



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Appunti delle lezioni di Disegno di Macchine

Disegno di Macchine

corso per I anno della laurea in ing. meccanica

Docente: ing. Francesca Campana

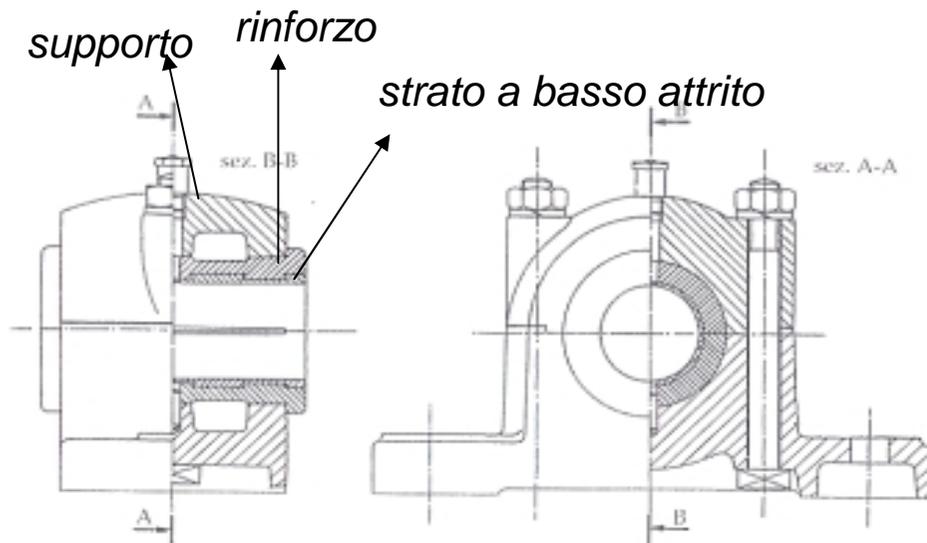
Lezione n°10 – Cuscinetti radenti e volventi



Supporti e Cuscinetti

I **supporti** sorreggono gli elementi rotanti e vincolano la posizione degli assi di rotazione, scaricando a terra le forze che si esplicano sugli alberi/assi.

I **cuscinetti** sono elementi interposti tra albero e supporto con lo scopo di ridurre le perdite di potenza legate all'attrito sviluppato dall'elemento rotante rispetto al supporto che è fermo. Distinguiamo due tipi fondamentali di cuscinetti in base al tipo di attrito che sfruttano nel loro funzionamento: **cuscinetti radenti** e **cuscinetti volventi** (o a rotolamento).

