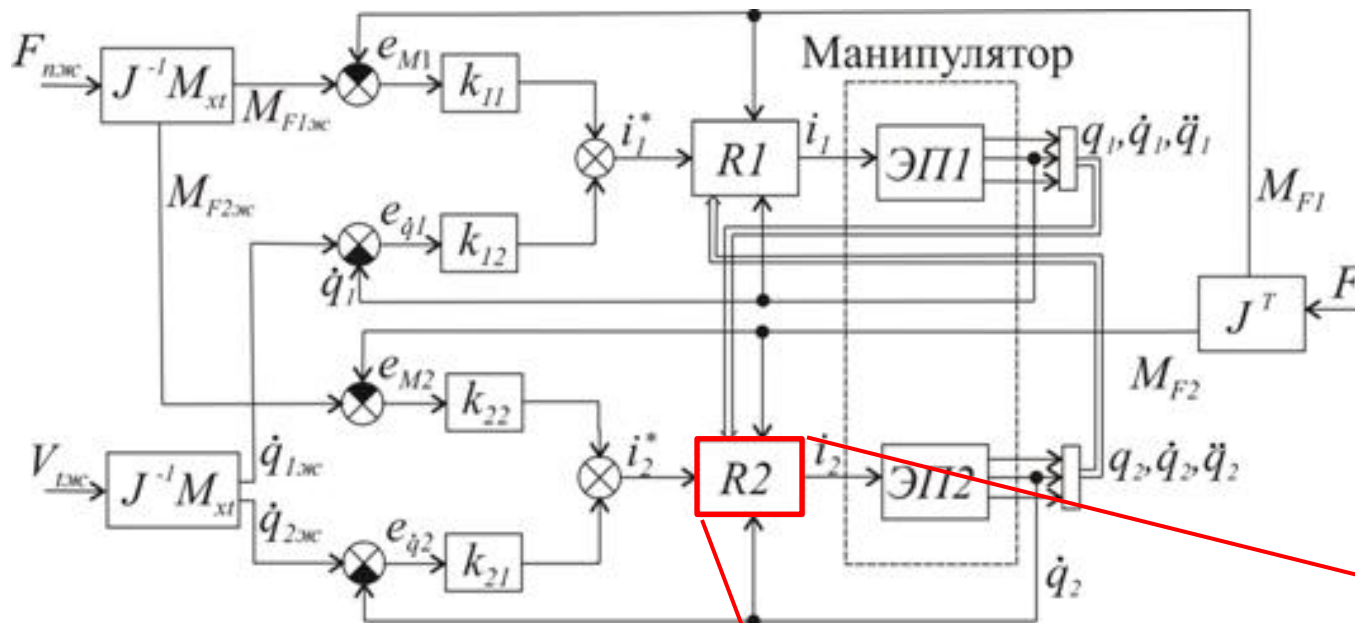




# Il controllo: Riconfigurazione di *MIXrc*



# Controllo ibrido forza/velocità



Founded in 1899

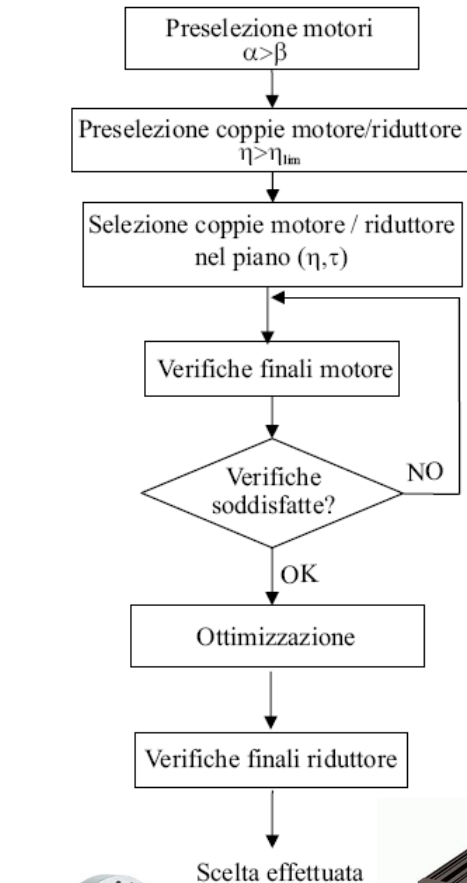
## Far Eastern National University

### Дальневосточный государственный университет



# Procedura di selezione di un motoriduttore

- Aspetto saliente:
  - Considerazione delle caratteristiche meccaniche della trasmissione
