

XXII CICLO DI DOTTORATO
in
Meccanica Applicata
Curriculum in Sistemi Avanzati di Manifattura

Relazione III anno:

Sviluppo di controlli avanzati
per manipolatori interagenti con l'ambiente

Dottorando: **Angelo Vertuan**

Tutor: **prof. Giovanni Legnani**

Università degli Studi di Brescia

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



Introduzione

Software di Controllo Riconfigurabile

Controllo in interazione con l'ambiente

Applicazioni

Conclusioni

Applicazioni di taglio/lavorazione

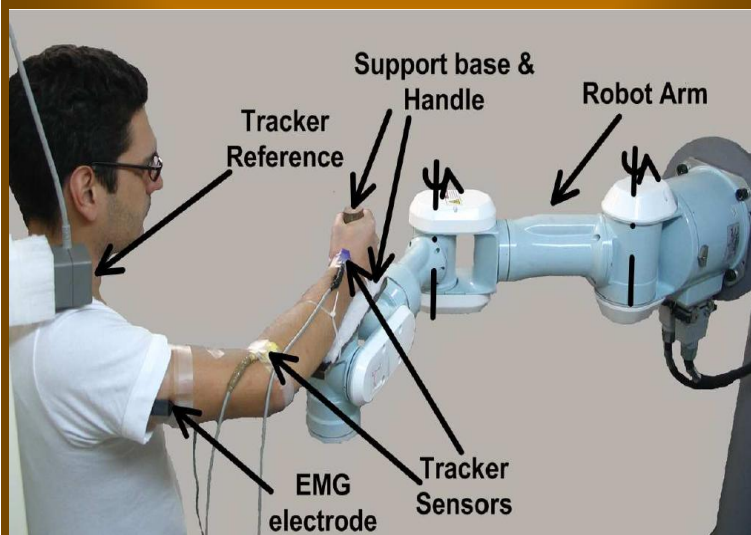


Applicazioni robotiche

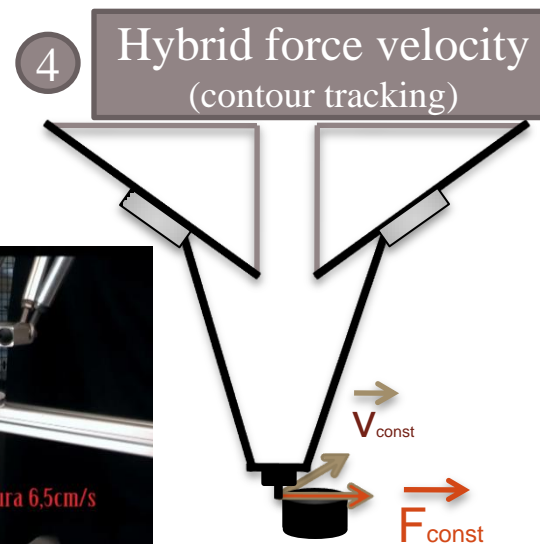
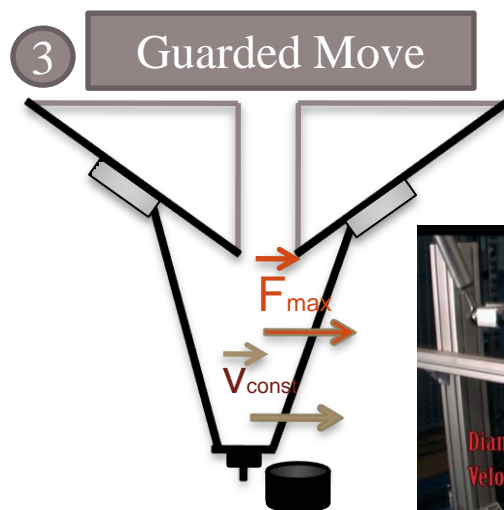
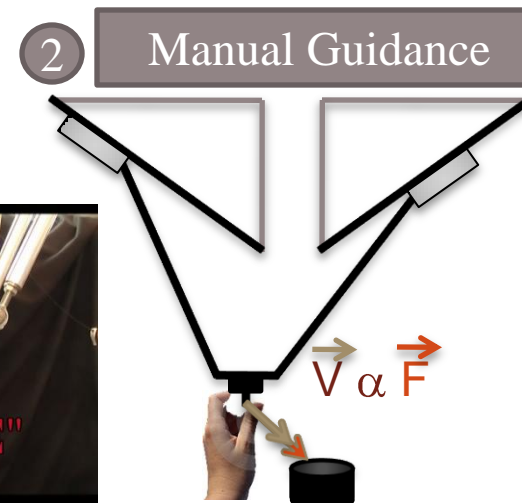
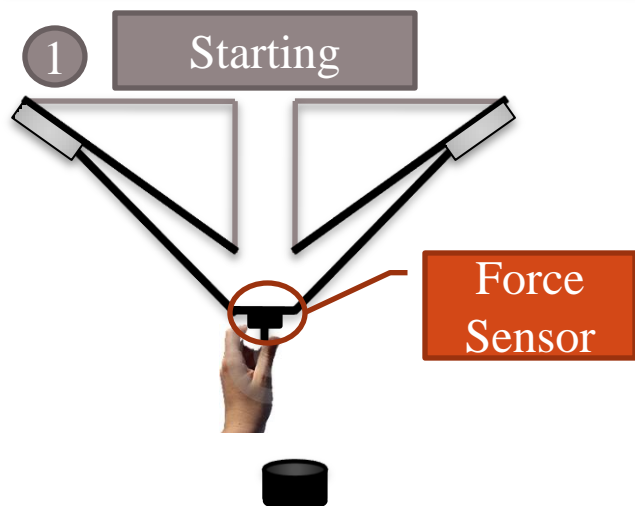
Lavorazioni superficiali



Riabilitazione e cooperazione uomo macchina



Scomposizione problema di controllo

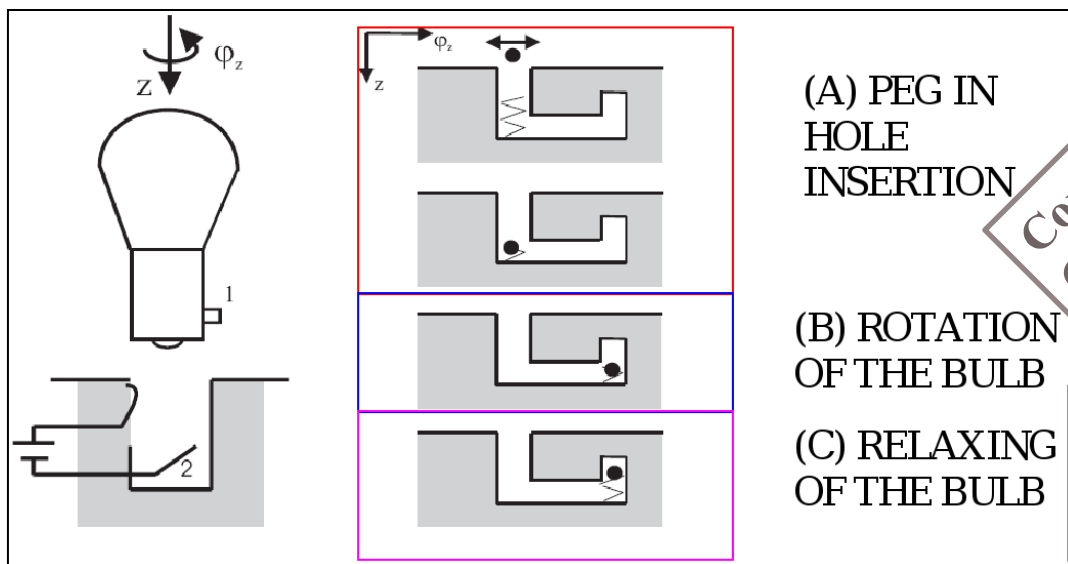
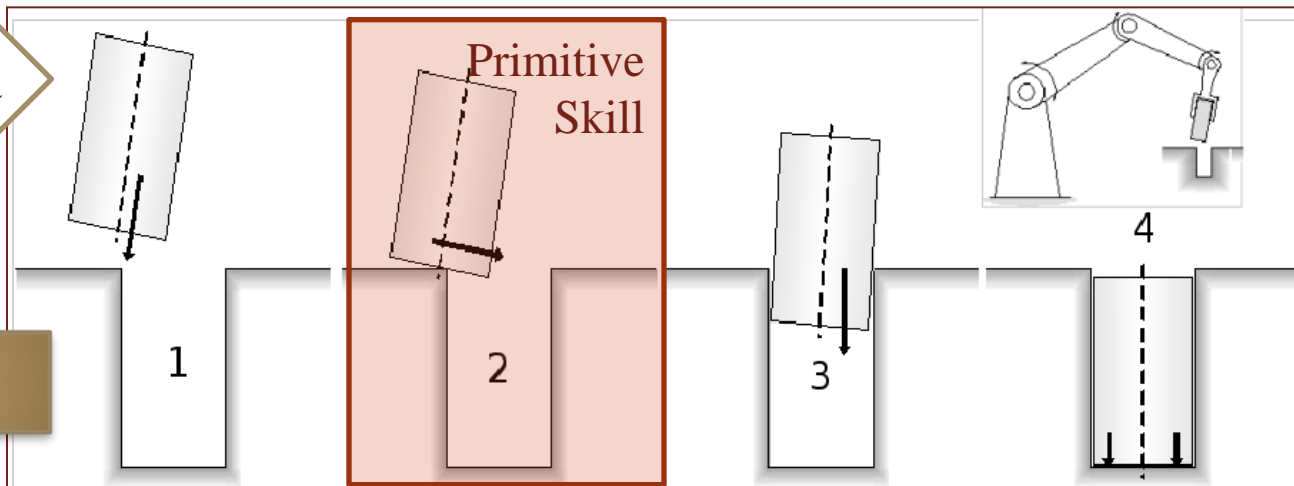