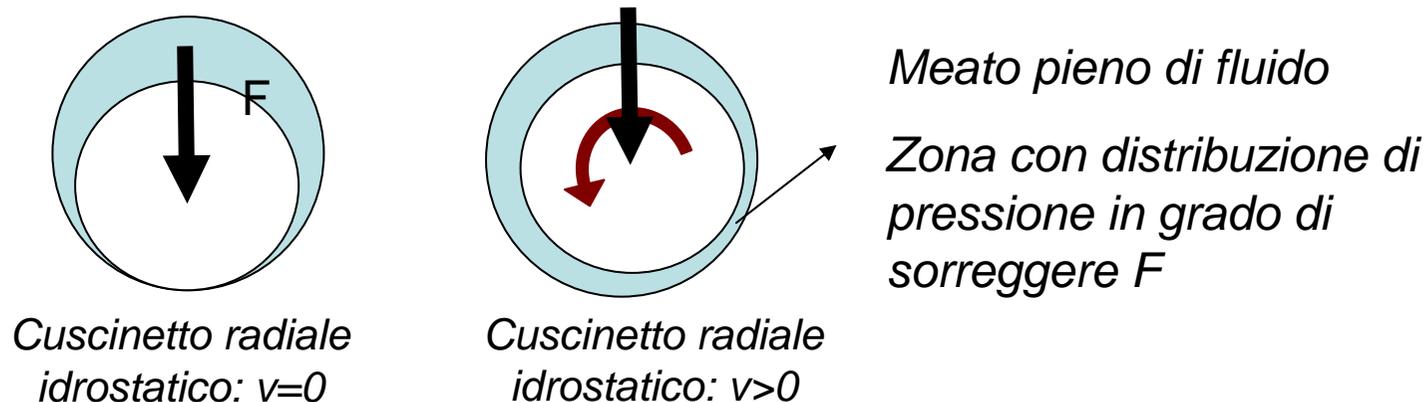


attrito radente >> cuscinetti striscianti

A sinistra si riporta un esempio di supporto con cuscinetto radente. Quest'ultimo può essere realizzato in un pezzo unico (**boccola**) o in due semi-gusci cilindrici chiamati **bronzine**. Il materiale con cui si realizzano questi componenti è caratterizzato da un minore attrito rispetto al contatto acciaio/acciaio, raggiungendo così lo scopo prefissato dal cuscinetto. Se il materiale non è in grado di supportare i carichi esercitati sul cuscinetto si possono frapporre tra boccola e supporto strati di materiale più resistente.



I cuscinetti radenti possono lavorare a secco (e quindi la riduzione dell'attrito è delegata interamente alla scelta del materiale del cuscinetto (bronzo, leghe antifrizione a base di stagno, ...) oppure con lubrificazione. A tal proposito occorre distinguere se il lubrificante serve a ridurre ulteriormente l'attrito di strisciamento oppure se ha funzioni di sostentamento dei carichi sostituendosi al contatto tra perno e boccola. In questo caso possiamo distinguere due soluzioni: il **cuscinetto idrostatico** e **quello idrodinamico**. Nel primo caso in corrispondenza dei supporti si inietta del lubrificante in pressione. Tale pressione è in grado di sollevare e sostenere il perno che gira all'interno del lubrificante. Nel caso dei cuscinetti idrodinamici il gioco tra albero e perno combinato con le condizioni di velocità di rotazione e viscosità del lubrificante crea una distribuzione di pressione tra fluido e perno che è in grado di sollevare e sostenere il perno evitando che tocchi il supporto.

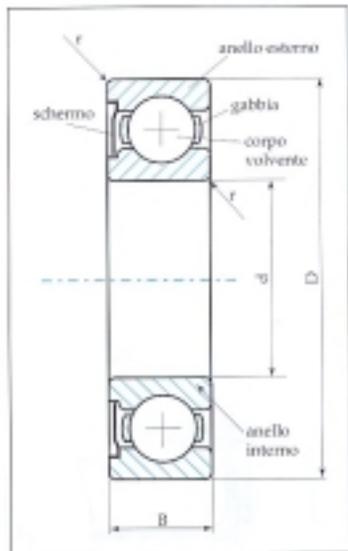


In entrambi i casi occorre prevedere un'opportuna gabbia con guarnizioni di tenuta per evitare la fuori uscita del lubrificante, nel caso dei cuscinetti idrostatici servirà anche un circuito per mettere il liquido in pressione.

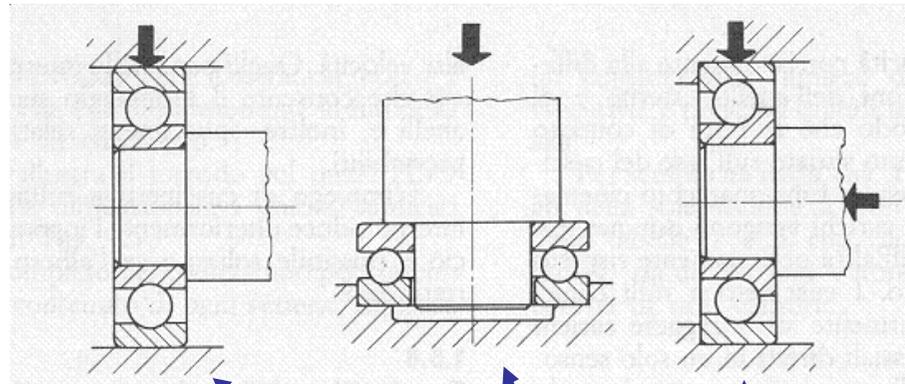
In funzione del carico agente sull'albero distinguiamo cuscinetti idrodinamici assiali o radiali.



