

## *Robotica – Robot Industriali e di Servizio*

### *Lezione 8: Precisione ed alimentazione dei pezzi*

15 marzo 2013

### *La precisione dei robot*

- ⇒ Non esiste una definizione universalmente accettata di precisione per un robot
- ⇒ Però c'è accordo su questi punti:
  - Tipo di precisione:
    - Precisione assoluta
    - Precisione di ripetibilità
  - In riferimento a:
    - Posizione finale
    - Traiettoria
  - In regime:
    - Statico
    - Dinamico

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 2

## *Tipo di precisione*

### ⇒ Precisione assoluta:

- La massima distanza fra la posizione (traiettoria) specificata e quella effettivamente raggiunta (seguita)

### ⇒ Cause di errore:

- Forma o dimensioni dei link sbagliati
  - Deformazioni permanenti
  - Deformazioni elastiche
  - Deformazioni termiche
- Errori nei sensori di posizione
- Errori nei calcoli (approssimazioni, troncamenti)

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 3

## *Precisione assoluta*

### ⇒ La massima distanza fra la posizione (traiettoria) specificata e quella effettivamente raggiunta (seguita)

### ⇒ Cause di errore:

- Forma o dimensioni dei link sbagliati
  - Deformazioni permanenti
  - Deformazioni elastiche
  - Deformazioni termiche
- Errori nei sensori di posizione
- Errori nei calcoli (approssimazioni, troncamenti)

### ⇒ L'errore può tranquillamente arrivare a qualche mm

### ⇒ È importante soprattutto nei sistemi di programmazione implicita

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 4

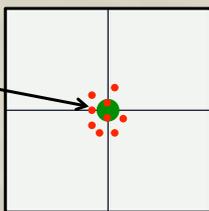
## Precisione di ripetibilità

- ⇒ La massima distanza fra la posizione (traiettoria) effettivamente raggiunta (seguita) in diverse iterazioni dello stesso programma
- ⇒ Cause di errore:
  - Forma o dimensioni dei link sbagliati
    - ~~Deformazioni permanenti~~ Usura meccanica
    - ~~Deformazioni elastiche~~
    - Deformazioni termiche
  - Errori nei sensori di posizione
  - ~~Errori nei calcoli (approssimazioni, troncamenti)~~
- ⇒ L'errore può essere piccolo (1/100mm) anche con meccaniche "grossolane"
- ⇒ È importante per il funzionamento del robot

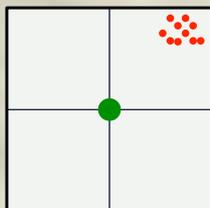
15 marzo 2013 5

## Esemplifichiamo:

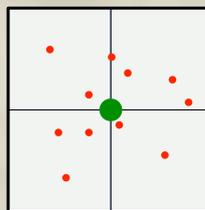
Devo andare qui



Alta precisione assoluta, alta ripetibilità



Bassa precisione assoluta, alta ripetibilità



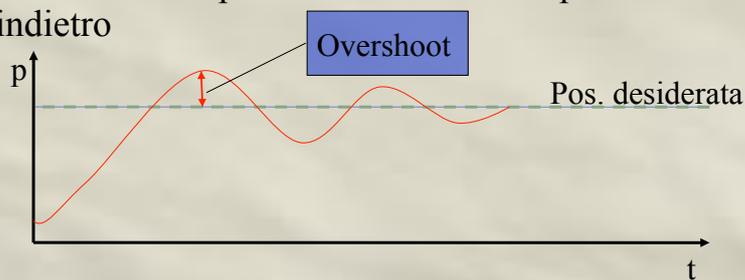
Alta precisione assoluta, bassa ripetibilità

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 6

## *In regime dinamico, la questione è più complessa...*

- ⇒ Se i motori si fermano nella posizione corretta con una forte decelerazione, la struttura (che è elastica) continuerà il movimento, andando oltre la posizione desiderata.
- ⇒ Se il controllo non è corretto, anche i motori possono andare oltre la posizione desiderata e poi tornare indietro



Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 7

## *Conseguenze dell'overshoot*

- ⇒ Se la posizione finale è molto vicina ad un ostacolo, l'overshoot può causare una collisione
- ⇒ Le traiettorie possono risultare "serpeggianti"