Primitive Skills e Task

Peg In Hole

Task

Primitive Skill



Complex Operation

Inserimento di una lampadina

Attività svolta

- **Studio di applicazioni** in interazione con l'ambiente
- **Sviluppo** di **SW** multitask real-time riconfigurabile (*MIXrc*) mirato allo sviluppo di algoritmi di controllo per manipolatori interagenti con l'ambiente
- **Studio** caratteristiche cinetostatiche, dinamiche e calibrazione di **manipolatori** al fine di ottimizzare applicazioni in cui il robot interagisce con l'ambiente
- **Applicazioni e verifiche sperimentali** del comportamento di manipolatori in applicazioni in interazione con l'ambiente mediante l'uso del software di controllo

Outline

Introduzione

Software di Controllo Riconfigurabile

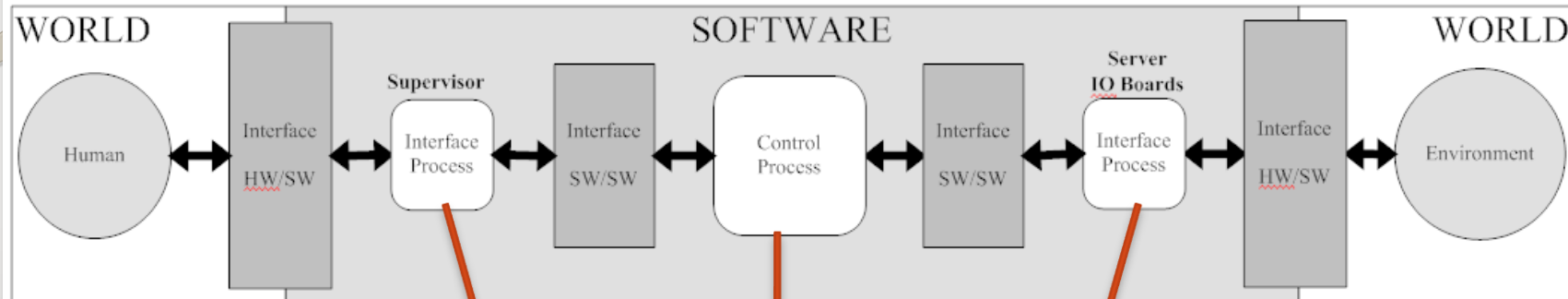
Controllo in interazione con l'ambiente

Applicazioni

Conclusioni



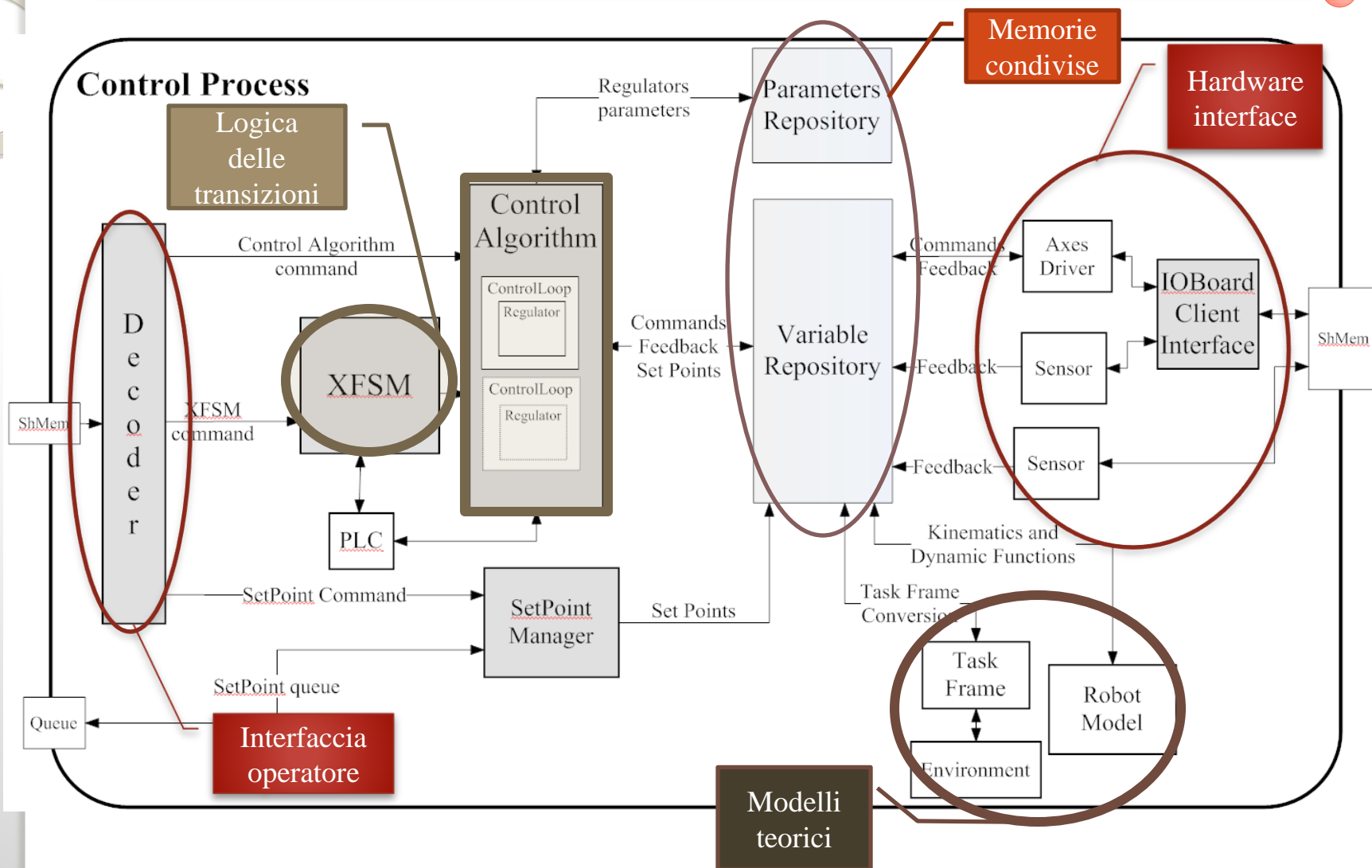
MIXrc Software



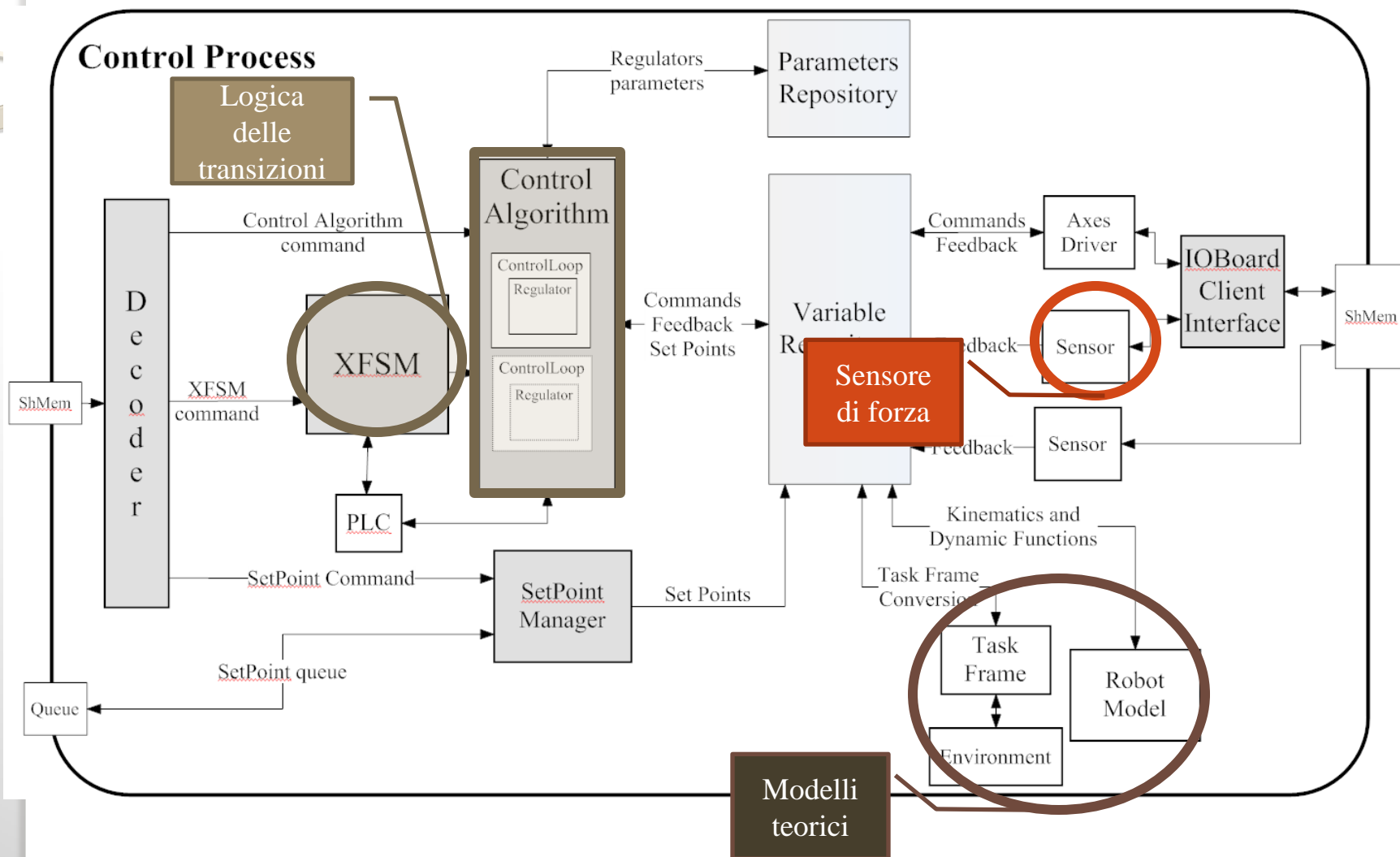
Processi



Moduli funzionali



Moduli funzionali

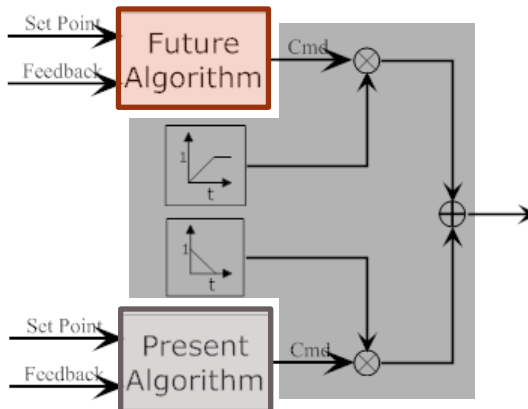




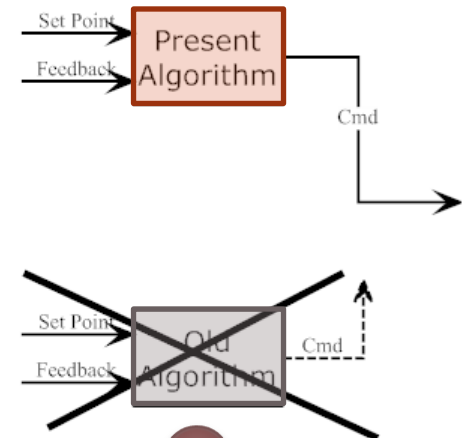
Cambio di algoritmo



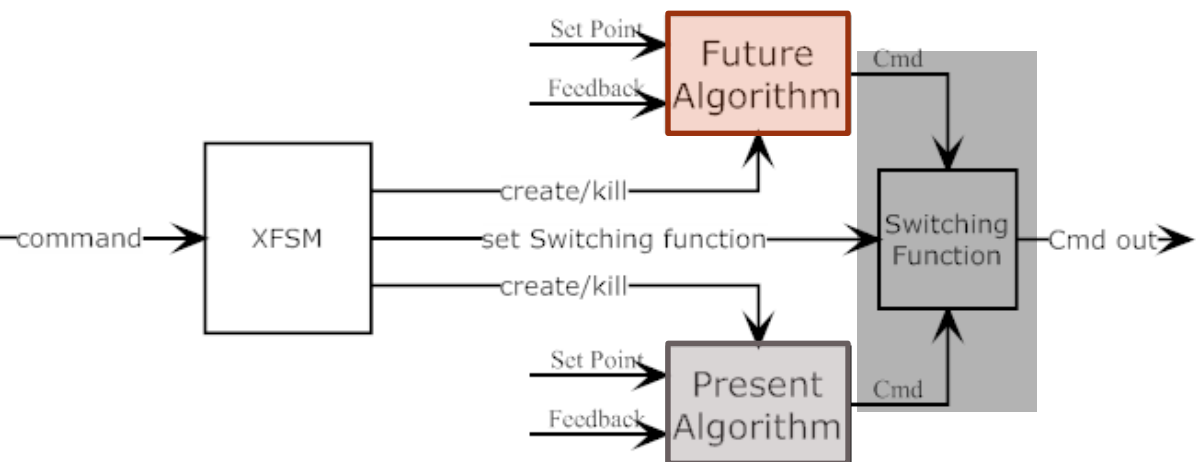
1



2



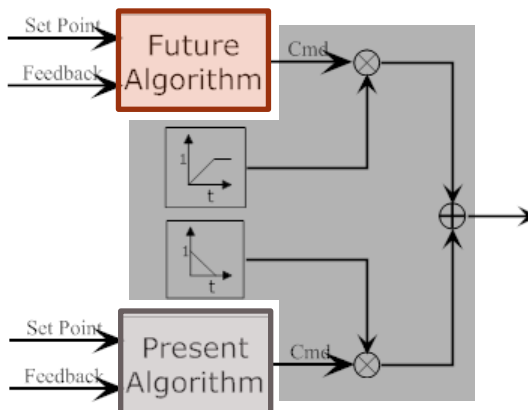
3



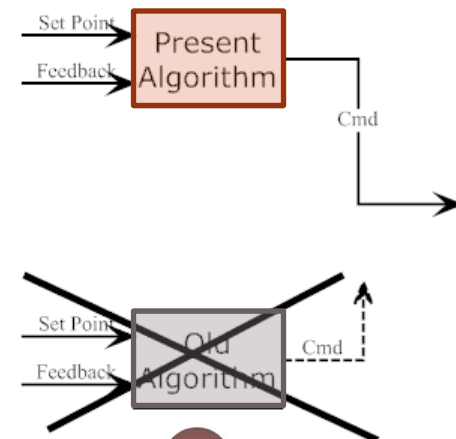
Cambio di algoritmo



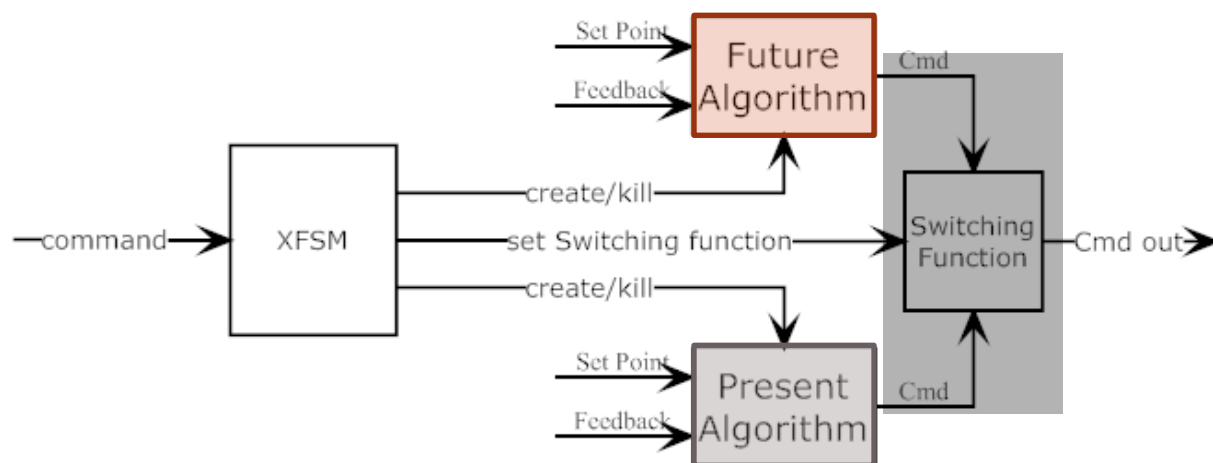
1



2



3



Outline

Introduzione