- Attività svolte:
  - Studio teorico
  - Applicazione ad un caso di studio
  - Implementazione software del metodo in *Matlab*<sup>TM</sup>

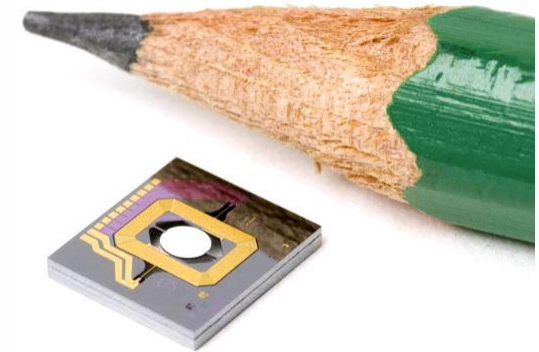


<http://azionamenti.ing.unibs.it>

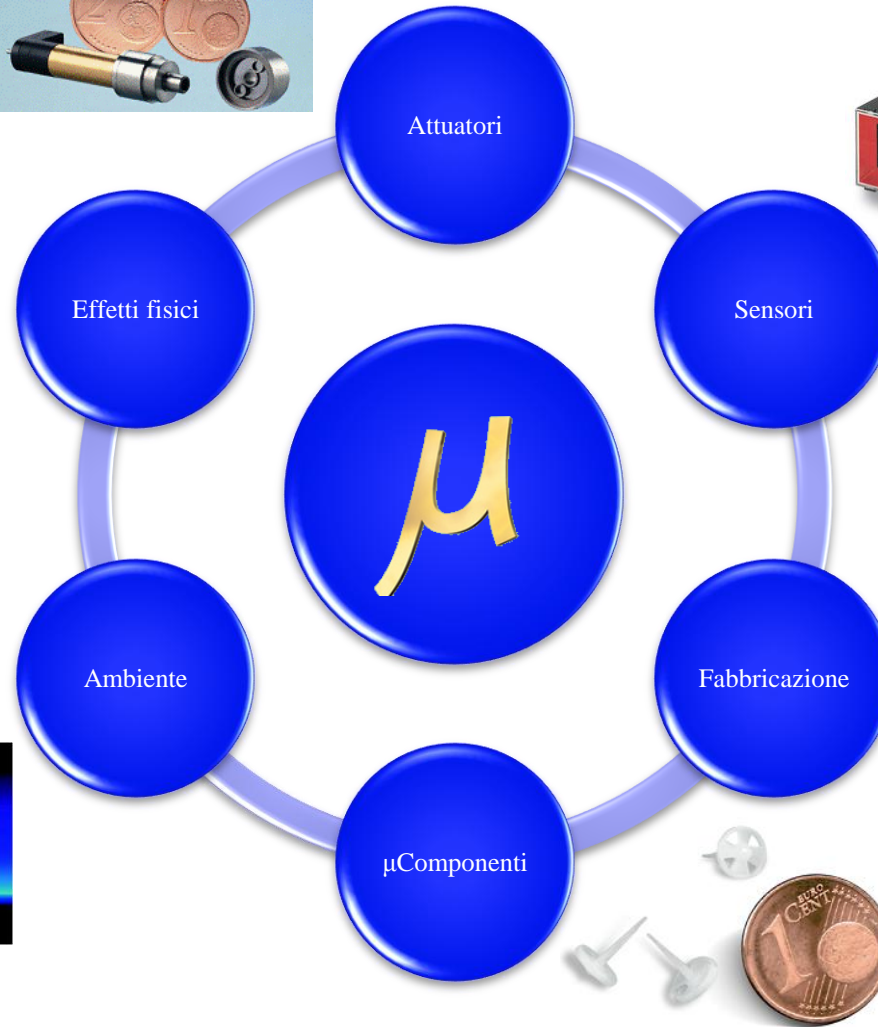
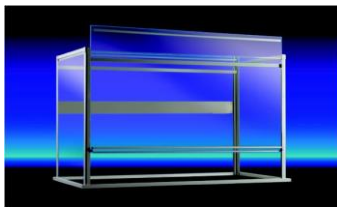
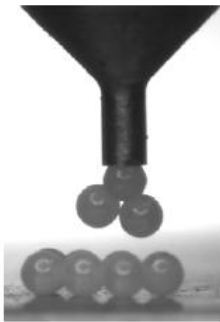
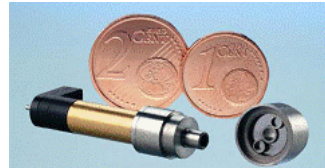


