

**Laboratorio di  
Tecnologie Biomediche  
*Sistemi di trasmissione del moto***

**Carmelo De Maria**  
[carmelo.demaria@unipi.it](mailto:carmelo.demaria@unipi.it)

# Sistemi di trasmissione del moto

- Trasmissione per contatto
  - Ruote dentate, ruote di frizione
- Trasmissione per legame rigido
  - Alberi di trasmissione
- Trasmissione per legame flessibile
  - Cinghie, catene, funi

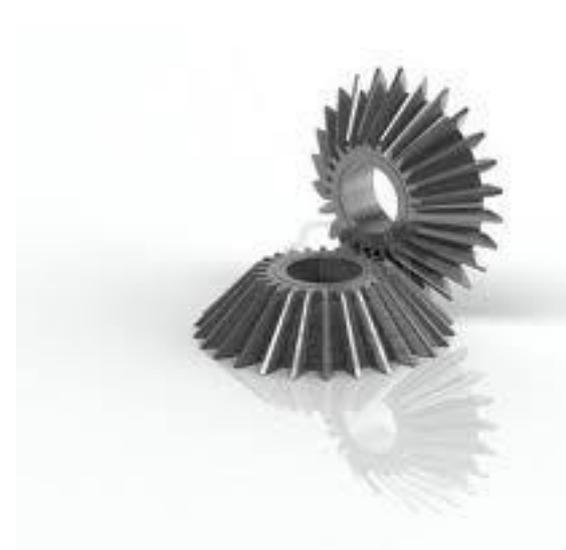
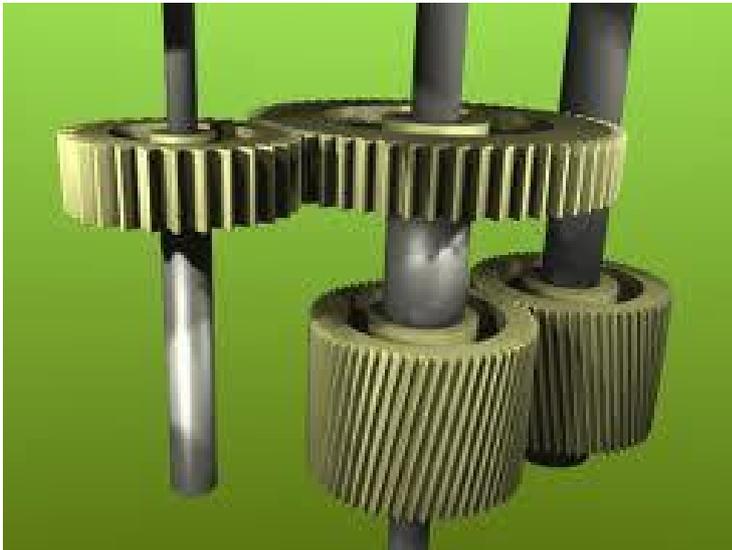


# Ruote dentate

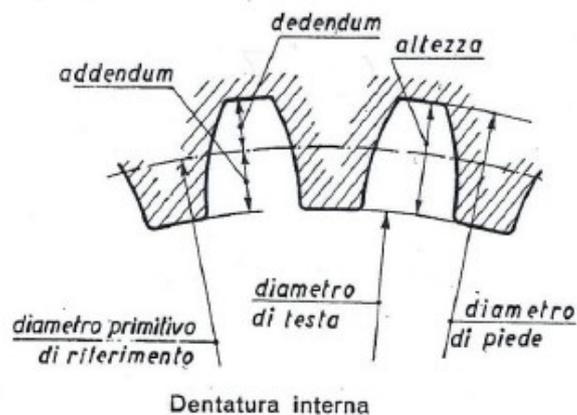
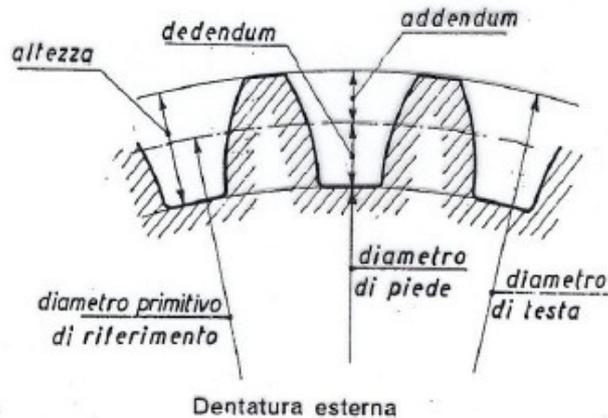
- **Ruota dentata:** organo dentato destinato a trascinarne un altro o ad esserne trascinato per azione dei denti successivamente a contatto.
- **Ingranaggio:** meccanismo elementare costituito da due ruote dentate, una motrice e l'altra condotta.
- **Pignone:** ruota dentata con il minor numero di denti fra quelle di un ingranaggio.
- **Ruota:** ruota dentata con il maggior numero di denti fra quelle di un ingranaggio.

# Ruote dentate

- Ingranaggio parallelo: assieme composto da ruote dentate con assi paralleli.
- Ingranaggio concorrente: assieme composto da ruote dentate con assi concorrenti. In particolare gli ingranaggi ortogonali.



