



## Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

### Lezione 10 – Organi di presa: tipologie e caratteristiche

Prof. Francesco Aggogeri  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale  
Università degli Studi di Brescia  
francesco.aggogeri@unibs.it

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

E' importante in molti contesti che il gripper eserciti forza sufficiente sul pezzo, sia per spostare il pezzo, ma anche per NON perdere l'orientamento relativo pezzo-gripper instaurato durante la prima fase di presa.

### Concetti base

- Gli organi di presa robotici, più comunemente chiamati gripper, sono la parte terminale della catena cinematica di un robot industriale ovvero l'effettivo collegamento tra robot e l'oggetto da manipolare.
- "I gripper sono sottosistemi dei meccanismi di presa che forniscono un contatto temporaneo con l'oggetto da afferrare, assicurandone posizione e orientamento durante la movimentazione. La presa è ottenuta per mezzo di forze prodotte da appositi elementi. Il termine gripper viene anche usato nel caso non ci sia un effettivo serraggio, ma solo un contenimento o sostegno dell'oggetto".

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

Con le ventose non c'è una vera e propria presa, ma si utilizza comunque il termine gripper.

Questa sembra una banalità, ma è importante anche l'orientamento. E' importante ad esempio nel caso io debba afferrare un pezzo in macchina; devo avere buona accuratezza.

Se non abbiamo apposita sensoristica, possiamo adoperare banchetti in cui il pezzo viene preso dal cassone in maniera disordinata, viene posto su questo banchetto che orienta il pezzo e permette al robot di afferrarlo con l'orientamento adeguato al successivo, ad esempio, montaggio in macchina.

## Le principali funzioni

- Assicurare temporaneamente una definita posizione e orientamento dell'oggetto relativamente a un sistema di riferimento.
- Mantenere in condizioni statiche o dinamiche determinate forze e momenti.
- Permettere la variazione di posizione e orientamento dell'oggetto in relazione a un sistema di riferimento.
- Consentire operazioni tecniche specifiche richieste dalla particolare applicazione.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

Tre fasi: gripping, manipolazione e rilascio (posizionamento).

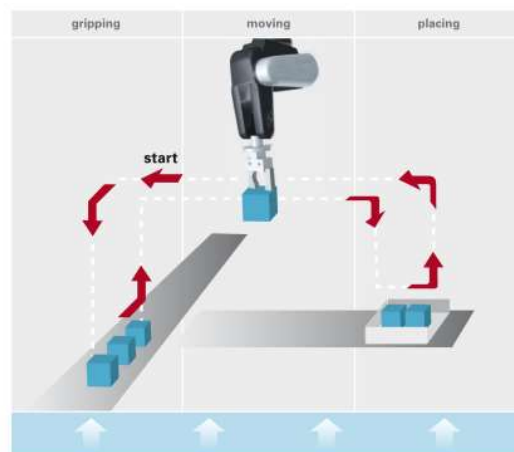
Anche il moving mi fa perdere tempo.

Se ho accelerazioni importanti per risparmiare tempo, allora potrei avere problemi in termini di oscillazioni.

Se ad esempio ho accelerazioni eccessive, meglio stare attenti anche alla distanza; fondamentale ragionare su layout.

Potrei associare al robot uno scivolo vicino al mio robot.

## Le principali funzioni



*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

Queste fasi sono "tempo perso", non aggiungono valore. Meglio se si riesce a fare in tempo mascherato, eventualmente utilizzando sistemi di supporto come delle tavole rotanti.

Le tavole sono adatte anche "internamente" alle macchine.

Altra cosa interessante è la doppia pinza, che mi permette di utilizzare la doppia pinza. Quando le masse sono importanti (es 10kg), la doppia pinza può diventare un componente critico. C'è un istante in cui il robot ha due pezzi sulla pinza (o quasi); ad ogni modo, il momento d'inerzia aumenta, e anche i volumi occupati. Bisogna fare attenzione alle collisioni.

Non è quindi obbligatorio utilizzare doppia pinza, ma potrebbe farmi risparmiare tempo.

### Le definizioni di base

- Azionamento (Drive system): il componente che trasforma l'energia primaria (elettrica, pneumatica, idraulica, . . . ) in un movimento lineare o rotatorio.
- Dita di presa (Gripper fingers): strumenti rigidi, elastici o multi-giunto a contatto diretto con l'oggetto da afferrare. Vengono fissate sulle griffe e talvolta dotate di estensori nella parte terminale.
- Double gripper: due gripper (anche differenti) montati sulla stessa base che operano in modo indipendente per la presa di due oggetti.