Software di Controllo Riconfigurabile

Controllo in interazione con l'ambiente

Applicazioni

Conclusioni

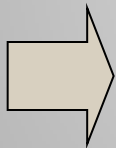


Proprietà dei manipolatori

Modello semplificato di robot che interagisce con l'ambiente

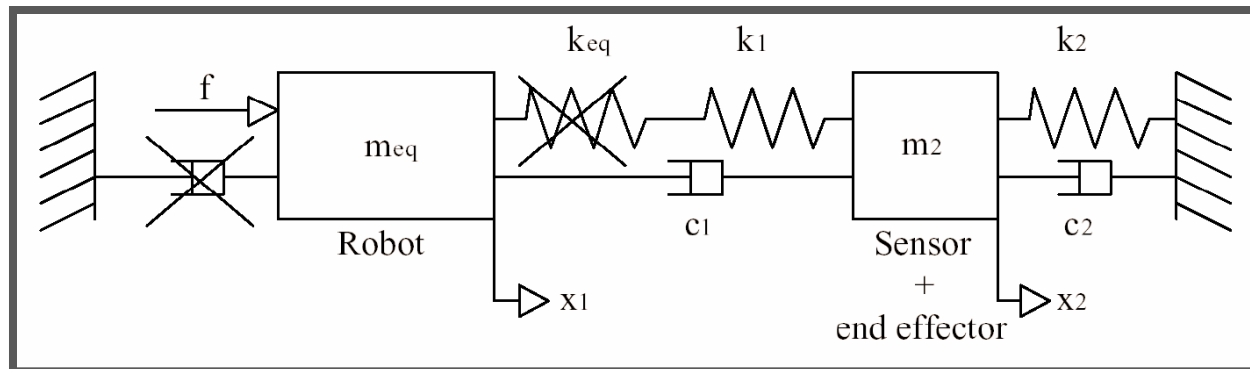
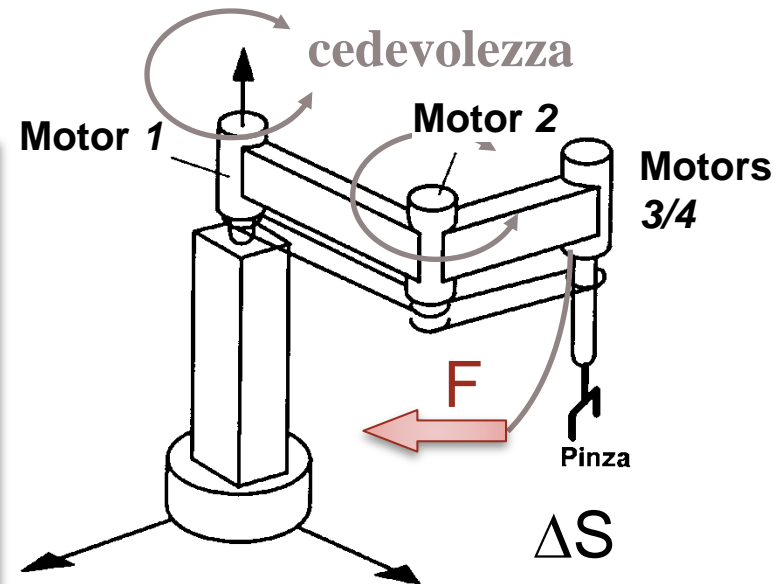
Sistema robotico:

- Rigidezza equivalente **VARIABLE**
- Massa equivalente **VARIABLE**



Funzione di:

- *posizione*
- *direzione della forza*

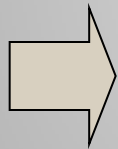


Interazione

Modello semplificato di robot che interagisce con l'ambiente

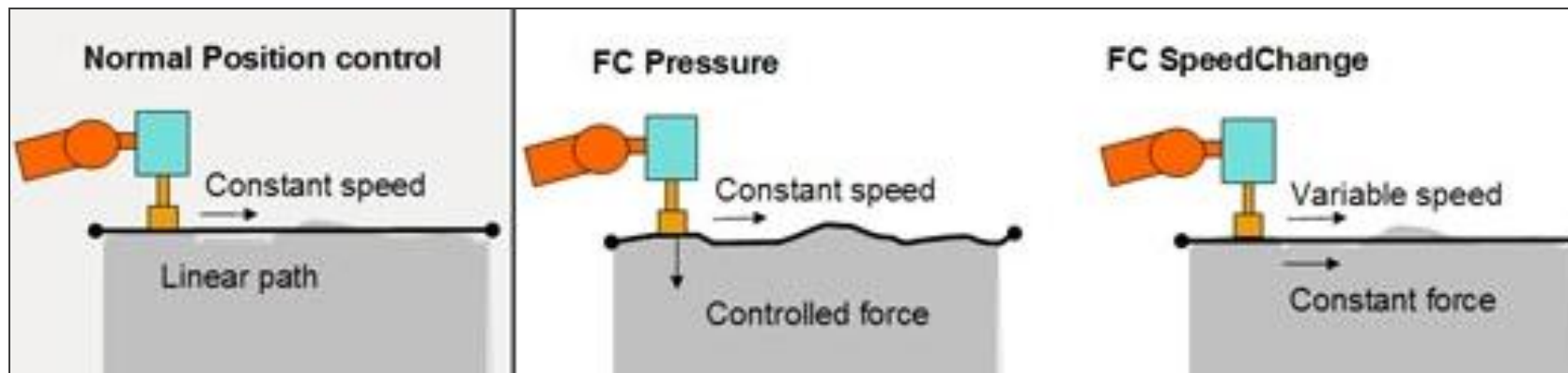
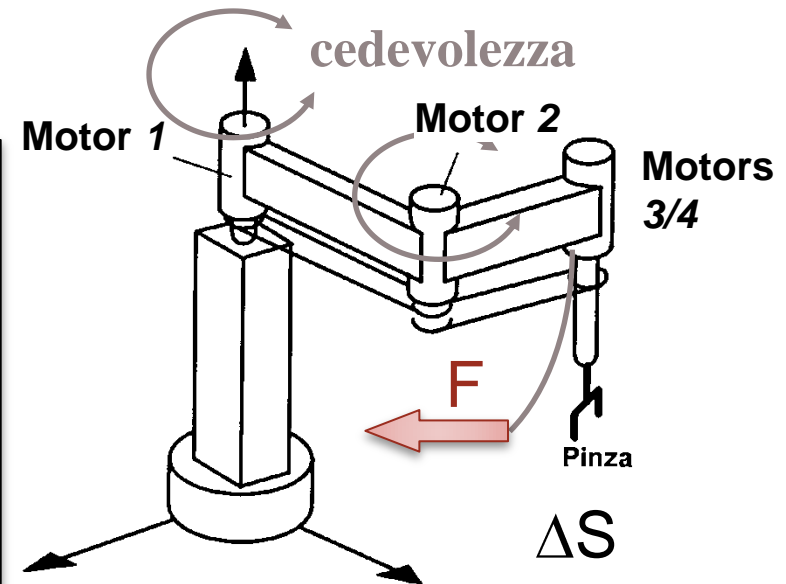
Sistema robotico:

- Rigidezza equivalente **VARIABLE**
- Massa equivalente **VARIABLE**



Funzione di:

- *posizione*
- *direzione della forza*



Attività

- Studio della **calibrazione** al fine di determinare i parametri di *rigidezze, masse, lunghezze link, ecc.* del manipolatore **SCARA** e del manipolatore **Cheope** (in collaborazione Serena Ruggeri).
- Studio e applicazione degli **ellissoidi di manipolabilità** per la determinazione delle **proprietà cinetostatiche** del Cheope

Outline

Introduzione

Software di Controllo Riconfigurabile

Controllo in interazione con l'ambiente

Applicazioni

Conclusioni

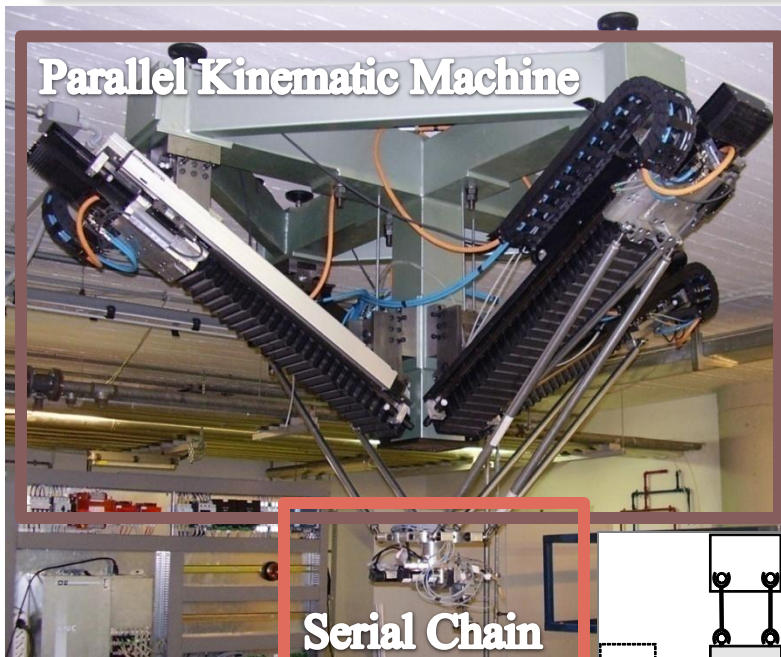
Attività

- Messa a punto hardware e configurazione software:
 - *Cheope*
 - *SCARA ICOMATIC03*
- Algoritmi di controllo implementati e testati
 - *Controlli tradizionali in posizione, velocità, ai giunti e nello spazio di lavoro*
 - *Guidance*
 - *Guarded movie*
 - *Contour tracking (controllo implicito)*
- Prove sperimentali finalizzate alla calibrazione del robot SCARA
- *Studio degli ellissoidi di manipolabilità del Cheope*