# Microrobotica e Microassemblaggio

- Produzione di microsistemi (MEMS, MOEMS...)
  - Fase di assemblaggio:  
60% del costo finale!



# Sfide nel Micromondo

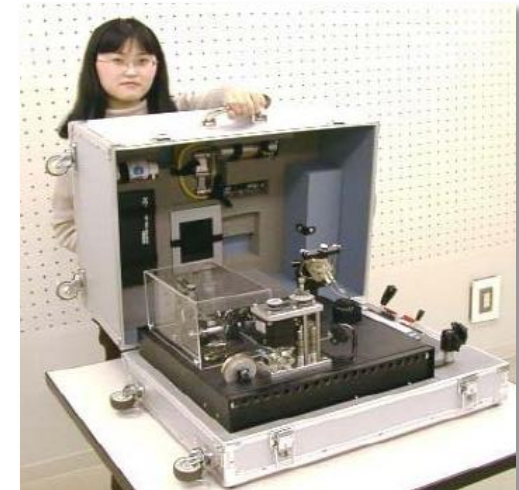


## Let's $\mu$ the world!

- SP.P03.008 “Nuove applicazioni di microsistemi in componentistica avanzata” presso ITIA-CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche – Milano



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA  
Facoltà di Ingegneria



# Sommario

Attività principali di ricerca

**Attività secondarie di ricerca**

Publicazioni

Obiettivi e sviluppi futuri



# Partecipazioni a Corsi/Seminari ed Eventi

## ➤ **CORSI / SEMINARI:**

- Partecipazione a “Microrobotics and Self-Assembly for Hybrid MEMS”: International Summer School
- Partecipazione a “Characterization of a least effort user-centered trajectory for sit-to-stand assistance” e “The HANDLE EU project: Developmental pathway towards autonomy and dexterity in robot in-hand manipulation”: seminari
- Partecipazione a “Introduzione alla teoria e tecniche dell'analisi modale”: seminario
- Partecipazione a “Sistemi di misura con Labview”: corso trasversale per i dottorandi dell'ateneo
- Partecipazione a "Sysquake Modeling and control of thermosolar plants" e "Hierarchical control of greenhouse crop growing": seminari
- Partecipazione a "Sicurezza del macchinario: ruolo del sistema di controllo": seminario
- Partecipazione a "Academy Drive: seminario
- Partecipazione a "Fundamentals of Event-based Control": seminario

## ➤ **VISITE:**

- Visita a “MICRONORA”: 18° Salone Internazionale delle Microtecniche con partecipazione a “Micro- and Nanotechnology CONFERENCES”
- Visita a “HTE hi.tech.expo 2009”: salone delle tecnologie innovative