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

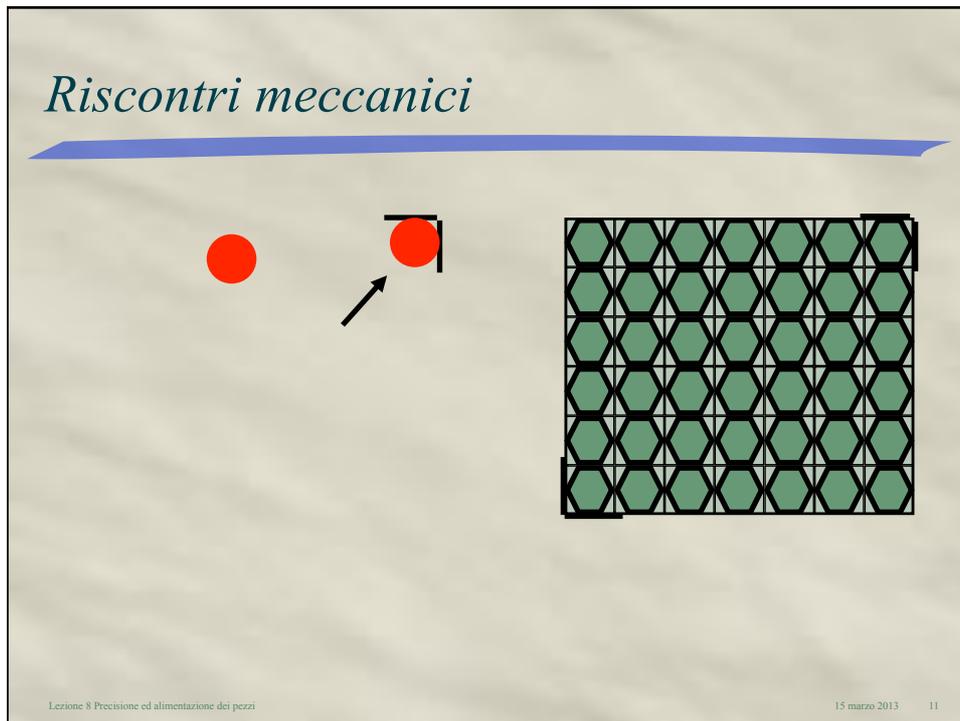
15 marzo 2013 8

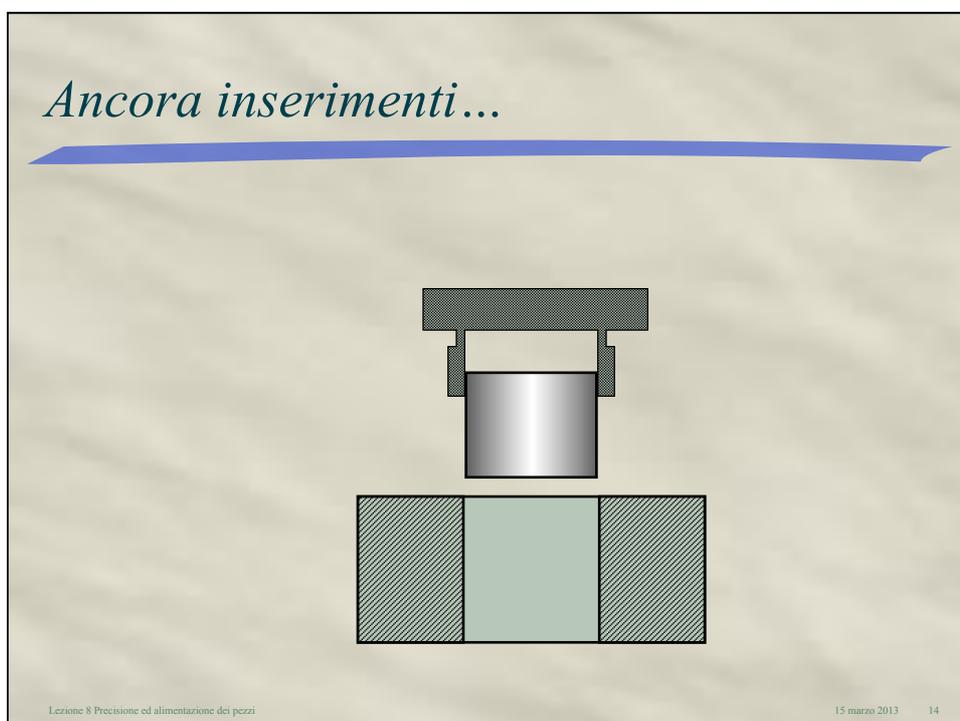
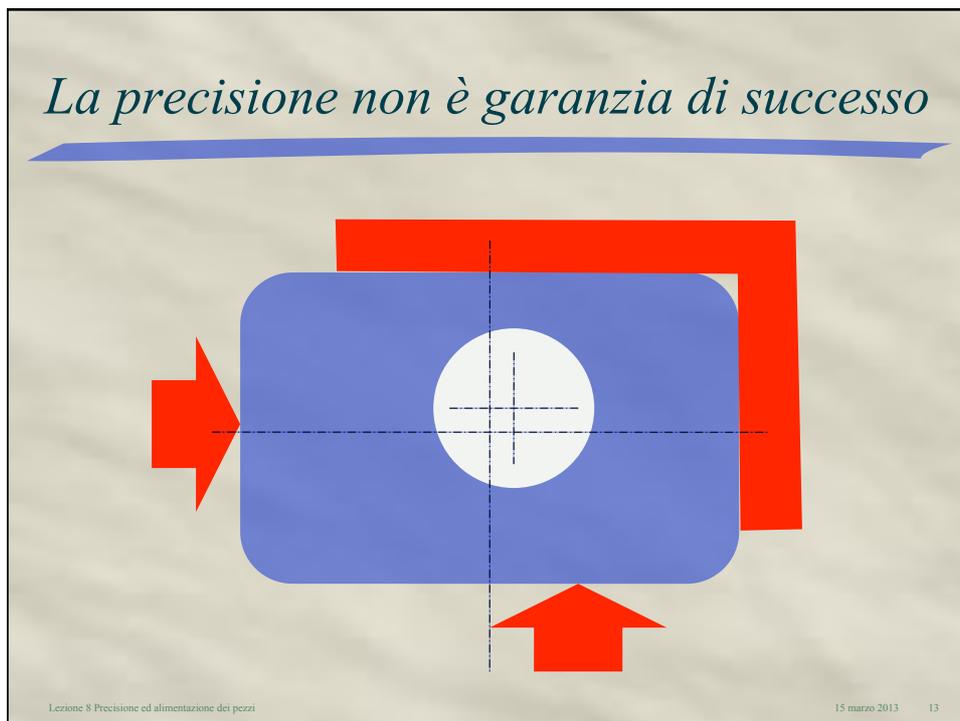
## *Minimizzare l'overshoot*