Diverse parti. Possiamo usare anche gripper standard, oppure studiare meglio l'organo di presa (le dita) per facilitare la presa stessa.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### Le definizioni di base

- End-effector: termine generico che comprende tutte le tipologie di organi terminali per sistemi robotici. Include gripper, utensili, sistemi di ispezione e altri dispositivi alla fine della catena cinematica.
- Griffe (Jaws): sono le parti esterne degli impactive gripper soggette a movimento, sulle quali vengono fissate le dita di presa. Solitamente non sono sostituibili poiché parte integrante della meccanica.
- Multiple grippers: più gripper (generalmente identici) installati sulla stessa base, in parallelo, per la presa di più oggetti contemporaneamente.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### Le definizioni di base

- Oggetto (Workpiece/Object): termine generale per indicare il componente che deve essere afferrato o sostenuto, non fa riferimento ad alcun tipo di geometria particolare.
- Presa o serraggio (Prehension): operazione di acquisizione dell'oggetto.
- Sistema cambio gripper (Gripper changing system): modulo ad interfaccia standard per la rapida sostituzione dell'organo di presa. Può essere manuale, semi-automatico o completamente automatizzato.

### Le definizioni di base

- Sistema cinematico (Kinematic system): unità meccanica (meccanismi) che convertono il movimento lineare o rotatorio dell'attuatore in un movimento delle griffe (parallelo o angolare). Questo meccanismo determina la forza di presa e la velocità del movimento delle griffe.
- Sistema di presa (Holding system): termine usato per indicare un insieme di dispositivi che realizzano un'operazione di presa o sostegno di un oggetto. Comprende gripper, dita di presa, sensoristica, moduli rotanti, dispositivi di cambio gripper e protezioni.

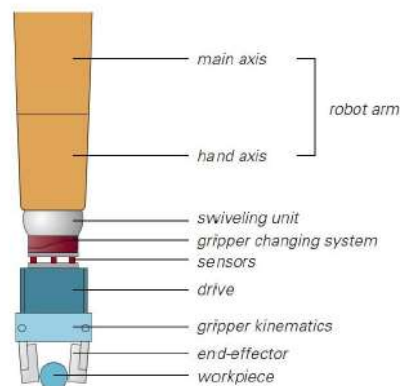
## Le definizioni di base

- Sistema di protezione (Protection system): insieme di elementi fissati esternamente o integrati al modulo di presa che si attivano in caso di sovraccarichi, mancanze di alimentazione o collisioni per evitare danni sia ai robot, sia ai pezzi di lavorazione.
- TCP (Tool center point): punto di lavoro e origine del sistema di riferimento (gripper axis) per l'orientazione del gripper.
- Modulo rotante (Swiveling unit): interfaccia elettrica o pneumatica di collegamento tra polso del braccio meccanico e end-effector che permette la rotazione del gripper attorno al suo asse principale. Tra modulo rotante e gripper vengono situate le unità di cambio utensile e i sensori di forza/coppia.

Indica il punto obiettivo del robot.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Le definizioni di base



Domanda esame: descrivere com'è fatto un gripper (in generale).

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

La sfera è difficile da afferrare rispetto ad un oggetto con sottosquadro. Il sottosquadro permette di sfruttare non solo l'attrito, ma appunto lo squadro dell'oggetto.

Prima e terza (ventose) sono le più utilizzate.

Martedì prossimo non ci chiede

## Tipologie di gripper

I gripper possono essere classificati in quattro principali categorie:

- **Impactive:** una forza meccanica è direttamente impressa sull'oggetto da due o più direzioni.
- **Ingressive:** la presa avviene tramite l'inserimento dell'organo di presa nell'oggetto, attraverso una o più superfici.
- **Astrictive:** una forza o un campo attrattivo vincola l'oggetto consentendone la presa.
- **Congiuntive:** il sostegno dell'oggetto avviene attraverso una forza unidirezionale sviluppata dopo il contatto diretto non impattivo.

Ad esempio un uncino che entra nel foro.

Classico esempio è la ventosa.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Tipologie di gripper

Metodo di presa	Tipo di gripper	Tipici esempi
Impactive		Pinze, mani, morse
Ingressive	Intrusive	Aghi, perni, chiodi
	Non-Intrusive	Ganci, velcro
Astrictive	ad Aspirazione	Aspiratori
	Magneto-adesione	Campo magnetico
	Elettro-adesione	Campo elettrico
Congiuntive	Termici	Congelamento, fusione
	Chimici	Adesivi Permatack
	A Fluido	Azione capillare, tensione superficiale

Intrusivo o non. Organi che sfruttano o le caratteristiche fisiche del pezzo (anche impactive lo fa). Pro: sono semplici, la presa è rapida. Contro: stabilità diminuisce, più delicata la presa in termini di posizionamento e orientamento.

Devo congiungere attraverso alcuni processi (termici, a fluido, ...) che permettono di congiungere appunto hand effector e pezzo.

Pro, riesco a spostarlo e garantire certa stabilità, quindi ok per percorsi lunghi e con ostacoli. Contro: forze troppo elevate possono deformare corpo (es vetro). Altra cosa è l'ingombro della pinza. Devo valutare che la pinza riesca ad abbracciare il pezzo, per poi afferrarlo.

Quante ventose? minimo 3. Posso anche usarne una centrale grossa, ma con tre evito flessioni (es su foglio). Posso prelevare dall'alto. Svantaggi sono legati alle masse limitate, condizioni ambientali pulite etc.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Tipologie di gripper

- La maggior parte dei gripper industriali sono di tipo Impactive oppure Astrictive (ad aspirazione o elettromagnetici) grazie alla maggiore versatilità e al minor costo.
- Le altre tipologie vengono impiegate principalmente in settori molto specifici, come industria tessile, alimentare, elettronica o dei semiconduttori.
- La categoria dei gripper Ingressive è ulteriormente suddivisa in:
  - Organi Intrusive: penetrano attraverso il materiale
  - Organi Non – Intrusive: si uniscono o si agganciano al pezzo

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

Il robot non ha tempo tanto diverso per il serraggio.  
Fondamentalmente si parla sempre di qualche secondo.

## Presa Automatizzata

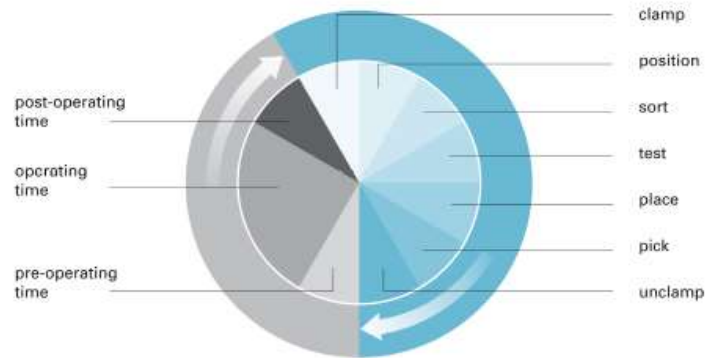
Un singolo processo di presa automatizzata può essere sostanzialmente caratterizzato dal numero di oggetti movimentati per unità di tempo.

Il tempo necessario per un operazione è suddiviso in due porzioni:

- **Handling Time:** comprende tutte le operazioni dall'effettivo serraggio al rilascio dell'oggetto, incluso il posizionamento e il testing.
- **Machine Time:** l'intervallo di tempo dedicato alla lavorazione dell'oggetto e all'eventuale cambio gripper o lubrificazione.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Presa Automatizzata



*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Presa Automatizzata


- Tutte le operazioni eseguite nei due intervalli temporali devono essere sincronizzate per ridurre spreco di tempo utile per massimizzare la produzione.
- L'ottimizzazione del processo di presa, per quanto semplice esso sia, può risultare anche molto complicata in presenza di particolari condizioni ambientali e di oggetti di forma molto complessa.
- Il punto di partenza per un'operazione di presa è la conoscenza delle caratteristiche geometriche, fisiche e dinamiche dell'oggetto da afferrare.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*



Bisogna fare attenzione al baricentro. Non è detto che si riesca a spostare

Importante valutare anche la stabilità, es gomma, che può anche muoversi. Può essere che durante la movimentazione si cambi orientamento.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA

### Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo


1)

2)

workpiece characteristics			workpiece behavior	
workpiece geometry	characteristic form elements	physical characteristics	at rest	in motion
<ul style="list-style-type: none"><li>• form (behavior type)</li><li>• extension / dimension</li><li>• lateral proportions</li><li>• symmetry</li><li>• size</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• bore</li><li>• rod-stop, flange</li><li>• crimp, bead</li><li>• notch</li><li>• rift</li><li>• groove, slot</li><li>• chamfer</li><li>• hook</li><li>• release</li><li>• camber/sweep</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• material</li><li>• center of gravity</li><li>• rigidity</li><li>• ultimate strength</li><li>• mass</li><li>• surface</li><li>• temperature</li><li>• processing time</li><li>• gliding property</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• stability</li><li>• stable orientation</li><li>• preferred orientation</li><li>• stackability</li><li>• suspendability</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• slidability</li><li>• rollability</li><li>• directional stability</li></ul>







Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Questo ultimo pezzo. Chi alimenta la linea preferisce dare il pezzo così, perchè più stabile sul nastro durante il trasporto. Il robot potrebbe però preferirla a rovescio, così da sfruttare il sottosquadro. L'orientamento dipende quindi dalla logica di chi alimenta o afferra. Bisogna valutare cosa è più economico.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA

### Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo

spherical	cylindrical	cubical	plane	tubular	fungi-form
					
spherical workpieces and variations, e. g. ball-bearing balls	cylindrical workpieces without variations, with length-diameter ratio $0.5 < l/D < 30$ , e. g. smooth bolts, shafts, pins	block or bulky workpieces of prismatic form, e. g. cube, three-edge, four-edge	mainly two-dimensional workpieces, in most cases already in plane preferred orientation	thin- or thick-walled, not completely closed tubes of cylindrical, prismatic, conical, or mixed forms	simple workpieces of cylindrical, prismatic, or coniform geometry, e. g. screws, rivets

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Per la sfera potrei avere un piccolo raggio di curvatura sulle jaws.

## Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo

pyramidal / coniform	regular forms	irregular forms	entangling goods	others
				
workpieces of regular and general pyramidal and conical form, e. g. wedge, dual wedge, full cone, truncated cone.	workpieces with more than one ledge or variations with linear axes	workpieces with linear and/or crossing axes mainly massive, e. g. press or forge slugs	workpieces bound to jam or wedge, e. g. piston rings, coil springs	all materials workable from a roll, coil, or strip, e. g. steel tape, wire, etc.

Forme irregolari sono complesse.  
Faccio fatica a identificare ad esempio il baricentro.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo

- La dinamica iniziale dell'oggetto influisce pesantemente sulla strategia di presa, infatti è necessario che essa sia nota prima dell'operazione di serraggio.
- Ad esempio un oggetto con possibilità di rotolare deve essere afferrato velocemente per prevenire cambi di posizione. [Potrei prevedere l'installazione di buffer per il trasporto.](#)
- Conoscere la geometria e le proprietà fisiche dell'oggetto aiuta le operazioni di posizionamento e orientamento, inoltre rende facilmente determinabile il tipo e la quantità di forza necessaria per la presa, nonché il numero e la forma delle dita di presa.










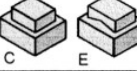


*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo

- Le dita sono l'organo attraverso il quale viene trasmessa la forza sull'oggetto.
- Esistono diversi tipi di contatto tra dita di presa e oggetto dipendenti dalla morfologia di entrambi e dal numero di punti di contatto.
- La figura seguente illustra le tipologie più diffuse di contatto con tre oggetti comuni di geometria ben definita, dove  $k$  denota il numero di punti di contatto.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

### Presa Automatizzata: caratteristiche del pezzo

K	FORMA DELL'OGGETTO		
	CUBICO	CILINDRICO	SFERICO
			
1			
2			
3			

Se il punto di contatto diventa una superficie, allora aumenta la stabilità. Dipende molto da come è fatto il pezzo e da come è orientato.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Presa Automatizzata

- Le superfici attive possono essere diverse a seconda del tipo di dita utilizzato:
  - A contatto in un punto,
  - B contatto lungo una linea,
  - C contatto su una superficie,
  - D contatto circolare,
  - E contatto su due linee.
- Tramite combinazioni di queste cinque tipologie si possono realizzare prese con un numero  $k$  generico di contatti.

## Presa Automatizzata

- Un oggetto rigido libero di muoversi nello spazio ha sei gradi di libertà (DOF) che descrivono i possibili movimenti traslatori o rotatori. Lo scopo dei gripper è quello di garantire la stabilità della presa limitando il numero di gradi di libertà dell'oggetto.
- La limitazione dei DOF può essere realizzata dimensionando correttamente il numero di punti di contatto, ad esempio adattando la geometria delle dita di presa o variandone il numero. Superfici attive più ampie aumentano la stabilità e consentono una riduzione della forza di presa.

### Presa Automatizzata: forza e pressione

- La forza di presa varia a seconda della forma e del numero di superfici attive.
- Se la forza nel punto di contatto è troppo elevata, la pressione esercitata può danneggiare l'oggetto.
- E' possibile calcolare un limite della forza di presa imposto dalla pressione massima consentita sulla superficie di un determinato oggetto.

### Presa Automatizzata: forza e pressione

$$\sigma_{\max} = 0.418 \cdot \sqrt{\frac{F_K \cdot E_r}{L} \cdot \left(\frac{2}{d} \pm \frac{1}{r}\right)} \quad [N/mm^2]$$

- $F_K$  forza di contatto [N]
  - $E_r$  coefficiente medio di elasticità [ $N/mm^2$ ]
  - $d$  diametro dell'oggetto [mm]
  - $\pm$  + per dita convesse; - per dita concave
  - $r$  raggio di curvatura delle dita di presa ( $r = \infty$  per superfici piane) [mm]
  - $L$  lunghezza della linea di contatto [mm]
  - 0.418 costante empirica
- La formula è valida per contatti su un punto e lungo una linea.