# Ruote dentate

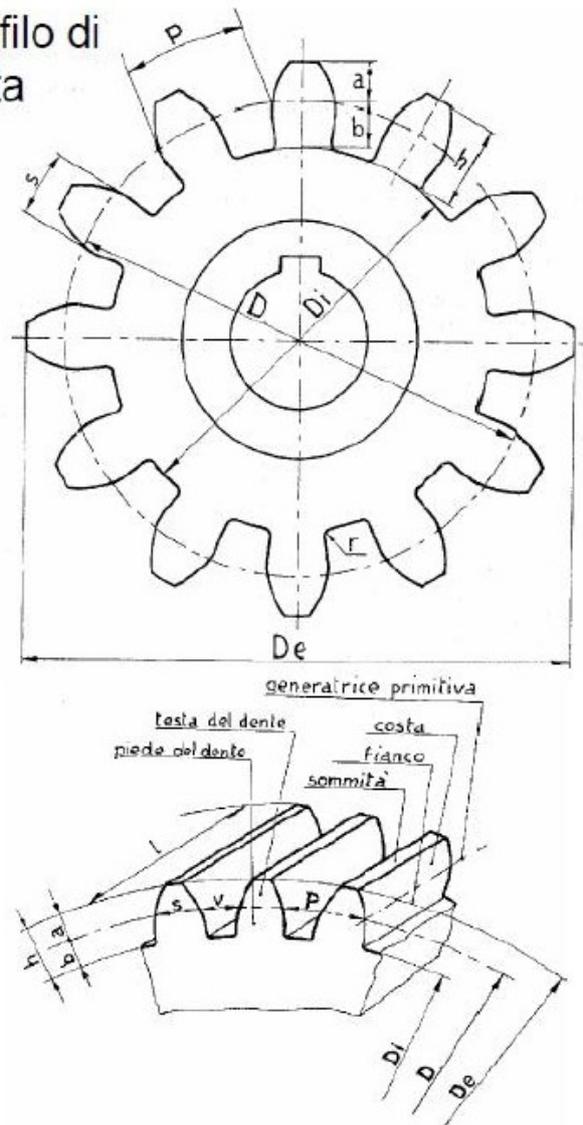


- **Superficie primitiva**: superficie convenzionale di riferimento per tutte le dimensioni di dentatura di una ruota considerata singolarmente.
- **Addendum**: distanza fra la superficie primitiva e la cresta del dente.
- **Dedendum**: distanza fra la superficie primitiva ed il fondo del dente.
- **Larghezza**: misura della larghezza della ruota dentata



# Ruote dentate

Elementi del profilo di una ruota dentata



*Definizioni:*

$D_e$  = diametro di testa (esterno)

$D_i$  = diametro di fondo (interno)

$D$  = diametro primitivo

$P$  = passo della dentatura

$s$  = spessore del dente

$h$  = altezza del dente

$l$  = larghezza del dente

$a$  = addendum

$b$  = dedendum

$z$  = numero di denti

$m$  = modulo della dentatura

# Ruote dentate

$$p = \frac{\pi \cdot d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza della circonferenza primitiva}}{\text{numero di denti}}$$

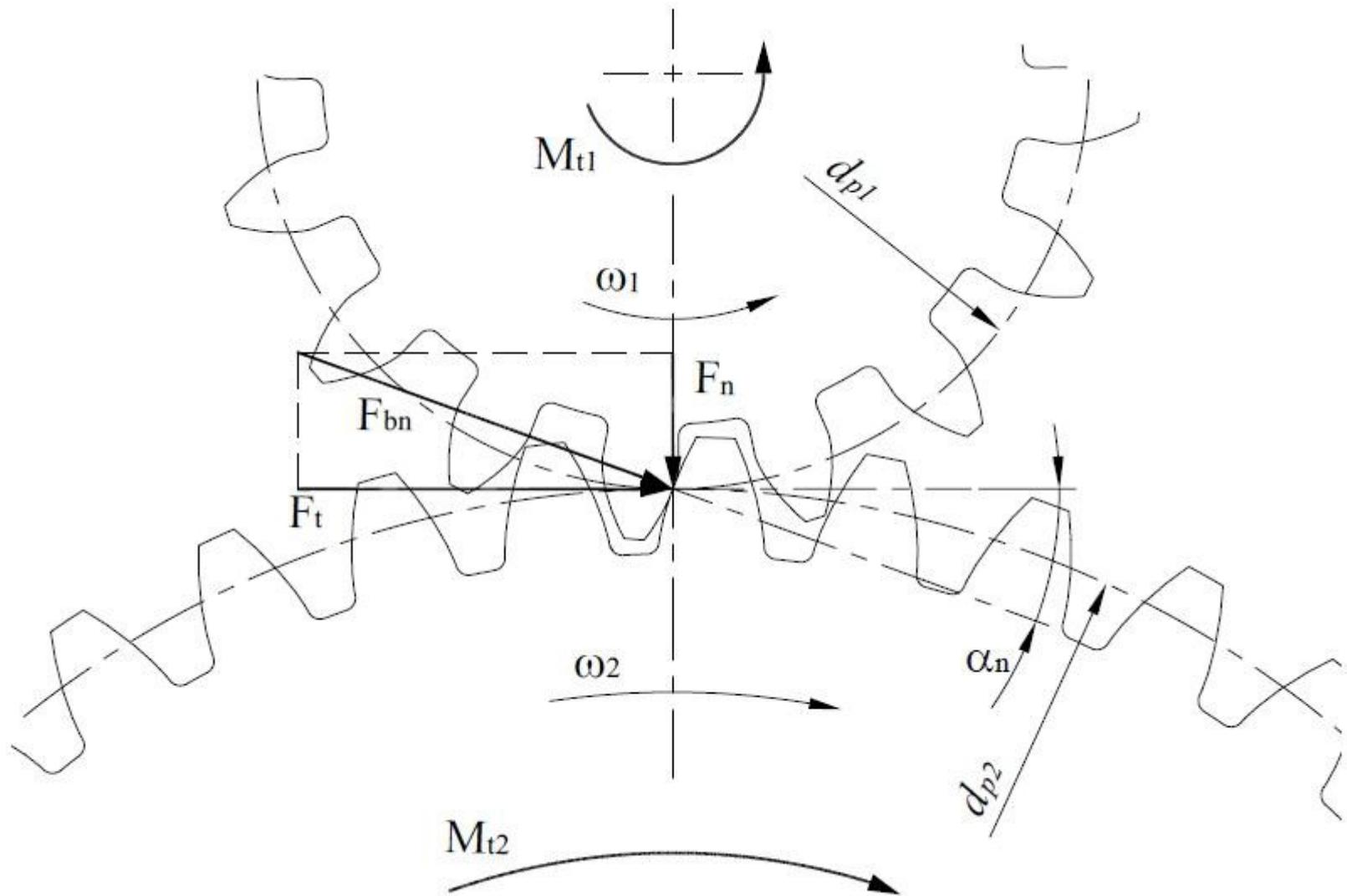
passo

$$m = \frac{d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza del diametro primitivo}}{\text{numero di denti}}$$