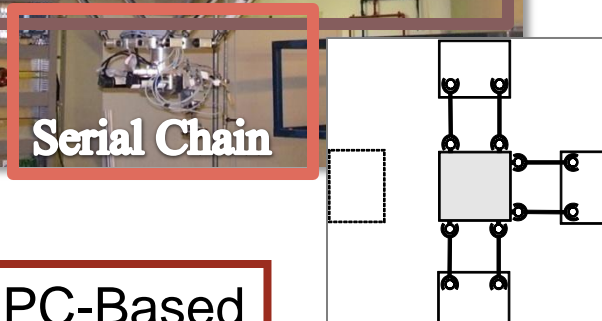


I robot

Parallel Kinematic Machine



Serial Chain



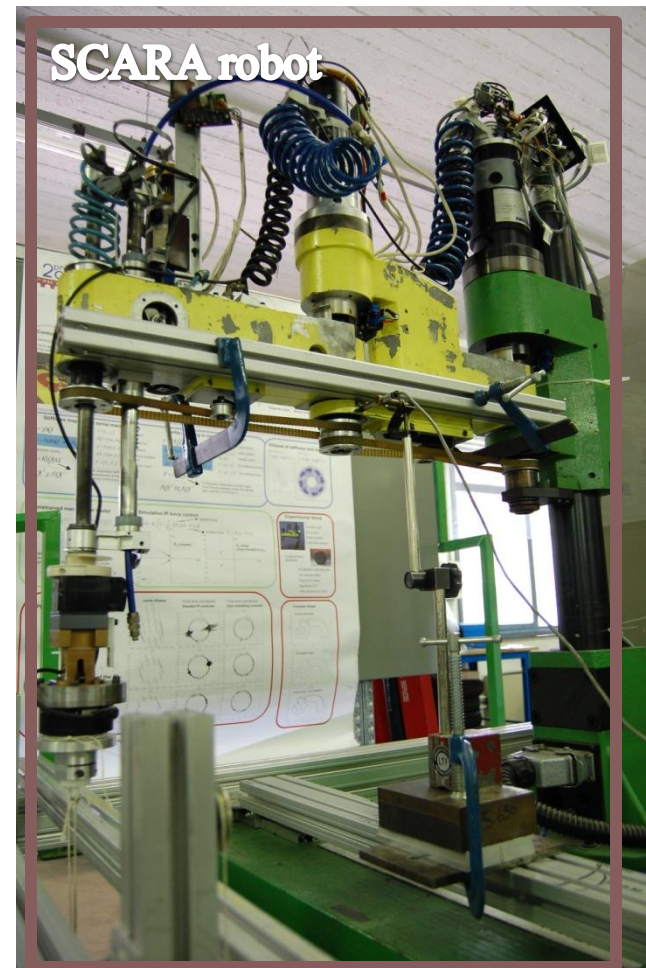
CNI



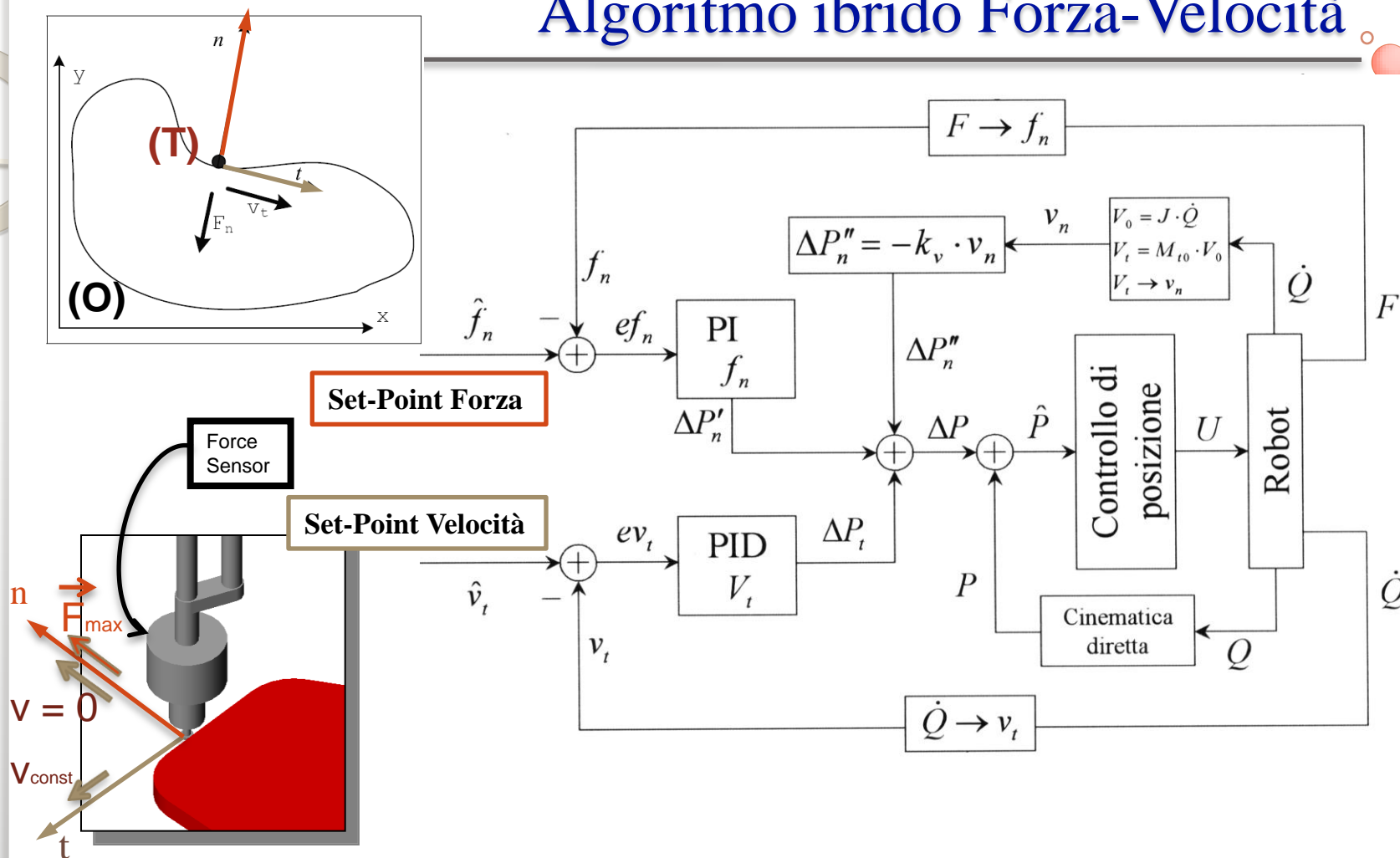
PC-Based

- QNX
- SW di controllo modulare
- Scheda controllo assi
- Sistema condizionamento dei segnali

SCARA robot



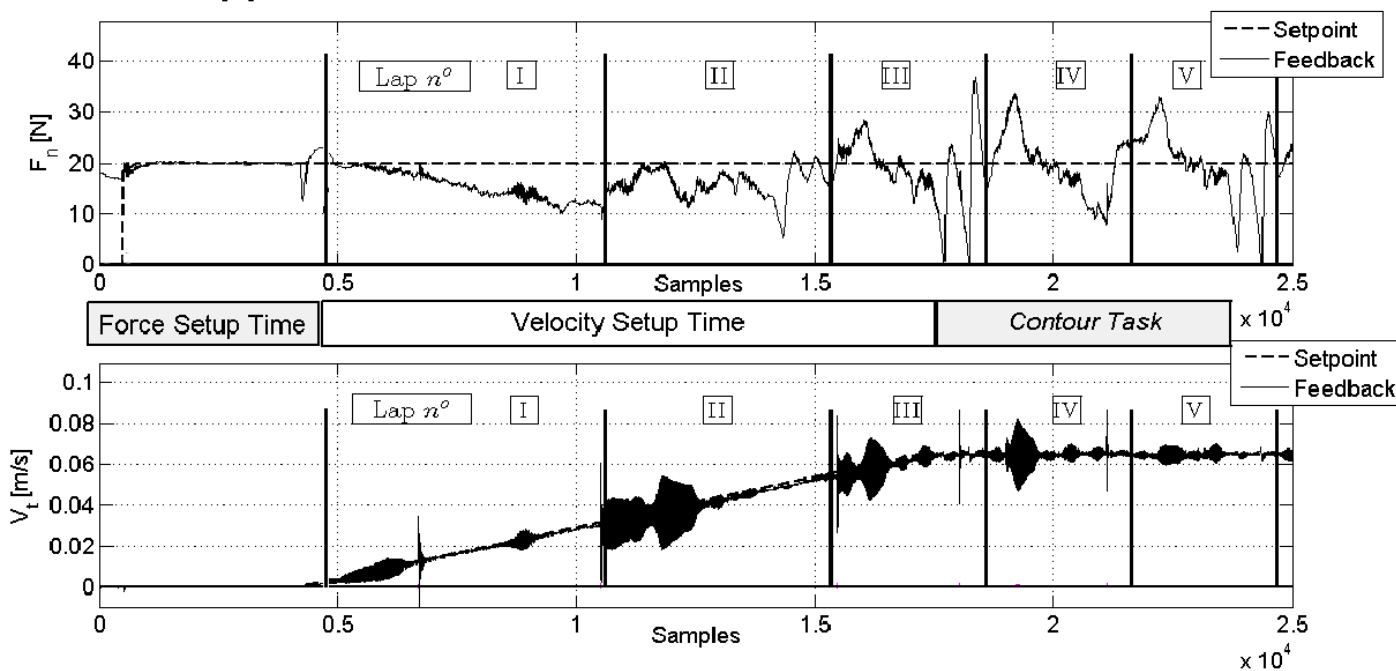
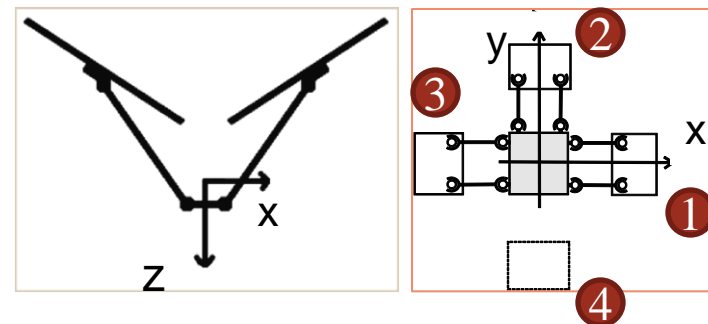
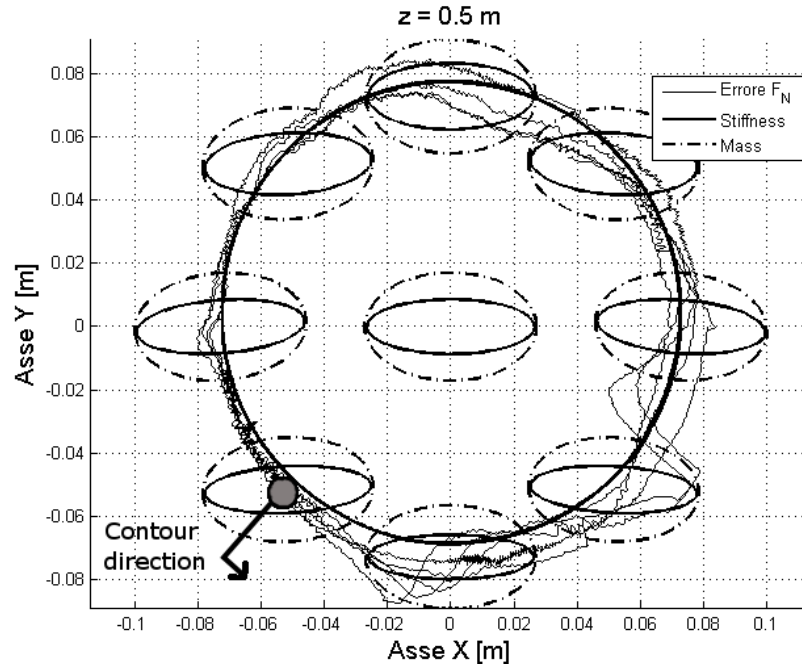
Algoritmo ibrido Forza-Velocità