## Presenza Automatizzata: forza e pressione

La costante elastica  $E_r$  dipende dal materiale delle dita di presa e dell'oggetto.

$$E_r = \frac{2 \cdot E_t \cdot E_s}{E_t + E_s} \quad [N/mm^2]$$

- $E_t$  modulo di Young dell'oggetto
- $E_s$  modulo di Young delle dita di presa

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Presenza Automatizzata

Si riporta la pressione massima adattata per alcuni contatti base:

	contatto	pressione di superficie $p$	forma delle griffe
contatto su una linea		$p = 0,418 \sqrt{\frac{F_K \cdot E_r}{L} \left( \frac{2}{d} + \frac{1}{r} \right)}$	
		$p = 0,418 \sqrt{\frac{F_K \cdot E_r}{L} \left( \frac{2}{d} - \frac{1}{r} \right)}$	
		$p = 0,418 \sqrt{\frac{2 \cdot F_K \cdot E_r}{L \cdot d}}$	
contatto in un punto		$p = m \sqrt{\frac{F_K \cdot E_r}{r^2}}$	
		$\frac{d}{2} < r$	
contatto su una superficie		$p = \frac{F_K}{a \cdot b}$	

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Vediamo i casi particolari, da sapere per l'esame.  
Il dimensionamento deve tenere conto della movimentazione. Ok io calcolo la forza per prendere l'oggetto. Non devo considerare solo l'accelerazione del robot, ma anche la forza di gravità.

## Presa Automatizzata: forza e pressione

- Deve essere tenuto in considerazione che la forza di presa va dimensionata considerando i movimenti dell'organo di presa.
- Spostamenti troppo rapidi, rispetto la forza di chiusura, generano un'inerzia dell'oggetto elevata che può far fallire la presa.
- Le forze dovute agli spostamenti vanno calcolate in base alla situazione
- Le forze e i momenti di carico massimi consentiti per un particolare tipo di pinza sono generalmente forniti dal costruttore.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Questi sono alcuni studi specifici. Ci sono forze di azione e reazione che dipendono da tipo pezzo e gripper, movimento, moduli di young, concavità

## Presa Automatizzata

Esempi di forze agenti durante la movimentazione lineare di un pezzo per una presa parallela con dita prismatiche e piane:

	sketch	contact forces	gripping force, upwards
shape force-mating		$F_{k1} = \frac{m(g+a)\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}$ $F_{k2} = \frac{m(g+a)\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}$	$F_G = m(g+a) \cdot S$
shape and friction mating		$F_{k1} = \frac{m(g+a)}{2 \cdot \cos\alpha_1}$ $F_{k2} = \frac{m(g+a)\tan\alpha_2}{2 \cdot \cos\alpha_1}$	$F_G = \frac{m(g+a)}{2} \tan\alpha \cdot S$
shape and friction mating		$F_{k1} = m(g+a)\tan\alpha_2$ $F_{k2} = \frac{m(g+a)}{2 \cdot \cos\alpha_2}$	$F_G = F_{k1} \cdot S$
pure friction mating		$F_k = \frac{m(g+a)}{4 \cdot \mu}$	$F_G = \frac{m(g+a)}{2 \cdot \mu} \sin\alpha \cdot S$

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Forza di gripping, quella necessaria per afferrare il pezzo.

S è il coefficiente di sicurezza. Attenzione che ok fattore di sicurezza, ma se ha fragilità, allora potrei danneggiarlo.

## Presa Automatizzata: tipologie di presa

2 modi

- Force-lock (Force-fit): il sostegno dell'oggetto avviene unicamente per effetto delle forze di attrito tra superficie dell'oggetto e dita di presa. Per questo è necessario che le dita siano costruite con materiali ad alto coefficiente di attrito in relazione al materiale dell'oggetto da a errare.
- Form-lock (Form-fit): si ottiene con dita adattate alla forma dell'oggetto grazie alle quali la forza si distribuisce lungo tutta la superficie di contatto. Il sostegno è generato quasi esclusivamente dal contenimento (encompassing) dell'oggetto, quindi la forza da esercitare per la presa risulta minore rispetto una corrispondente presa force-lock.

Sposto il pezzo utilizzando una forza. Sfrutto l'attrito (quindi devo valutare i coefficienti di attrito) e fare dimensionamento.

Se volessi prendere un caso estremo di form-fit si basa solo sulla forma dell'oggetto. Non applico forze per afferrarlo, se non quelle necessarie al movimento.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

Tante volte mischio le due cose, per evitare ad esempio forze eccessive per evitare danneggiamenti.