- ⇒ Diminuendo le decelerazioni
  - Ma aumentano i tempi di percorrenza
- ⇒ Aumentando la rigidità dell'insieme
  - Ma aumentano pesi, inerzie e momenti d'inerzia
- ⇒ Costruendo accurati modelli dinamici del robot

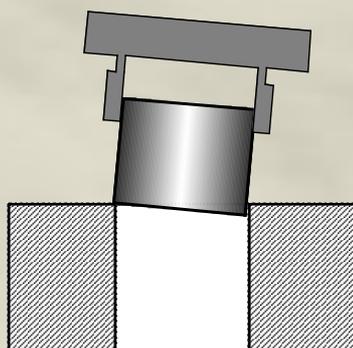
## *Come "tener fermi" i pezzi*

- ⇒ Quando si fa assemblaggio (e non solo) occorre tener fermi i pezzi su cui vanno montati altri pezzi
- ⇒ Si usano vari tipi di "fixture"





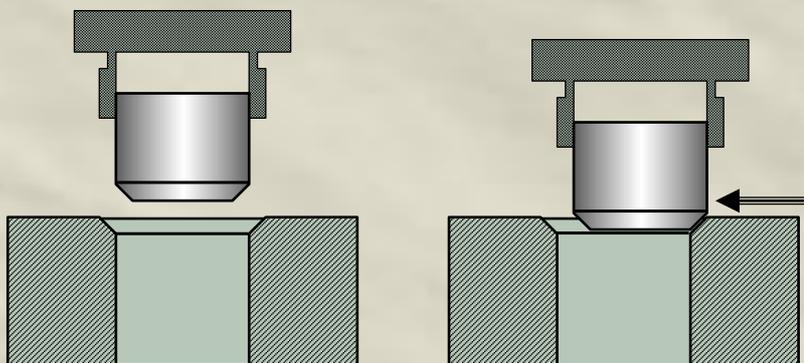