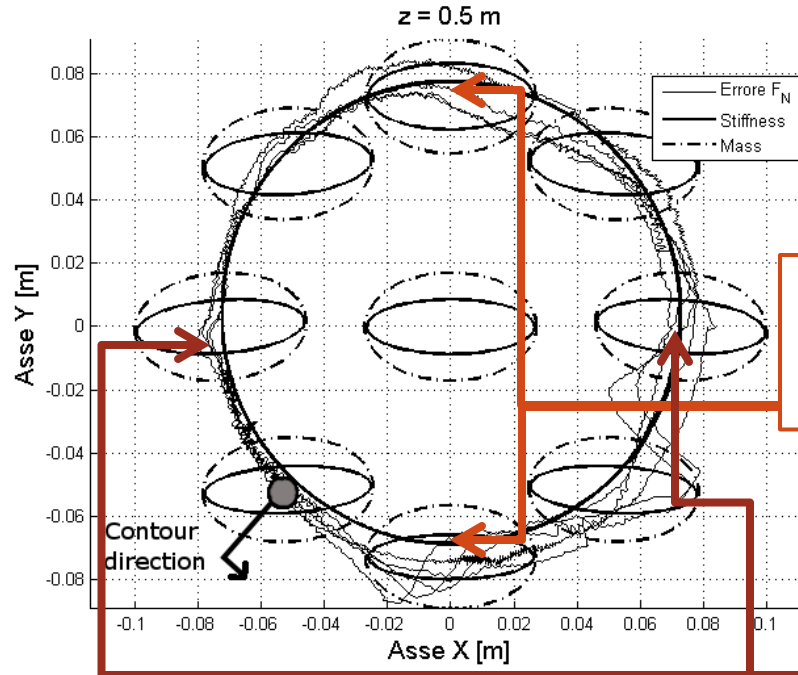
(T) Terna di riferimento mobile (Task Frame)
(O) Terna di riferimento fissa

Formalismo del Task Frame
(De Schutter-Mason)

Risultati sperimentali

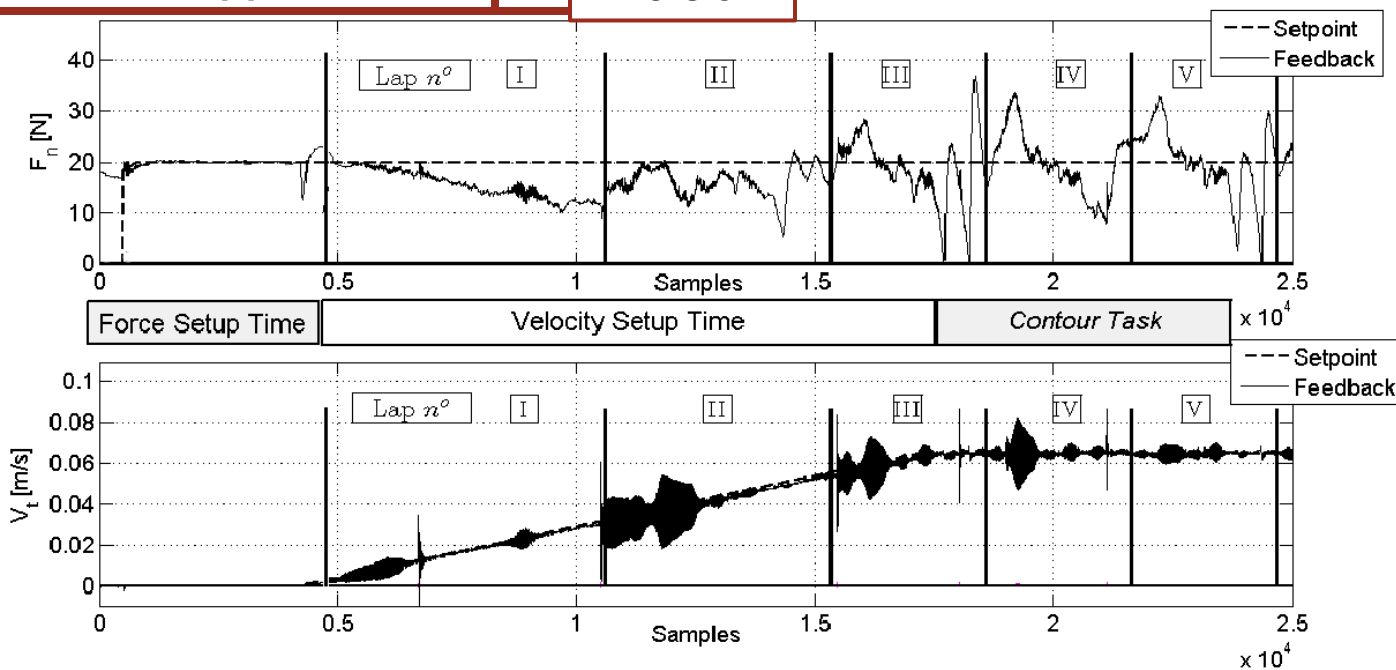
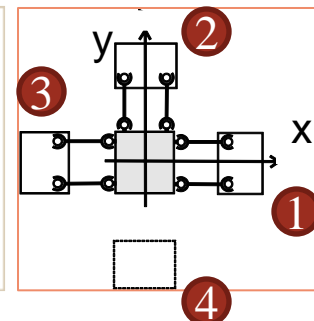
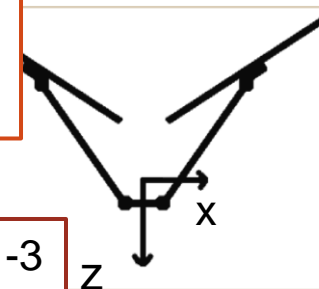