## Tipologie di presa

Classificazione dei tipi di presa:


- Force-fit
- Form-fit

	principle of function	force lock	form lock
gripping with one contact surface	adhesive grip		
	reverse grip		
gripping with more than one contact surface	force-fit		
	force-fit/form-fit		
	form-fit		

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione



## Presa Automatizzata: forza di presa

force-fit gripping	form-fit gripping	
		
$F = \frac{m \cdot c}{2\mu} (g+a) \sin \frac{\alpha}{2} \cdot S$	<b>Forza griffa</b> $F_g = m \cdot (a+g) \cdot S$	
		$F_g = m \cdot (a+g) \cdot \frac{\tan \frac{\alpha}{2}}{2} \cdot S$

- La combinazione dei due casi precedenti dà luogo ad una presa mista. Una presa force-fit può diventare form-fit semplicemente cambiando orientamento al gripper.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Presa Automatizzata: Esercizio




Calcolare la forza di presa per nel caso di presa force-fit o form-fit, prendendo come riferimento i tre esempi della slide precedente.

Si suppone che:

- massa del cilindro  $m = 5 \text{ kg}$
- accelerazione  $a = 6 \text{ m/s}^2$
- le dita di presa con  $\alpha = 90^\circ$ ,
- coefficiente di attrito  $= 0.1$
- coefficiente di sicurezza  $S = 2$ .

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Presa Automatizzata: Esercizio

force-fit gripping	form-fit gripping	
		
$F_G = \frac{5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 0,1} \left(1 + \frac{6 \text{ m/s}^2}{10 \text{ m/s}^2}\right) \sin \frac{90^\circ}{2} \cdot 2$	$F_G = 5 \text{ kg} \cdot (6 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2) \cdot 2$	$F_G = 5 \text{ kg} \cdot (6 \text{ m/s}^2 + 10 \text{ m/s}^2) \frac{\tan 45^\circ}{2} \cdot 2$
$F_G = 565,7 \text{ N}$	$F_G = 160 \text{ N}$	$F_G = 80 \text{ N}$

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Presa Automatizzata

- In alcune applicazioni la presa esterna può non essere adatta, ad esempio se nell'imballaggio lo spazio dedicato all'oggetto non consente il passaggio delle dita di presa. Per questo, se la forma dell'oggetto lo consente, conviene effettuare una presa intermedia o interna
- Nella presa intermedia le dita agiscono su una superficie esterna e una interna, risulta adatta per applicazioni pick-and-place di oggetti con un appropriato foro o cavità.
- La presa interna agisce sulle superfici interne di un oggetto cavo, è adatta per imballaggi e per lavorazioni al tornio dato che il pezzo risulta ben centrato, specialmente con gripper a tre griffe.

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Presa Automatizzata



Esempio di presa esterna, intermedia e interna

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

Fino a un certo punto. Bisogna anche garantire sufficiente stabilità. In genere è opportuno fare ragionamenti intermedi.

All'esame sicuro ci chiede questa cosa.

## Regole per una presa sicura e corretta

- 1 • Usare preferibilmente, dove possibile, una presa form-fit rispetto a una presa force-fit.
- 2 • Utilizzare dei blocchi anti-scivolamento del pezzo nel caso di prese astringitive.
- 3 • Fornire superfici di contatto parallele. Questo per poter distribuire correttamente le forze.
- 4 • Disegnare le dita di presa adeguatamente in relazione agli oggetti da prendere.
- 5 • Posizionare il baricentro dell'oggetto possibilmente nel TCP (tool center point). Questo garantisce maggior stabilità di presa.
- 6 • Evitare la presa su zone delicate dell'oggetto.
- • Fornire superfici piane per il contatto.
- 7 • Centrare l'oggetto rispetto al gripper. Ad esempio pinze con tre dita.
- • Per oggetti con superfici sottili preferire prese interne o intermedie.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Tipologie di gripper

I gripper possono essere classificati in quattro principali categorie:

- **Impactive:** una forza meccanica è direttamente impressa sull'oggetto da due o più direzioni.
- **Ingressive:** la presa avviene tramite l'inserimento dell'organo di presa nell'oggetto, attraverso una o più superfici.
- **Astrictive:** una forza o un campo attrattivo vincola l'oggetto consentendone la presa.
- **Congiuntive:** il sostegno dell'oggetto avviene attraverso una forza unidirezionale sviluppata dopo il contatto diretto non impattivo.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper

- Gli Impactive gripper sono la tipologia di afferraggio più diffusa a livello industriale, grazie alla larga varietà di prodotti commerciali e alla loro versatilità, nonché al vantaggio dal punto di vista economico rispetto le altre tipologie.
- La loro fisica è completamente basata sulle leggi della meccanica classica (Newtoniana).
- Il funzionamento consiste nel convertire un movimento primario generato da un azionatore in un movimento delle griffe attraverso una catena cinematica.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper



Modelli PGN, PZN della serie plus Schunk

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper: azionamenti

- Azionamenti elettrici: servomotori, motori passo-passo, motori lineari o dispositivi piezoelettrici. Sono caratterizzati da alti costi e relativamente basse forze di presa ma sono facilmente controllabili e hanno un'elevata precisione.
- Azionamenti pneumatici: pistoni ad aria compressa generalmente uniti ad un sistema meccanico con molle. Sono i più diffusi poiché hanno costi contenuti, forniscono una buona forza di presa ma il controllo risulta più complicato rispetto agli azionamenti elettrici.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper: azionamenti






- Azionamenti idraulici: pistoni oleodinamici. Utilizzati per applicazioni in cui serve elevata forza di presa o in ambienti sporchi. Tuttavia sono molto onerosi dal punto di vista del consumo energetico e nell'installazione.
- Azionamenti magnetici: elettromagneti. Sono i meno comuni a causa della forte dipendenza dalla fonte di alimentazione. Hanno costi relativamente alti per prestazioni ottenibili anche con altre tipologie di azionamenti. A vantaggio hanno una buona controllabilità

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper

Principali vantaggi e limiti delle varie tipologie di azionamenti.

● Vantaggio  
○ Svantaggio

drive system					
evaluation criteria	mechanical	pneumatic	hydraulic	magnetic	electric motor
high gripping force	●	○	●	●	○
controllability	○	○	●	●	●
energy transmission	●	●	○	●	●
insensitivity to dirt	●	●	●	○	●
maintenance	●	●	●	○	●
emergency stop behaviour	●	●	●	○	○
constructional size	○	○	●	●	●
environmental influences	●	●	○	●	●
costs	●	●	●	●	○

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### **Impactive gripper: sistemi cinematici**

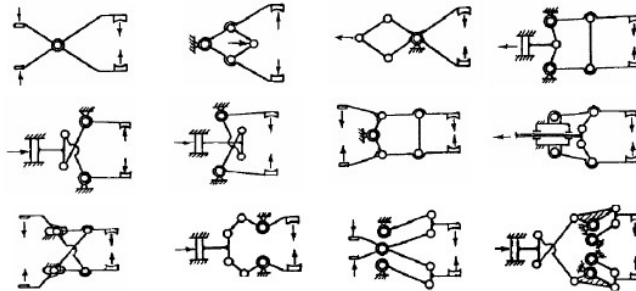
Per quanto riguarda i sistemi cinematici per la trasmissione del moto alle griffe, i meccanismi più diffusi che svolgono questa funzione sono:

- Sistemi articolati a leve
- Ingranaggi a vite e madrevite
- Meccanismi guidati a cuneo (Wedge-Hook)
- Sistemi a camme
- Meccanismi a pignoni e cremagliere
- Sistemi a cinghia e puleggia

### **Impactive gripper: sistemi cinematici**

- Questi sistemi sono formati da giunti meccanici con un certo numero di gradi di libertà.
- Tutti i giunti hanno un problema comune, le operazioni richiedono un determinato gioco tra gli elementi per consentirne il libero movimento. Più questo gioco è grande, tanto minore sarà la precisione e la ripetibilità delle operazioni
- Solitamente gli impactive gripper sono composti da due o più griffe che si muovono simmetricamente rispetto l'asse centrale, ad eccezione dei gripper a singola griffa mobile, mani robotiche e gripper ad espansione.

## Impactive gripper: sistemi cinematici



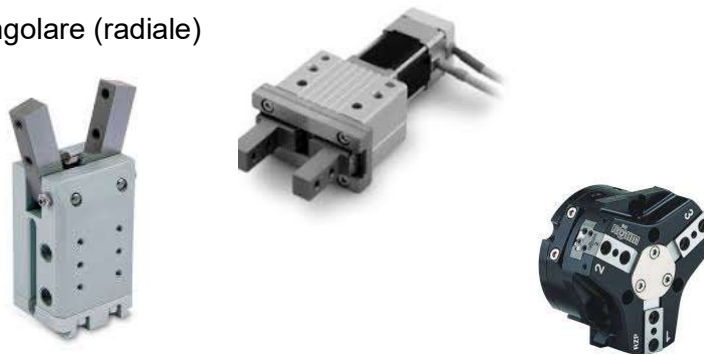
Esempi di sistemi cinematici di gripper

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper: movimento delle pinze

Ci sono due principali tipi di movimento delle griffe:

- parallelo
- angolare (radiale)