I cuscinetti a rotolamento sono composti da un anello interno, uno esterno con all'interno una serie di elementi volventi (sfere o rulli) equidistanziati da una gabbia. Gli elementi volventi possono scorrere lungo le piste predisposte tra i due anelli. L'anello interno si monta sull'albero e quello esterno nel supporto. Le dimensioni caratteristiche (selezionate attraverso tabelle in base al carico ed al numero di cicli (ore) di funzionamento) sono il diametro esterno (D), il diametro interno (d), la lunghezza assiale (B) e i raggi di raccordo (importanti per il montaggio degli anelli in corrispondenza degli spallamenti).



cuscinetto radiale a sfere



I **cuscinetti volventi** si distinguono in **radiali**, **assiali** ed **obliqui** in base alla direzione dei carichi che possono sopportare. Si distinguono inoltre tra **cuscinetti rigidi** ed **orientabili** a seconda se i due anelli sono obbligati alla coassialità oppure se ammettono lievi angolazioni (questo dipende dal tipo di elemento volvente e dalla forma della pista).

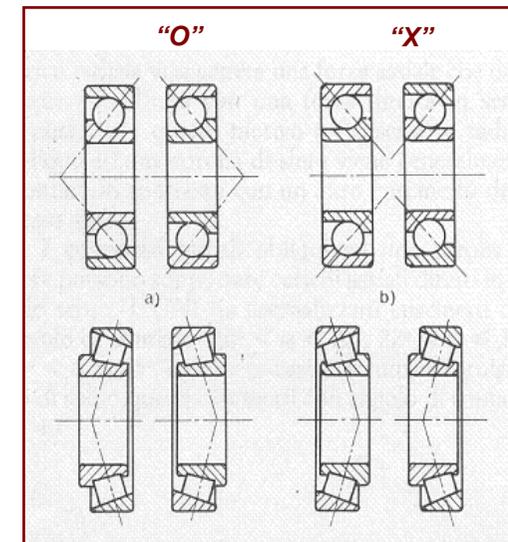
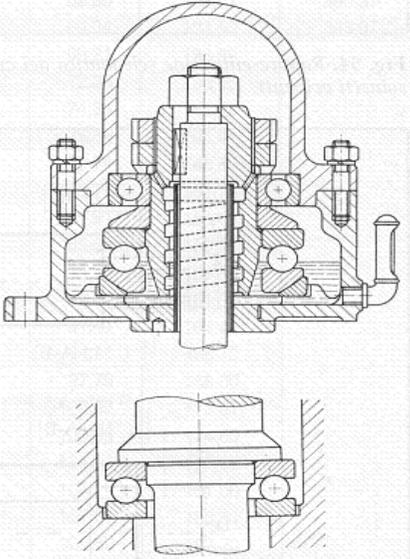
cuscinetti radiali		DISEGNO SEMPLIFICATO
Rigido a sfere		
Rigido a due corone di sfere		
Rigido a rulli		
A rulli		
A rulli senza anello interno		
Orientabile a doppia corona di sfere		
Orientabile a doppia corona di rulli a botte		



cuscinetti obliqui		DISEGNO SEMPLIFICATO
A sfere		
A rulli conici		
A doppia corona di sfere		

Per bilanciare le forze assiali i **cuscinetti obliqui** a sfere ed a rulli conici vanno **montati** in coppia disponendoli **ad X** oppure **ad O**, ovvero ad X se la direzione delle forze tra elementi volventi e gli anelli si incontrano all'interno dei due cuscinetti, ad O se si incontrano all'esterno.