modulo

**Due ruote ingrananti fra di loro hanno lo stesso passo e quindi lo stesso modulo**

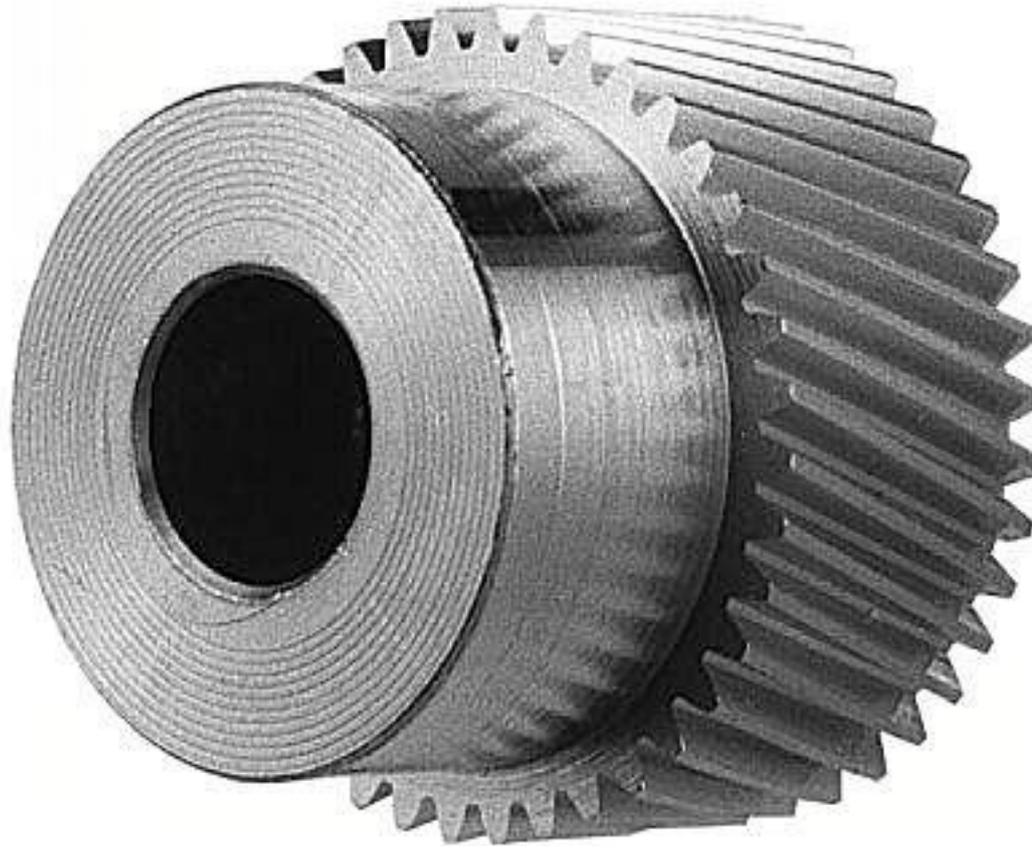
# Ruote dentate



# Ruota dentata cilindrica a denti dritti



# **Ruota dentata cilindrica a denti elicoidali**



# Ruota dentata conica a denti dritti



# **Ruota dentata conica a denti elicoidali**



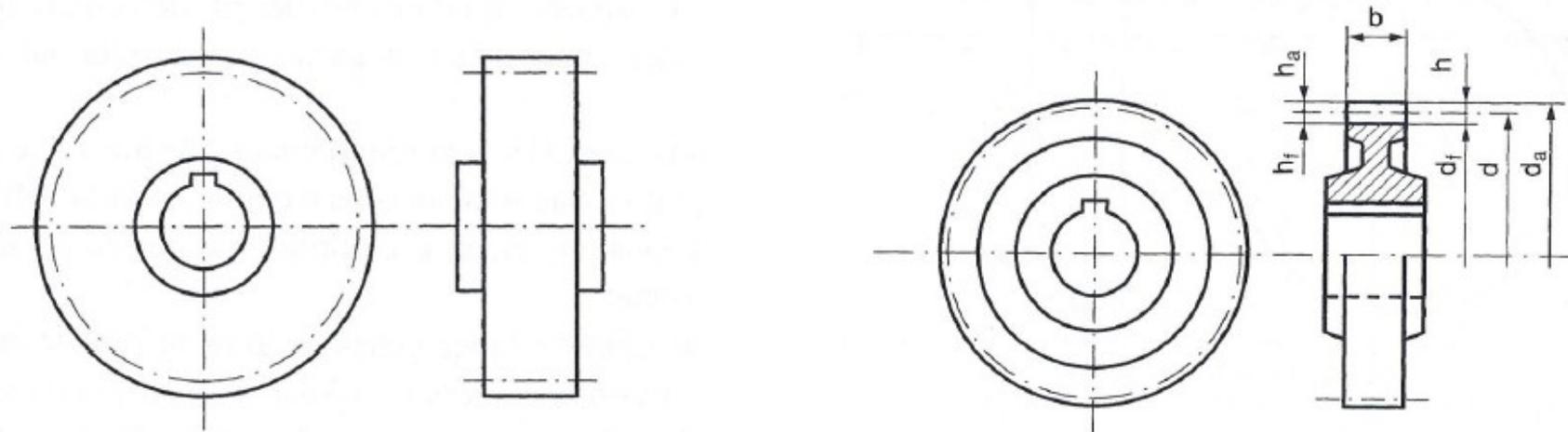
# Cremagliera



# Ruote dentate - rappresentazione

I **contorni e gli spigoli** di ogni ruota dentata devono essere rappresentati:

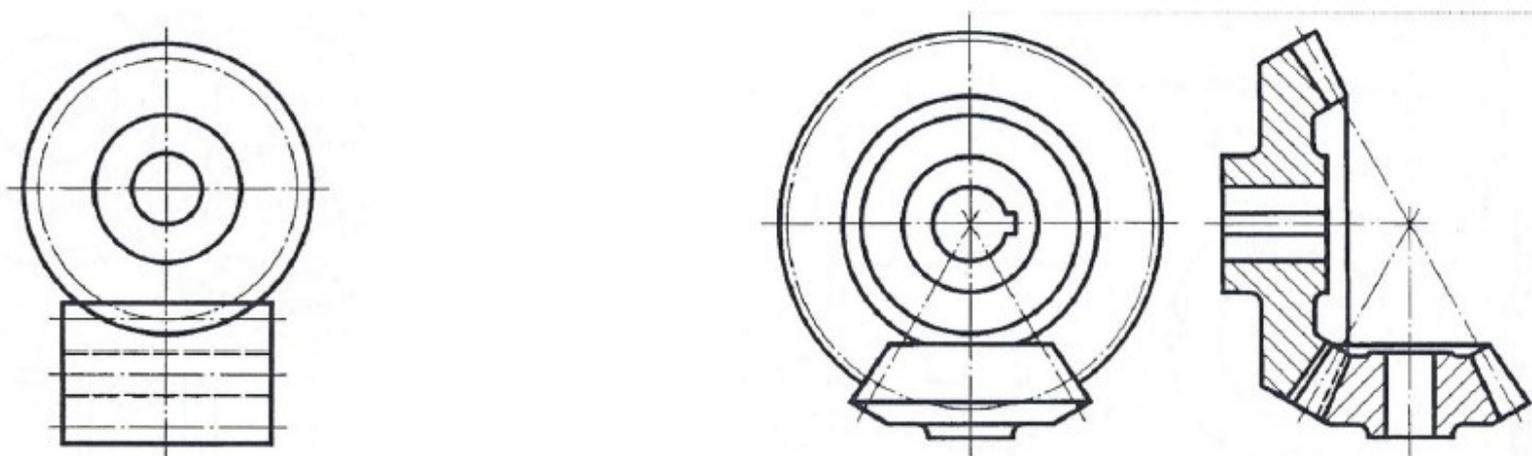
- se in vista, come se si trattasse di una ruota non dentata limitata dalla superficie di testa;
- se in sezione assiale, come se si trattasse di una ruota a dentatura dritta avente due denti diametralmente opposti, non sezionati, anche nel caso di una dentatura non diritta e nel caso di una ruota con numero dispari di denti.