Risultati sperimentali

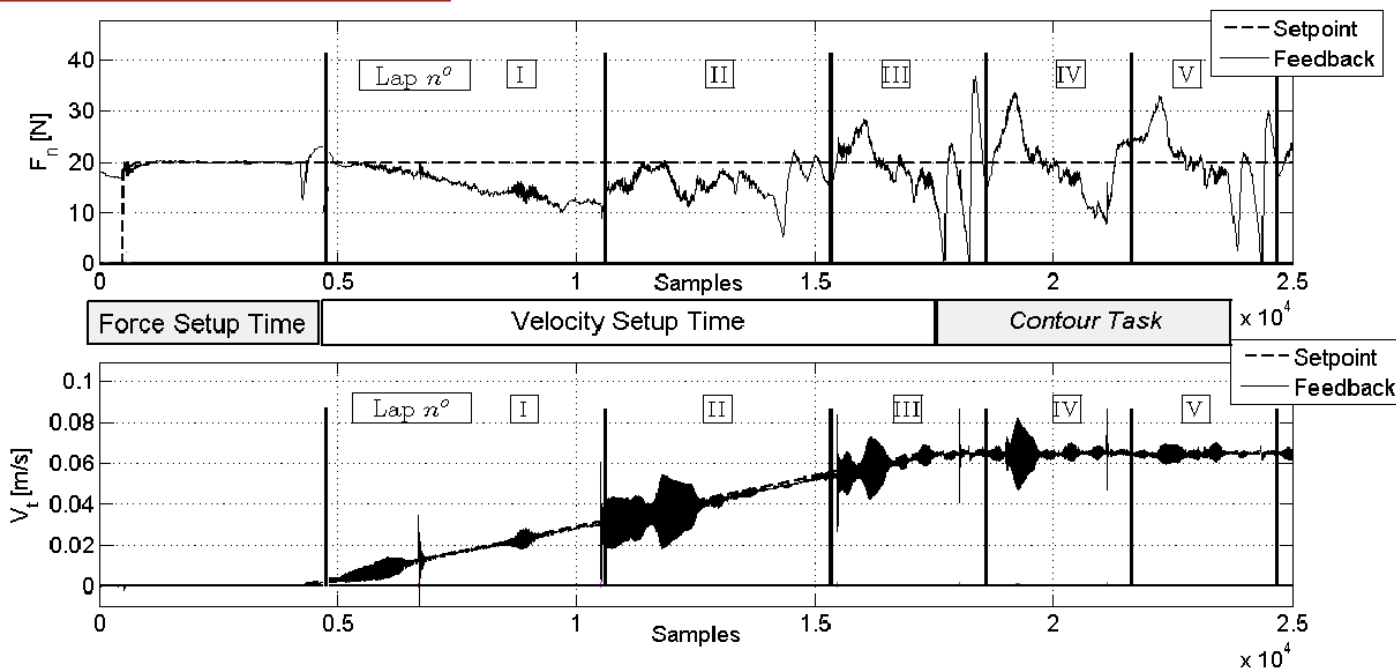
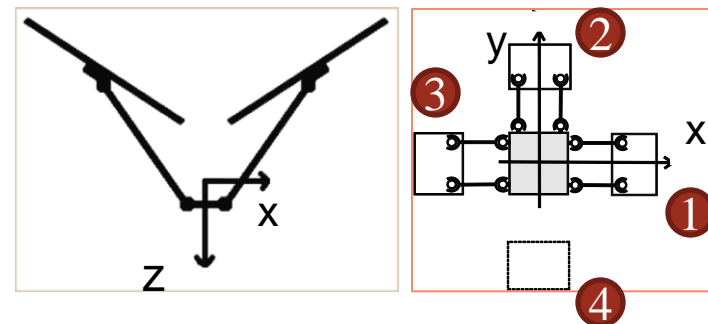
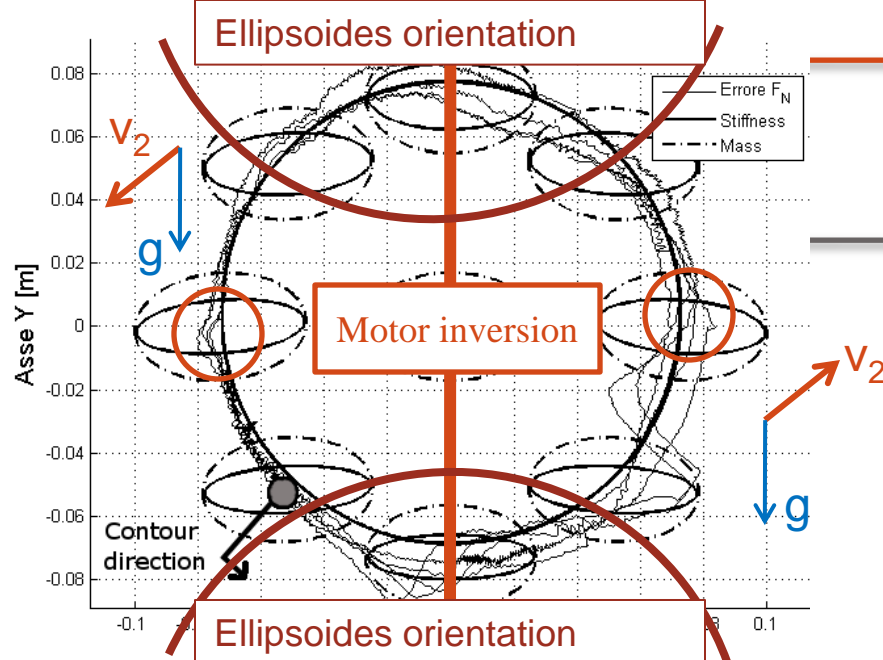


Motor 2
velocity
inversion

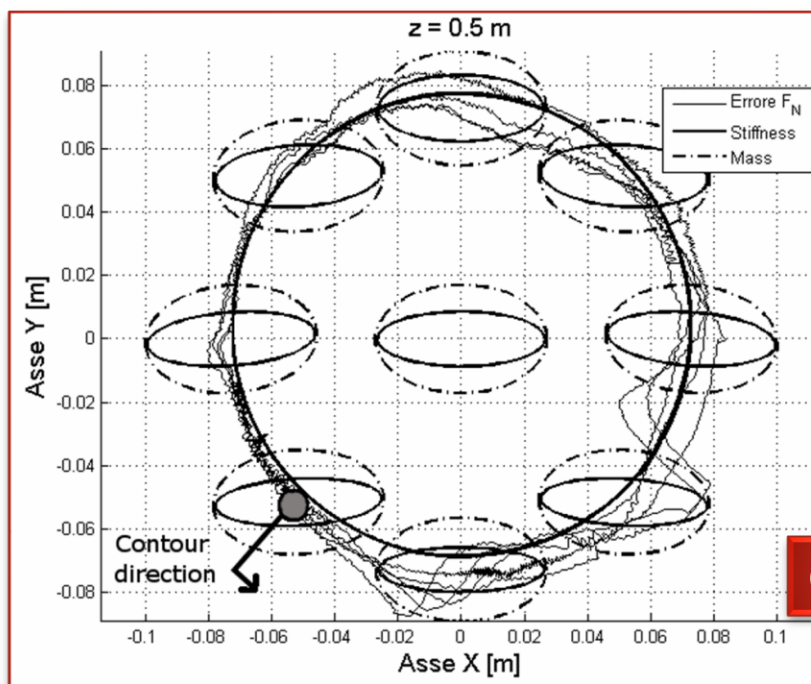
Motor 1-3
velocity
inversion



Risultati sperimentali



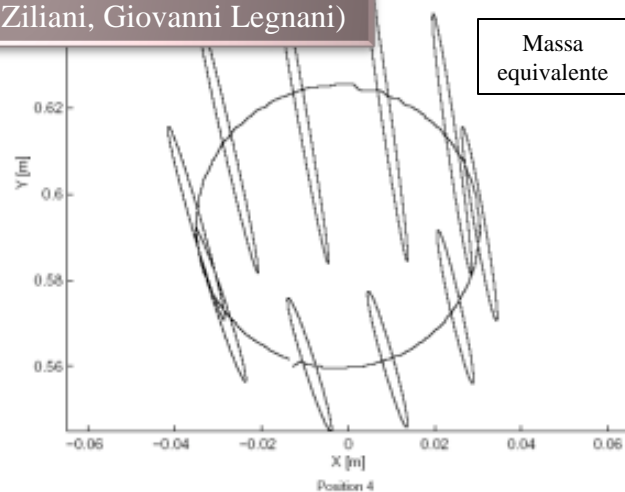
Risultati sperimentali



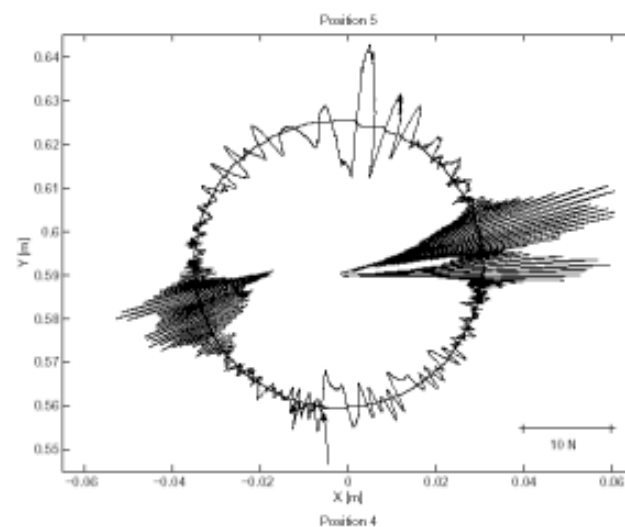
Cheope

SCARA ICOMATIC03

(Nicola Pedrocchi, Giacomo Ziliani, Giovanni Legnani)



Massa
equivalente



Outline

Introduzione

Software di Controllo Riconfigurabile

Controllo in interazione con l'ambiente

Applicazioni

Conclusioni



Conclusioni e lavori futuri

- Sono state **studiate applicazioni robotiche** in interazione con l'ambiente
- E' stato **formalizzato l'approccio** attraverso l'implementazione di un **software** che consenta di gestirle e verificarle
- Sono stati studiati i **modelli** cinetostatici e dinamici di alcuni **manipolatori** per poterli integrare nel controllo di queste applicazioni
- Sono stati svolti dei **test** mirati alla **verifica** per validare i **modelli** e verificare le tecniche di **controllo**

➔ Serve ora una verifica e uno studio metodico di algoritmi e modelli di manipolatori al fine di formalizzare i risultati

Grazie

Domande?

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