*Il pezzo si impunta...*



Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 15

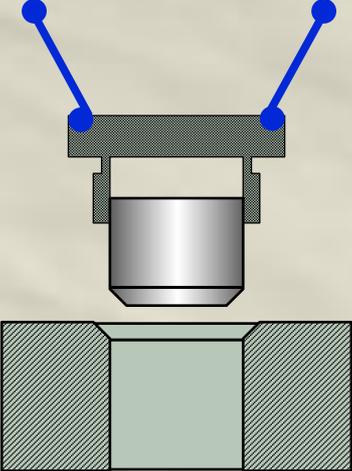
*Smussare gli spigoli?*



Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 16

*Il polso RCC*



**Remote  
Center  
Compliance**

**Più chiaro con un esempio!**

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi 15 marzo 2013 17

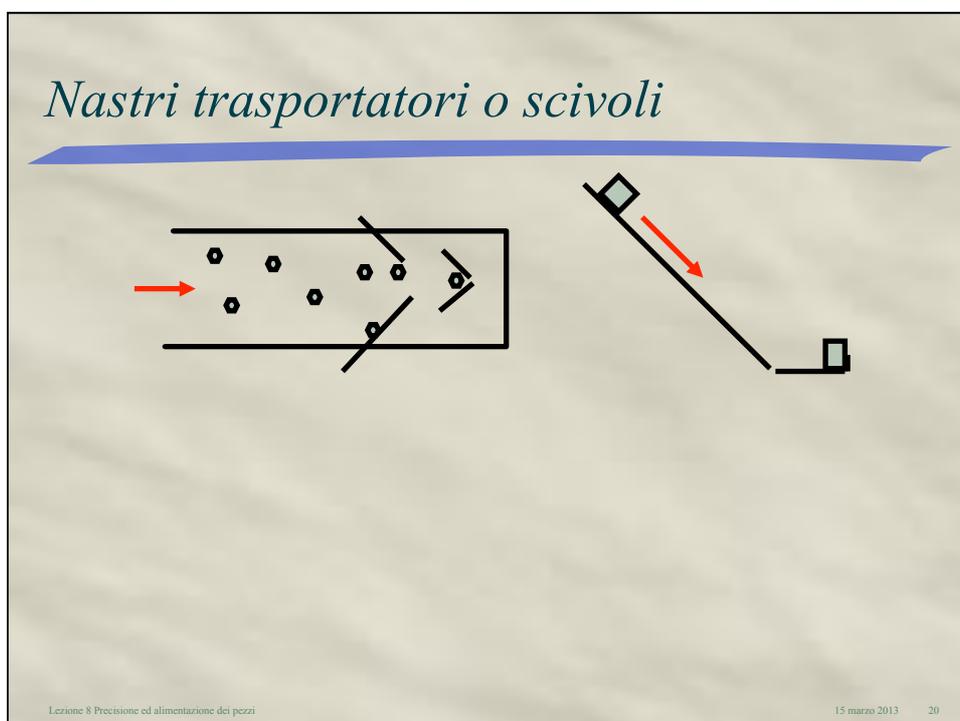
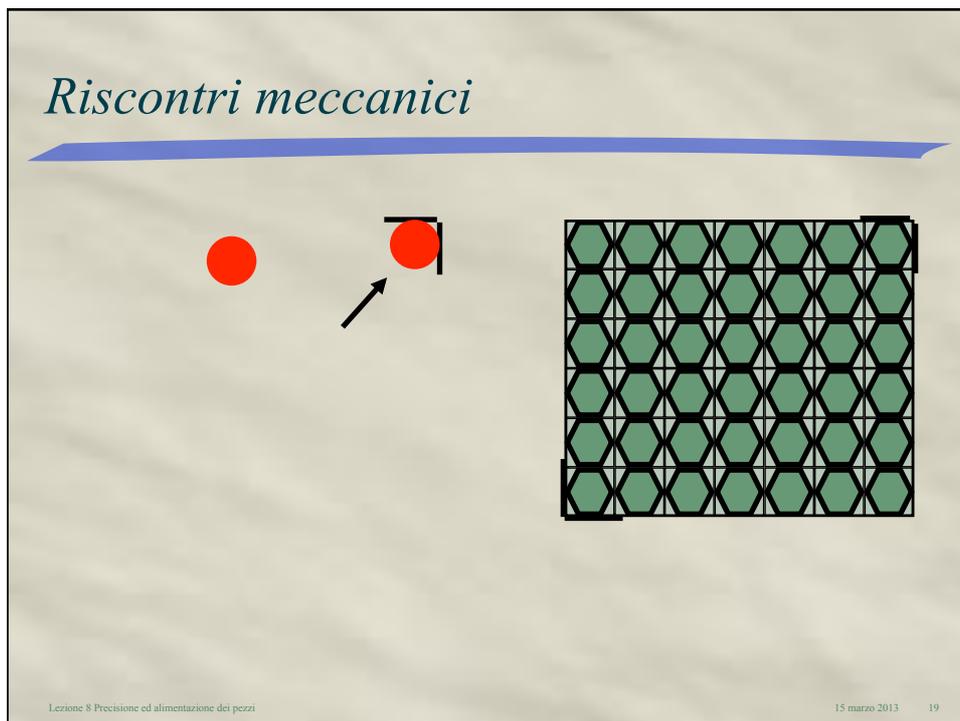
*Alimentazione dei pezzi*