# Ruote dentate - rappresentazione

Nella rappresentazione di un ingranaggio, si suppone che nessuna delle due ruote copra la parte in presa dell'altra, ad eccezione dei seguenti casi:

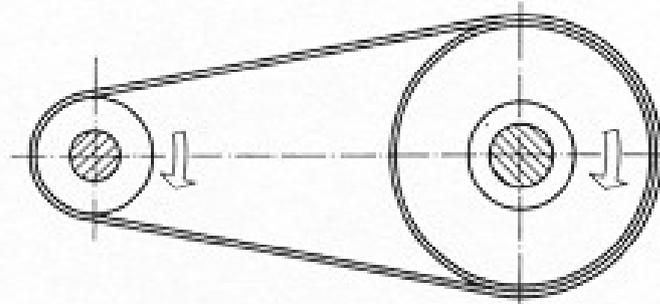
- una delle ruote è situata anteriormente all'altra e la copre effettivamente;
- in sezione assiale, una delle due ruote scelta arbitrariamente copre la parte in presa dell'altra.



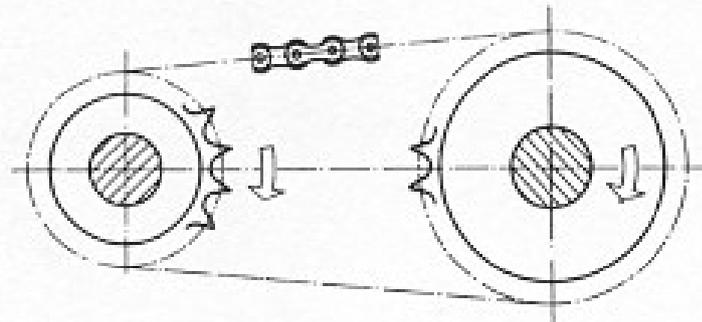
Nel caso di un ingranaggio conico vanno prolungate le linee della superficie primitiva fino al loro punto di incontro con l'asse.

# Cinghie e catene

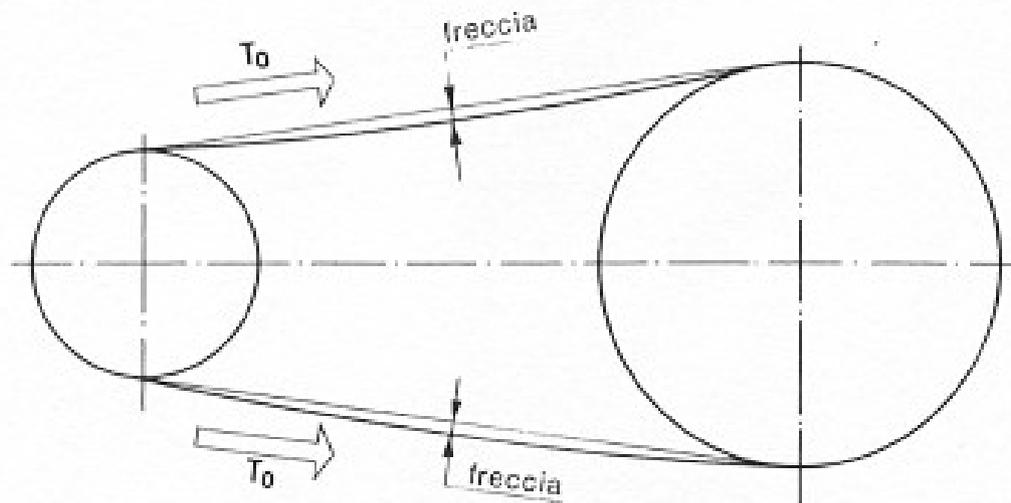
Cinghie e pulegge



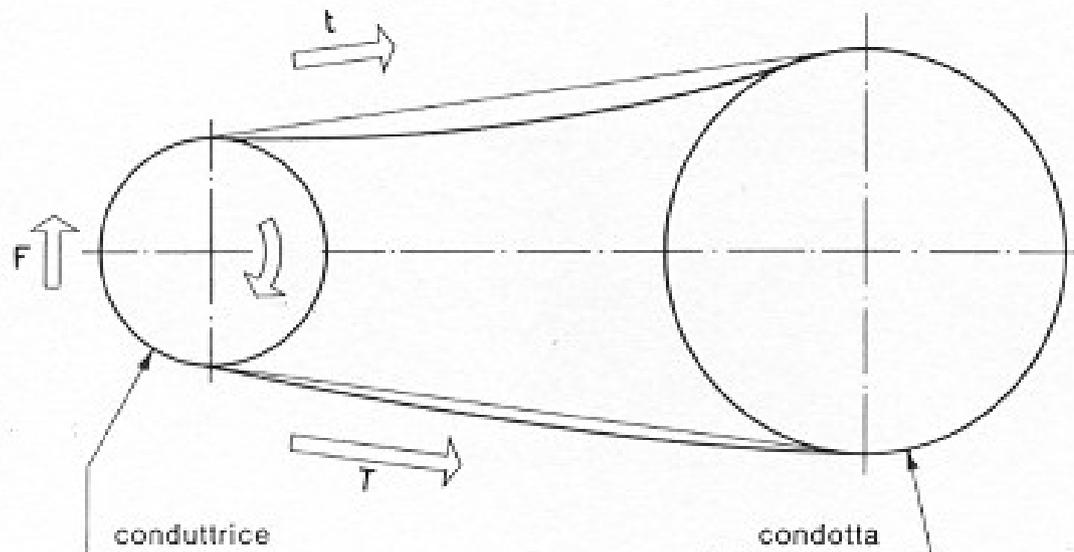
Catene e ruote dentate



# Trasmissione a cinghia



**Fig. 3.39** - In condizione di riposo la cinghia è soggetta ad una tensione iniziale  $T_0$  (detta tensione di montaggio) tale da assicurare la necessaria aderenza tra cinghia e pulegge. Nella realtà i due rami della cinghia che vanno da una puleggia all'altra non sono rettilinei ma si scostano dalla retta di una freccia  $f$  dovuta al peso proprio di ciascun ramo di cinghia considerato.



**Fig. 3.40** - Durante la trasmissione del moto tra i due alberi la tensione  $T$  del ramo conduttore diventa:

$$T > T_0$$

e la tensione del ramo condotto diventa:

$$t < T_0$$

La forza tangenziale utile risulta allora:

$$F = T - t \text{ (N)}$$

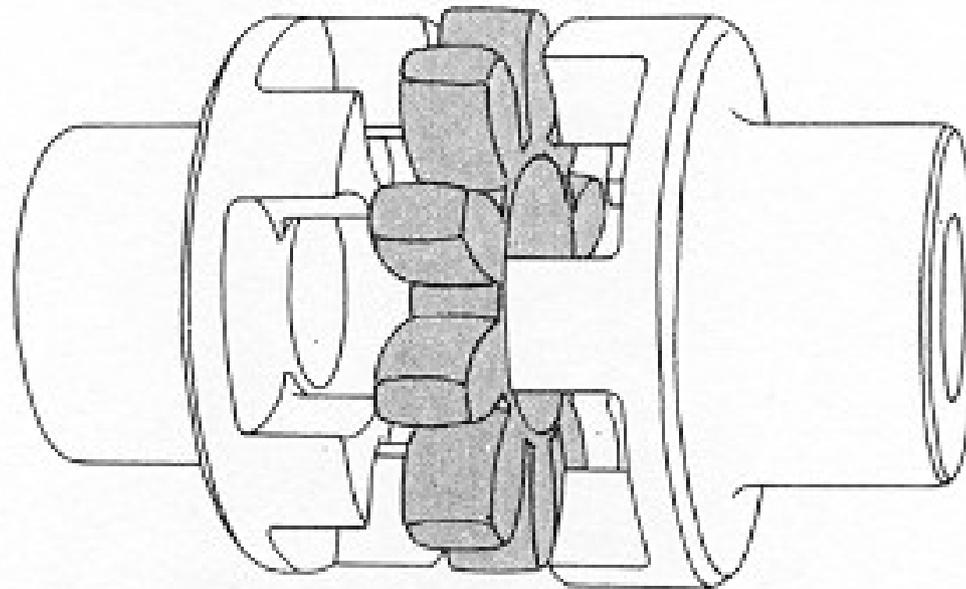
La forza  $F$ , e quindi la coppia trasmissibile, cresce con l'aumentare del coefficiente d'attrito, con l'angolo d'avvolgimento  $\alpha$  e con il tiro o sforzo sui supporti  $S = T + t = 2 T_0$  (N).

La potenza trasmessa risulta:

$$P = \frac{F \cdot v}{1000} \text{ (kW)}$$

dove:  $v$  è la velocità della cinghia espressa in m/s.

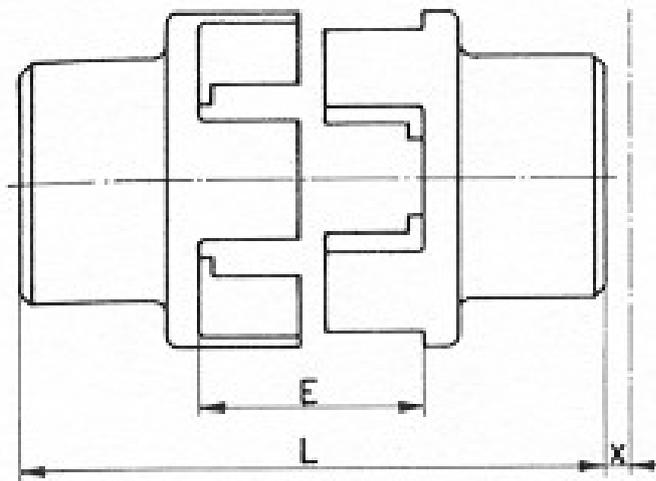
# Giunti elastici



a)

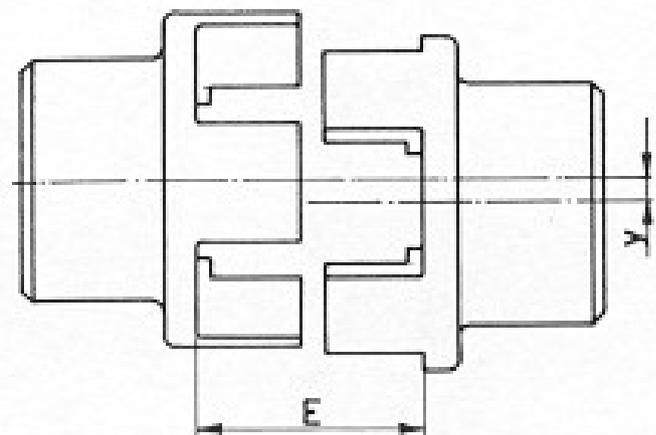
*Fig. 3.14 - Nei giunti a tasselli elastici (a) la trasmissione del momento torcente avviene per mezzo di blocchi di materiale elastico (elastomeri) sottoposti a flessione o a compressione tra le apposite sporgenze dei due semigiunti metallici. Il componente elastico, fabbricato in materiale resistente all'usura, agli oli ed alle elevate temperature, ha forma dentata con profilo ad evolvente. Esso va inserito nelle cavità dei due semigiunti, consentendo in tal modo spostamenti assiali (b), radiali (c) ed angolari (d).*

# Giunti elastici



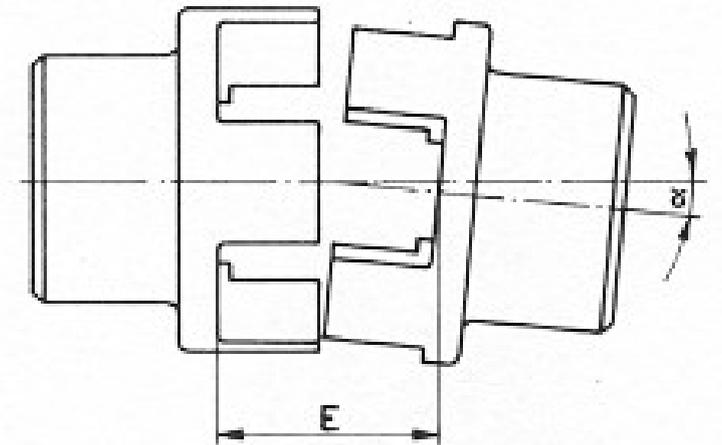
Spostamento assiale

b)