## Collaborazioni e progetti

- Collaborazione allo svolgimento di attività didattica integrativa e compiti didattici extra-curricolari, di supporto al corso di “Simulation of Mechatronic Systems – ING-IND/13” (C.L.S. in Ingegneria dell’Automazione Industriale), Terzo quadrimestre A.A. 2009/2010.
- Collaborazione con il prof. V. Filaretov (Far Eastern State Technical University, Vladivostok, RUSSIA), vincitore di Borsa della Fondazione CARIPLO 2008-2009, per lo sviluppo di sistemi di controllo avanzati per manipolatori industriali.
- Associatura alla ricerca SP.P03.008 “Nuove applicazioni di microsistemi in componentistica avanzata” presso ITIA-CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche – Milano.
- Richiesta di cofinanziamento per un programma di ricerca scientifica di rilevante interesse nazionale (PRIN 2009) dal titolo “Micro Manipolazione e Assemblaggio MM&A” (in fase di valutazione).



# Sommario

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

**Publicazioni**

Obiettivi e sviluppi futuri



# Pubblicazioni e Convegni

## ➤ Congressi nazionali (e riviste nazionali):

- H. Giberti, S. Cinquemani, G. Legnani, M. Tiboni, S. Ruggeri. “Procedura di selezione di un motoriduttore che include le caratteristiche meccaniche della trasmissione”, Convegno Nazionale MOTION CONTROL 2010, Milano, 10-11 Novembre 2010.

(accettato, con pubblicazione a seguito del Convegno stesso sulla rivista “Automazione e Strumentazione”, ISSN 0005-1284, Fiera Milano Editore Spa).

## ➤ Riviste nazionali ESTERE:

- V. F. Filaretov, G. Legnani, S. Ruggeri. “Система автоматического управления манипулятором типа SCARA для выполнения силовых рабочих операций на боковых поверхностях заготовок произвольной формы” (“Automatic system for the control of SCARA type manipulators for performance of force working operations on lateral surfaces of workpieces of arbitrary shape”), Мехатроника, Автоматизация, Управление (“Mechatronics, Automation, Control”), ISSN 1684-6427, N° 8, pp. 21-29, 2010.

## ➤ Libri:

- S. Ruggeri. “Calibration of industrial manipulators” - Chapter 5, in A. Borboni, R. Faglia. “Parasitic Phenomena in the Dynamics of Industrial Devices”, CRC Press – Taylor & Francis Group, ISBN 9781439809464, USA.

(Accepted project, Publication date: June 15, 2011).



# Sommario

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

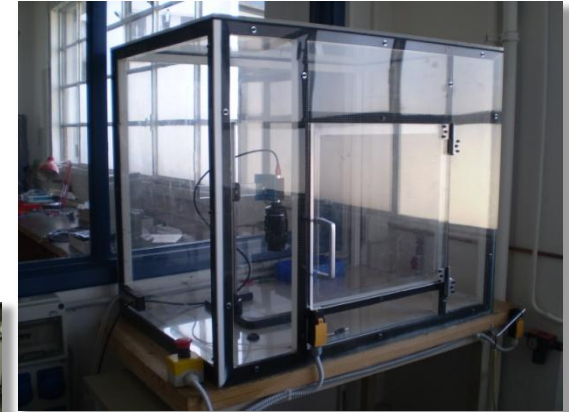
Pubblicazioni

**Obiettivi e sviluppi futuri**



## Obiettivi e sviluppi futuri

- Set-up della cella di micromanipolazione ed assemblaggio



by asyrl sa



- Studio e sviluppo di strategie e metodi di calibrazione e di individuazione di posa e di misura delle micro-parti



XXIV Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

Curriculum: Sistemi avanzati di manifattura

*Relazione del Secondo Anno*

*Thanks for your attention*

---

Università degli Studi di Brescia  
Facoltà di Ingegneria  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale