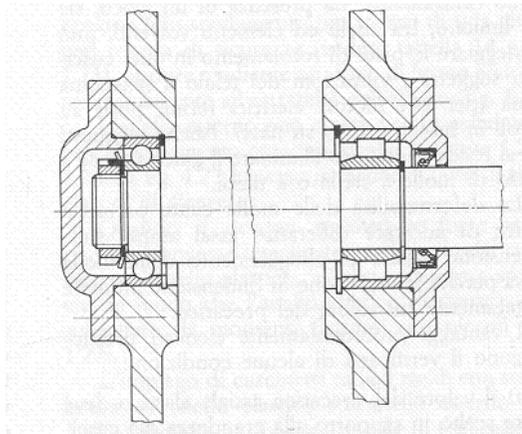
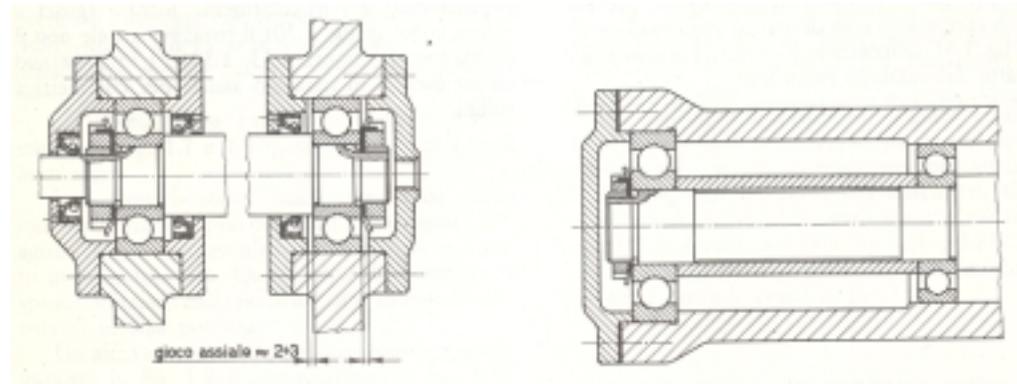
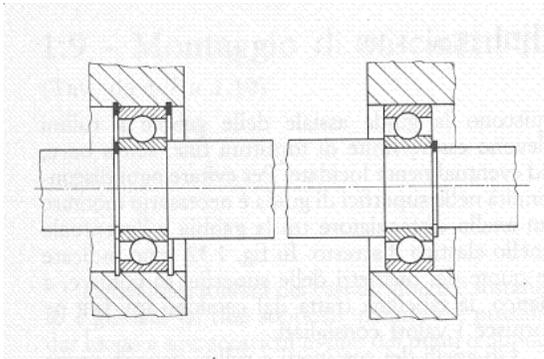
cuscinetti assiali		DISEGNO SEMPLIFICATO
Rigido a semplice effetto		
Orientabile a doppio effetto		
Orientabile a rulli		





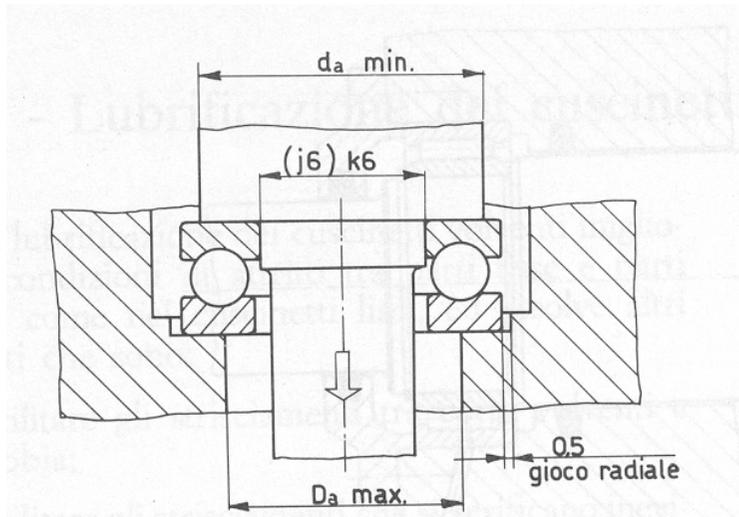
Il montaggio dei cuscinetti è un aspetto importante ai fini del progetto di un albero di trasmissione. Generalmente un albero è guidato da due supporti, tre possono creare sovraccarichi in uno dei punti di supporto soprattutto se con l'uso di cuscinetti orientabili non si compensano disassamenti o errori di montaggio.