Spostamento radiale

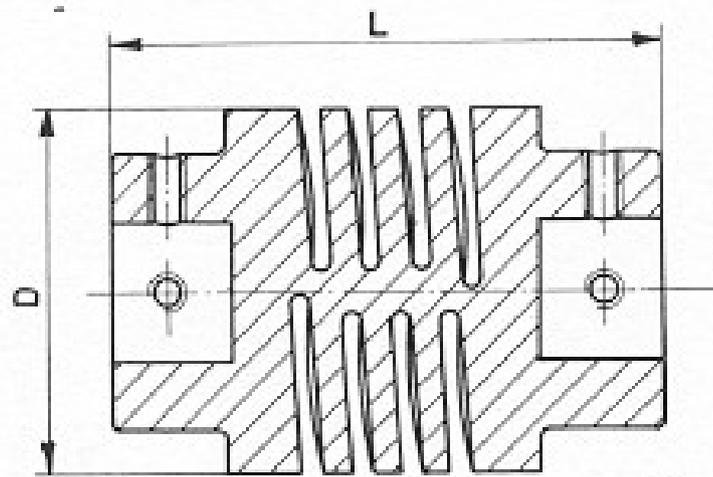
c)



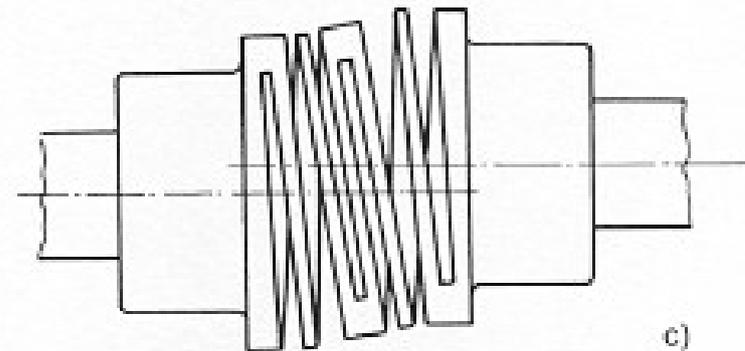
Spostamento angolare

d)

# Giunti flessibili

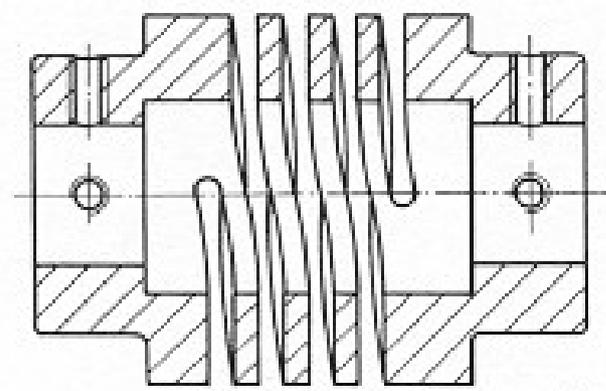


a)

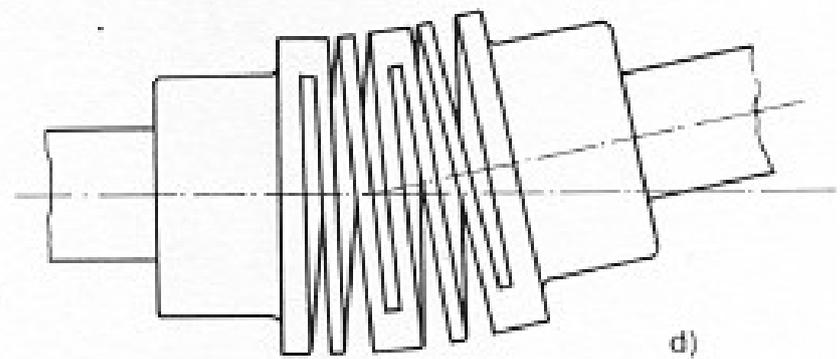


c)

Spostamento radiale



b)



d)

Spostamento angolare

# Giunti cardanici

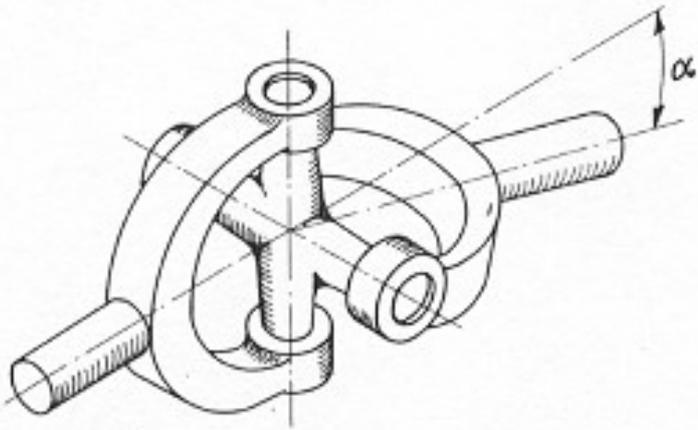
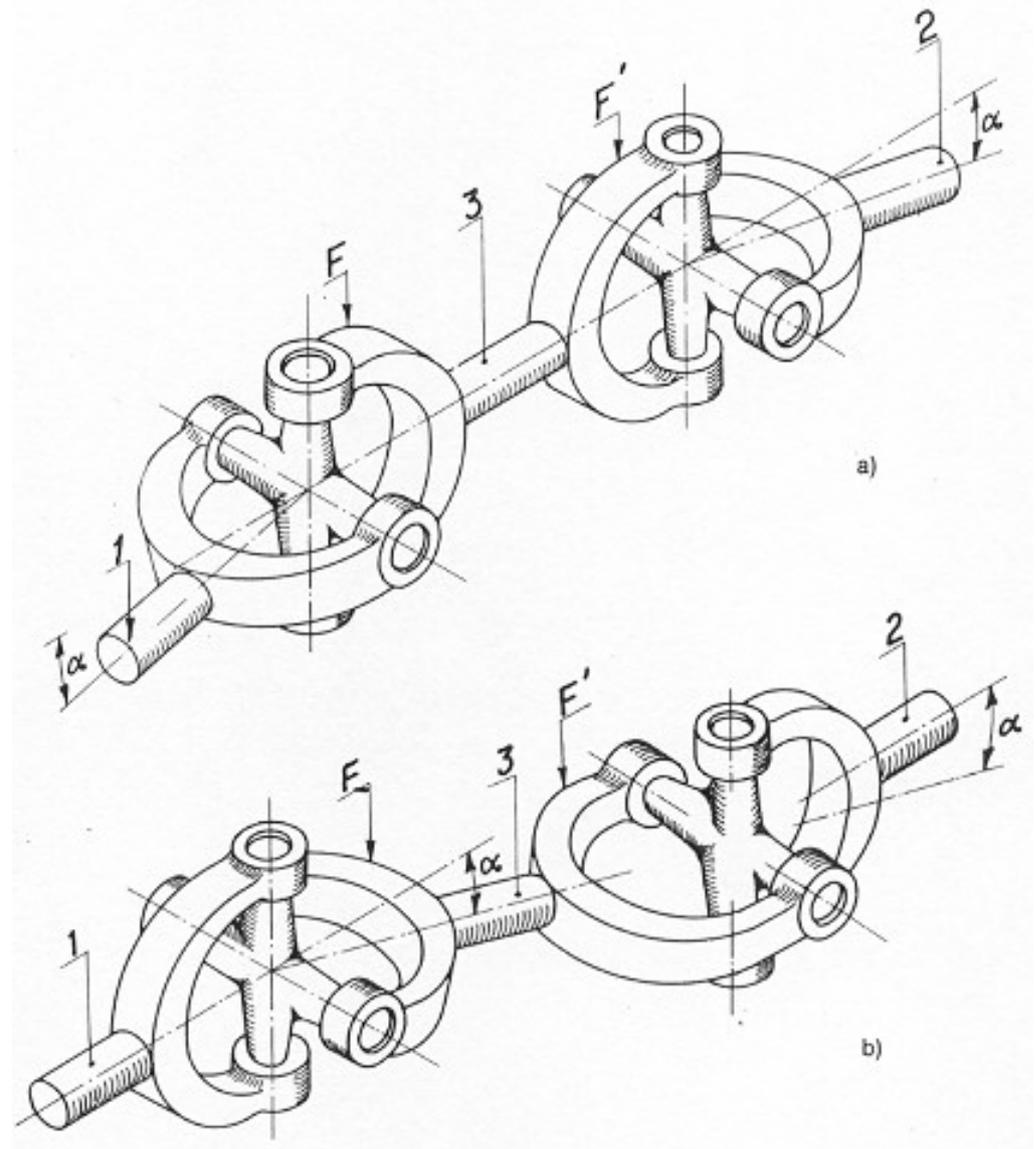


Fig. 3.23 - L'elemento fondamentale di un giunto cardanico è la crociera i cui perni sono montati entro due forcelle che possono formare un angolo  $\alpha$  tra loro.

Giunto omocinetico  
(stessa velocità angolare media)



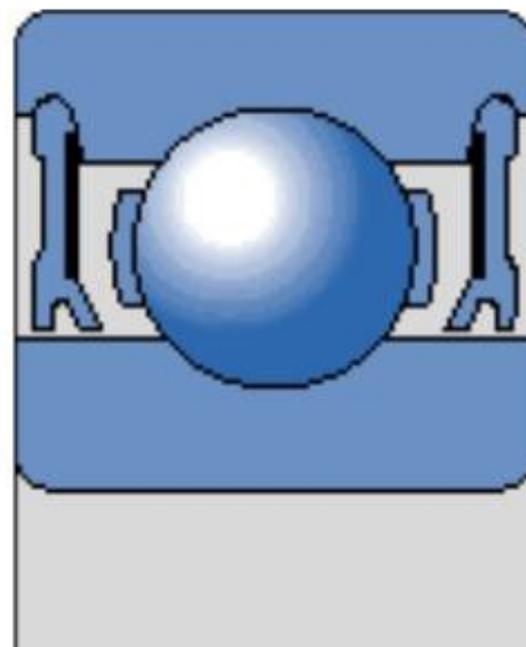
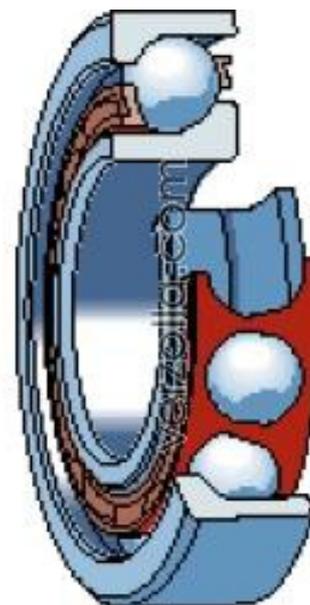
# Cuscinetti

- Hanno lo scopo di permettere la rotazione relativa di un componente (albero) rispetto ad un altro (supporto-alloggiamento) evitando lo strisciamento circonferenziale grazie al rotolamento di corpi volventi (sfere o rulli).



# Cuscinetti

- Sono formati da:
  - Anello interno (solidale all'albero)
  - Anello esterno (solidale al supporto)
  - Una o più corone di corpi volventi (sfere o rulli) che rotolano sulle piste ricavate sugli anelli
  - Una gabbia rotante che mantiene in posizione i corpi volventi
  - Eventuali guarnizioni o schermi di protezione



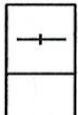
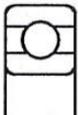
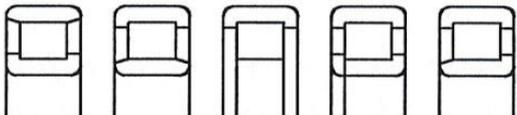
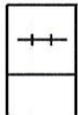
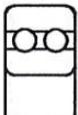
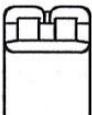
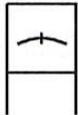
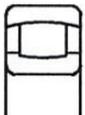
# Cuscinetti

- Tipi di cuscinetti (in relazione alla modalità di trasferimento del carico):
  - Radiali
  - Assiali
  - Combinati
  - ...