⇒ I pezzi da afferrare devono essere presentati in posizione nota

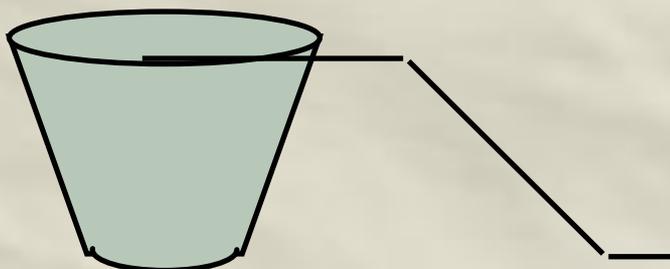
oppure

⇒ Il manipolatore deve avere sensori per determinare la posizione dei pezzi

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi 15 marzo 2013 18



*Alimentatori a vibrazione: soluzione di molti problemi*



Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

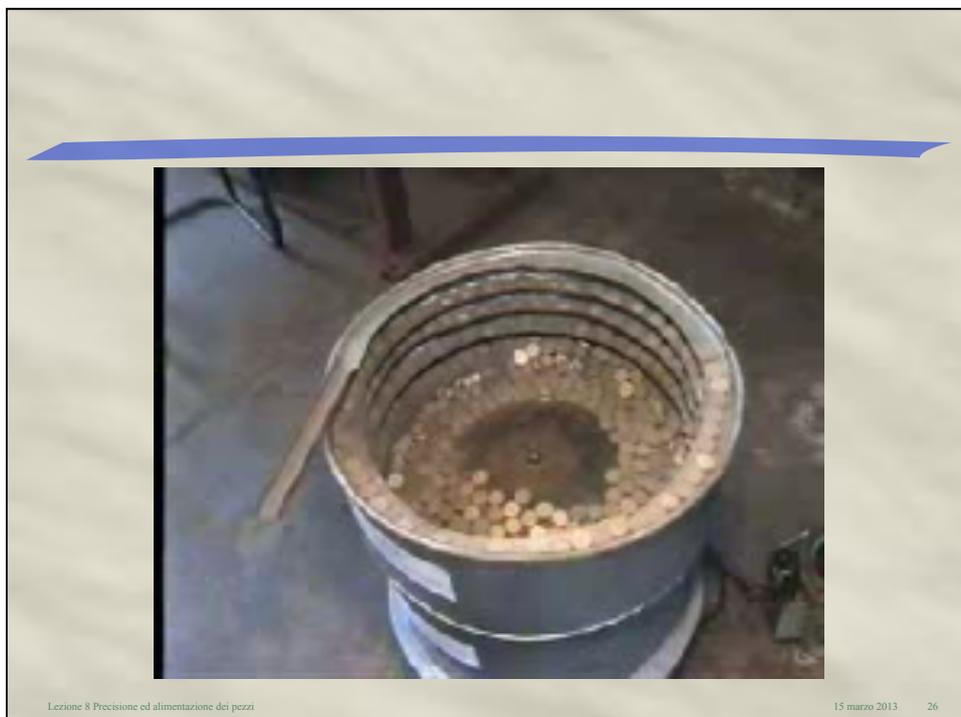
15 marzo 2013 21



Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 22





- ⇒ [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=QsJzSFVAnhk](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=QsJzSFVAnhk)
- ⇒ [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=FOyIAMgeU-g](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=FOyIAMgeU-g)
- ⇒ Anche in forma di nastro:
- ⇒ [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=hnpns2GHsIM](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=hnpns2GHsIM)

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 27

*Oppure occorre la visione...*

- ⇒ Ma di questo parleremo più avanti

Lezione 8 Precisione ed alimentazione dei pezzi

15 marzo 2013 28