Per i cuscinetti radiali uno va bloccato assialmente mentre l'altro deve essere assialmente libero. Questo comporta che un cuscinetto abbia tutti e due gli anelli bloccati da spallamenti o ghiera mentre l'altro ha l'anello esterno libero. Se non si ha carico assiale o se è di piccola entità e solo in una direzione gli anelli interni dei cuscinetti a sfere possono essere liberi. Se il primo cuscinetto è a sfere ed il secondo è a rulli cilindrici si possono bloccare tutti gli anelli perché la dilatazione è consentita al rullo.

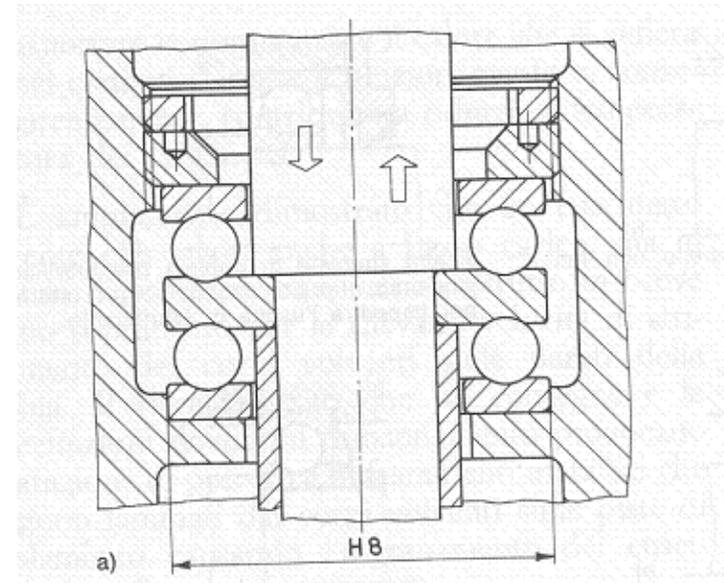


Per quanto riguarda le tolleranze il foro dell'anello interno è generalmente h9 o h10, il perno dell'albero può variare da g6 fino a j6. Le condizioni di gioco si scelgono nei casi di ruote folli. Si sale di classe di scostamento man mano che salgono i carichi assiali e le velocità.

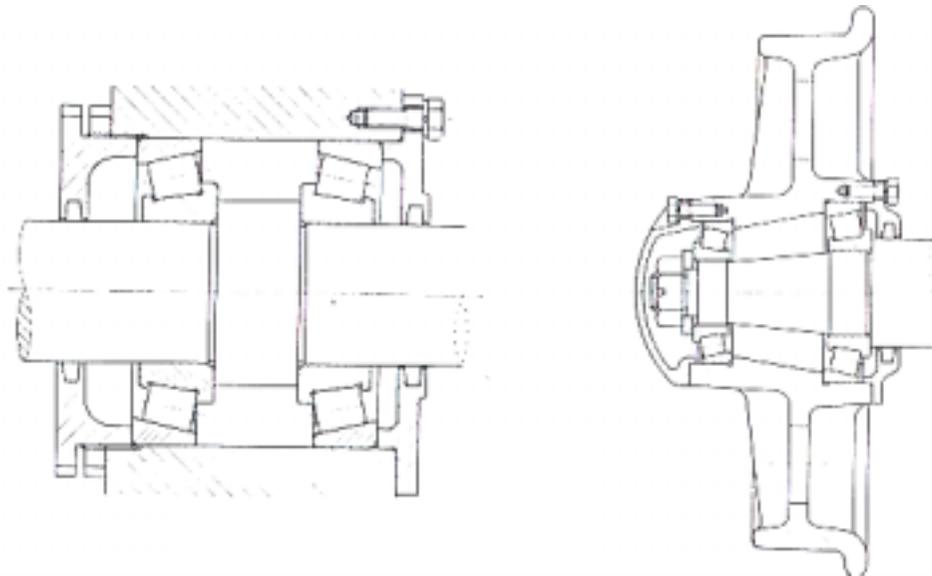
Per quanto riguarda gli alloggiamenti dei supporti si va da condizioni di tipo H6 fino a P7.