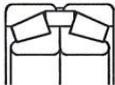


# Cuscinetti - rappresentazione

prospetto 3 Cuscinetti a sfere ed a rulli

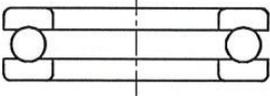
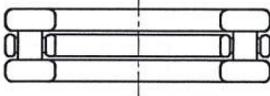
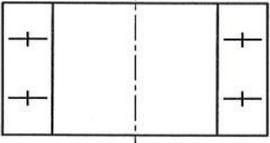
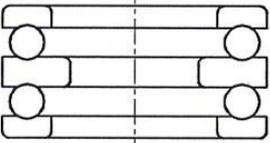
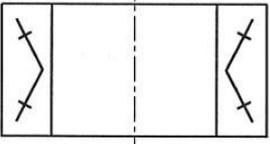
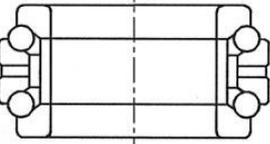
Rappresentazione semplificata specifica		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
3.1		 Cuscinetto radiale a sfera, ad una corona ISO 15, ISO 8443 Cuscinetto "inserto" ISO 9628	 Cuscinetto a rulli cilindrici, ad una corona ISO 15
3.2		 Cuscinetto radiale a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto a rulli cilindrici, a due corone ISO 15
3.3			 Cuscinetto orientabile a rulli, ad una corona ISO 15
1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.			
segue nella pagina successiva			

# Cuscinetti - rappresentazione

Rappresentazione semplificata specifica		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
continua dalla pagina precedente			
3.4		 Cuscinetto orientabile a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto orientabile a rulli, a due corone ISO 15
3.5		 Cuscinetto obliquo a sfere, ad una corona ISO 582	 Cuscinetto a rulli conici, a contatto obliquo, ad una corona ISO 355
3.6		 Cuscinetto a sfere, non separabili, a contatto obliquo a due corone	
3.7		 Cuscinetto obliquo a sfere, a due corone, anello interno in due pezzi	
3.8			 Cuscinetto a rulli conici, a due corone, anello interno in due pezzi ISO 355
1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.			

# Cuscinetti - rappresentazione

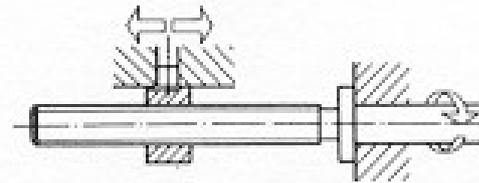
prospetto 6 Cuscinetti assiali

	Rappresentazione semplificata specifica	Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli o rullini
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
6.1		 Cuscinetto assiale a sfere, a semplice effetto ISO 104	  Gabbia assiale a rullini  Gabbia assiale a rulli
6.2		 Cuscinetto assiale a sfere, a doppio effetto ISO 104	
6.3		 Cuscinetto assiale a sfere, a contatto obliquo	

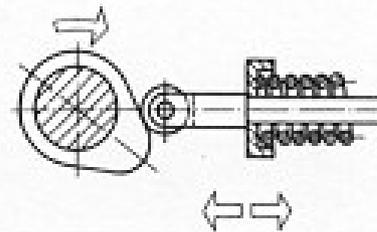
- Trasformazione del moto

# Trasformazione del moto

Vite-madrevite

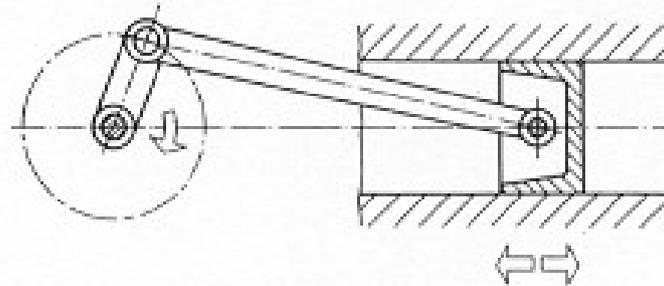


Camma



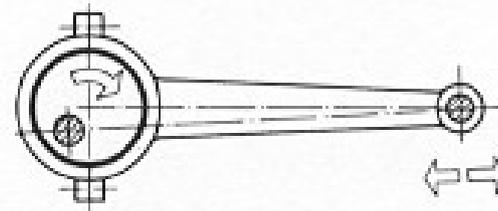
# Trasformazione del moto

Biella-manovella

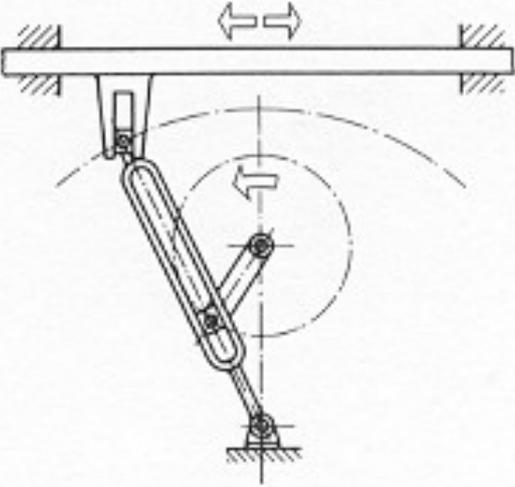
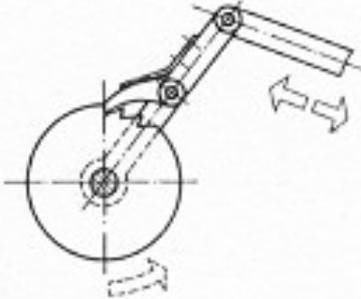


ed

Eccentrico



# Trasformazione del moto

<p>Glifo oscillante</p>	 <p>The diagram illustrates a slider-crank mechanism. A horizontal bar is fixed to a ground surface at both ends, indicated by hatching. A double-headed arrow above the bar indicates its horizontal sliding motion. A crank is connected to the left end of the bar. The crank is pivoted to a connecting rod, which is in turn pivoted to a slider. The slider is constrained to move vertically along a guide, indicated by a vertical dashed line and hatching at the bottom. A circular dashed line around the slider indicates its oscillating motion.</p>
<p>Arpionismo</p>	 <p>The diagram illustrates a slider-crank mechanism with a scissor-like connecting rod. A circular slider is constrained to move horizontally along a guide, indicated by a horizontal dashed line and hatching at the bottom. A double-headed arrow below the slider indicates its horizontal sliding motion. A crank is connected to the center of the slider. The crank is pivoted to a connecting rod that is also pivoted to a slider. This second slider is constrained to move vertically along a guide, indicated by a vertical dashed line and hatching at the bottom. A double-headed arrow to the right of this slider indicates its vertical sliding motion.</p>