*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*



### **Impactive gripper: pinze parallele**

- Nelle pinze parallele le griffe rimangono sempre perpendicolari alla base, il movimento è lineare lungo tutta la corsa.
- Esistono gripper paralleli ad una sola griffa mobile, a due griffe con movimento sincrono o indipendente, ma anche a tre o quattro griffe concentriche autocentranti. Gripper con un numero maggiore di griffe sono utilizzati per l'assemblaggio di O-Ring e guarnizioni.
- Le pinze parallele a doppio effetto possono operare in apertura o in chiusura, rispettivamente compiendo una presa interna o esterna.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### **Impactive gripper: pinze angolari**

- Le pinze angolari sono caratterizzate da un movimento delle griffe lungo un percorso curvilineo, attorno ad un punto fisso detto fulcro.
- L'apertura angolare massima può arrivare fino ai 180°, in questo caso la pinza prende il nome di gripper radiale. Queste pinze sviluppano un movimento puramente rotatorio di facile implementazione, sono affidabili e hanno costi decisamente più bassi della versione a griffe parallele.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### **Impactive gripper: pinze angolari**

- Anche per i gripper angolari esistono le versioni a doppio e effetto per prese interne ed esterne e a singolo effetto con molla di sicurezza.
- L'apertura può essere simmetrica o asimmetrica ad una, due o tre griffe mobili autocentranti.
- I gripper radiali, grazie all'apertura di  $180^\circ$ , sono particolarmente adatti per le operazioni di montaggio e per la presa di oggetti su tavole rotanti o nastri trasportatori. L'impiego di gripper radiali in questi casi consente la riduzione di movimenti del manipolatore, infatti ad apertura massima l'ingombro delle griffe è rimosso dal piano di lavoro, evitando il movimento di arretramento del manipolatore.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### **Impactive gripper**

- Sono state sviluppate numerose varianti per la cinematica delle pinze impactive, nelle più diffuse il gioco meccanico è proporzionale al numero di giunti del sistema.
- La forza di presa e la sicurezza del serraggio sono fortemente influenzati dal lasco introdotto dal gioco, dalla dinamica e dalla forma delle dita di presa.
- Il valore della forza varia molto nelle diverse condizioni di presa. Tuttavia viene fornita una formula generale valida per ogni gripper per la stima della forza iniziale di presa richiesta

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

## Impactive gripper

Forza iniziale di presa richiesta:

$$F_G = \frac{m \cdot g \cdot f_s}{\mu \cdot n} \quad [N]$$

- $m$  massa dell'oggetto  $[Kg]$
- $f_s$  fattore di sicurezza
- $g$  accelerazione di gravità ( $g = 9.81 \dots \quad [m/s^2]$ )
- $\mu$  coefficiente di attrito
- $n$  numero di griffe

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

## Impactive gripper

- Per il calcolo della forza disponibile in particolari condizioni, ad esempio con valori di alimentazione non nominali o TCP non centrato, il costruttore generalmente fornisce grafici della forza in funzione del braccio di leva per più pressioni

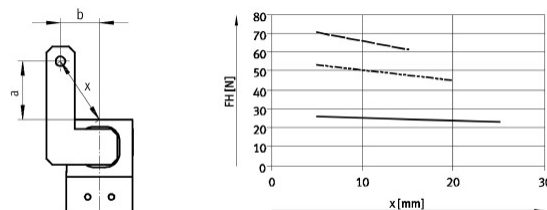


Grafico di carico per pinza HGPS Festo con pressioni di 4,6,8 bar, dove FH è la forza di presa e  $x = \sqrt{a^2 + b^2}$

Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione

### **Impactive gripper: pneumatici**

- Gli impactive gripper più diffusi sono quelli ad attuazione pneumatica, oltre al buon rapporto efficienza/costo hanno la peculiarità che sono facilmente regolabili.
- La velocità di chiusura e apertura delle griffe può essere variata con un semplice regolatore di portata mentre la forza è proporzionale alla pressione di alimentazione.
- La sicurezza della presa in mancanza di alimentazione nei gripper a semplice effetto può essere garantita dalla molla oppure, come nella variante a doppio effetto, di una valvola distributrice 5/3 con centri allo scarico. azione elettrica.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*

### **Impactive gripper: pneumatici**

- Il problema principale dei gripper pneumatici è la scarsa flessibilità nella presa di oggetti di dimensioni molto variabili.
- Infatti la corsa del pistone è costante quindi ad ogni operazione l'apertura sarà massima senza possibilità di un pre-posizionamento delle griffe in relazione delle dimensioni del pezzo.
- Questa operazione è possibile solo con complicati circuiti di controllo, a discapito della prontezza del sistema oppure con gripper ad attuazione elettrica.

*Isole Robotizzate e Sistemi di Automazione*