Cuscinetto assiale: schema di montaggio

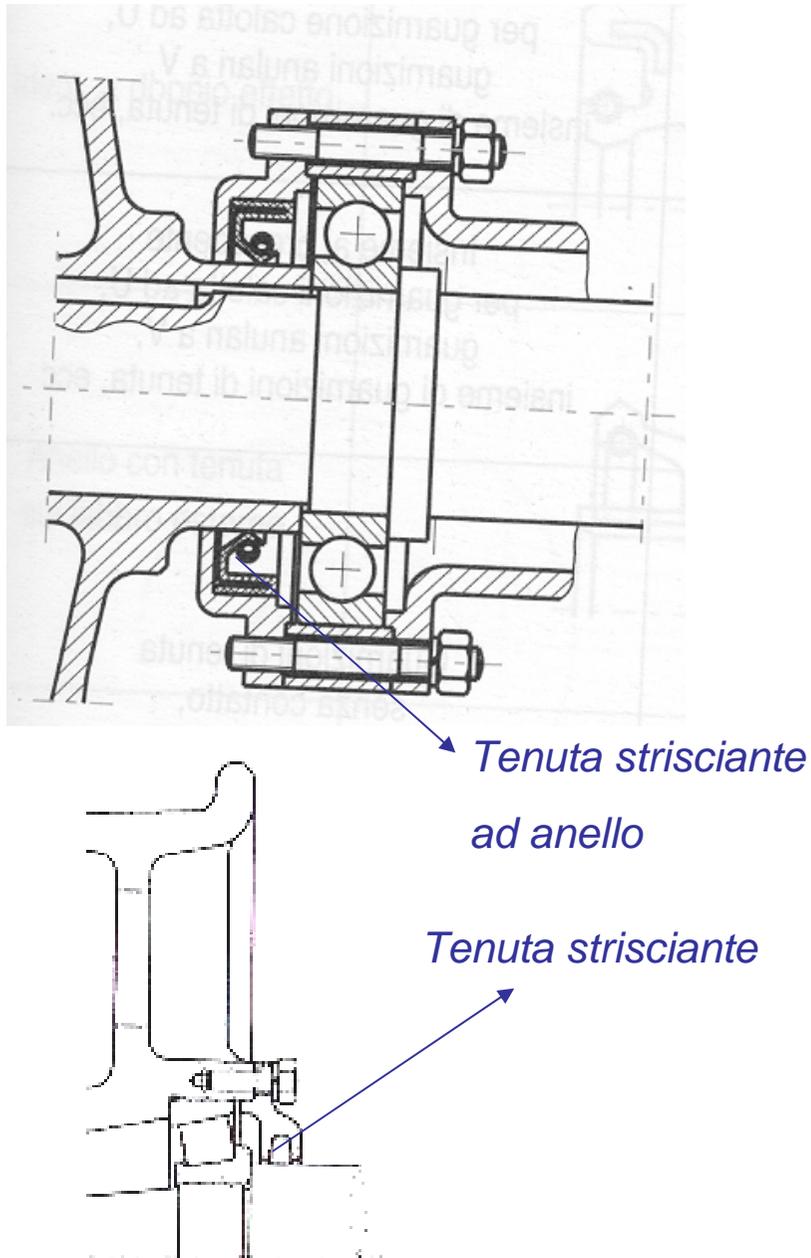


Cuscinetto assiale a doppio effetto (soporta carichi nelle due direzioni indicate in freccia)



Nei cuscinetti obliqui è importante registrare i giochi di funzionamento attraverso spessori o ghiere filettate.

Se la disposizione è a X si agisce sull'anello esterno, se è a O sull'interno



Altri elementi importanti per il corretto funzionamento dei cuscinetti sono le tenute e la lubrificazione. Le tenute sono costituite da guarnizioni striscianti o labirinti e scanalature in grado di non far fluire il lubrificante fuori dai coperchi del supporto.

La lubrificazione nei cuscinetti volventi ha il compito di abbassare ulteriormente l'attrito, preservare dalla ruggine, asportare il calore.

La lubrificazione può essere fatta con grasso ed a olio (a bagno, a iniezione, a circolazione o a nebbia)

Cercare sul Manfè, Pozza, Scarato esempi di applicazione.