

Sintesi

- La scelta dell'accoppiamento viene effettuata prima di calcolare il gioco del cuscinetto
- La scelta dell'accoppiamento corretto ha lo scopo di evitare movimenti relativi tra l'anello interno e l'albero o tra l'anello esterno e l'alloggiamento durante il funzionamento
- Un accoppiamento errato dei cuscinetti può causare danneggiamenti ai cuscinetti
- Tipi di accoppiamento: con interferenza, incerto e libero
- In alcune applicazioni è richiesto il calcolo dell'interferenza minima e massima tra anello interno e albero o tra alloggiamento e anello esterno

Accoppiamento con interferenza, accoppiamento incerto, accoppiamento libero. Dopo aver letto questo capitolo, dovrete conoscere ed essere in grado di definire questi tre tipi di accoppiamento. Ma prima è utile capire cos'è l'accoppiamento e cosa bisogna considerare.

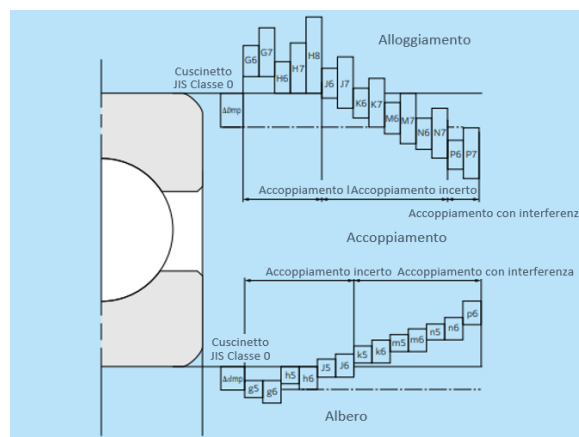
Perché è importante la scelta dell'accoppiamento?

È consigliabile scegliere l'accoppiamento prima di calcolare il [gioco del cuscinetto](#), poiché la scelta dell'accoppiamento ha un effetto diretto su di esso. Comprendere questo concetto è un aspetto importante dell'ingegneria meccanica. La scelta dell'accoppiamento, detto anche *accoppiamento del cuscinetto*, è molto importante per prevenire o consentire movimenti relativi tra [anello interno](#) e albero o tra [anello esterno](#) e alloggiamento durante il funzionamento.

Se l'interferenza è troppo piccola, potrebbero verificarsi movimenti relativi

Scelta dell'accoppiamento

indesiderati tra le superfici di accoppiamento del cuscinetto e l'albero o l'alloggiamento. Questi movimenti possono avvenire in direzione radiale, circonferenziale o assiale e possono inoltre causare danni all'albero, all'alloggiamento e al cuscinetto con conseguenti interventi di riparazione costosi o complessi. Oltre al cuscinetto stesso, potrebbe essere necessario sostituire anche l'albero e l'alloggiamento. Vi sono tuttavia casi in cui il cuscinetto *dovrebbe* muoversi liberamente, ad esempio nel caso dei cuscinetti liberi. In questo caso è necessario garantire che vi sia gioco sufficiente tra le superfici di accoppiamento del cuscinetto e l'albero o l'alloggiamento. Senza gioco, c'è il rischio che il cuscinetto si blocchi in caso di sbalzi di temperatura con conseguente dilatazione longitudinale dell'alloggiamento e/o dell'albero.



Quando si sceglie l'accoppiamento, considerare sempre le condizioni operative (in particolare fattori di influenza quali fluttuazioni di temperatura e carichi sui cuscinetti).

Per quanto riguarda la scelta dell'accoppiamento va tenuto presente che alcuni cuscinetti a **contatto lineare** (**cuscinetti a rulli**) possono potenzialmente girare anche direttamente sull'alloggiamento e/o sull'albero. Anche in questi casi l'accoppiamento dei cuscinetti è molto importante poiché influisce direttamente sul gioco dei cuscinetti.

La scelta corretta dell'accoppiamento è fondamentale. Occorre prestare particolare attenzione alla forma geometrica dell'albero e delle sedi dei cuscinetti dell'alloggiamento, poiché tutti gli errori geometrici possono essere trasferiti all'anello interno e all'anello esterno. Possono causare vibrazioni, rumore durante il funzionamento e infine danneggiamenti ai cuscinetti (vedi elenco "Danneggiamenti ai cuscinetti dovuti ad

Scelta dell'accoppiamento

accoppiamento errato"). Per evitarlo, è opportuno scegliere un accoppiamento con interferenza, incerto o libero solo dopo un'attenta analisi delle condizioni operative (e dei componenti circostanti). A tal fine, è necessario attenersi scrupolosamente alle raccomandazioni del produttore dei [cuscinetti volventi](#) secondo il [catalogo](#).

Danneggiamenti ai cuscinetti dovuti ad accoppiamento errato:

- Crepe nell'anello, sfaldamento precoce e [disallineamento](#) della [pista di rotolamento](#)
- Abrasione sull'anello e sull'albero o sull'alloggiamento dovuta a [scorrimento](#) e corrosione da sfregamento
- Grippaggio causato da eccessivo gioco negativo dei cuscinetti ([precarico](#))
- Generazione di rumore e perdita di [concentricità](#) a seguito della deformazione della pista di rotolamento

Le tipologie di danneggiamenti ai cuscinetti dovuti ad accoppiamenti errati sono numerose e varie, ma fortunatamente anche evitabili.

Il materiale dell'albero e dell'alloggiamento, lo spessore della parete e la finitura superficiale sono criteri importanti da considerare. A ciò si aggiungono le condizioni operative del cuscinetto volvente, che includono fattori quali il tipo, la grandezza e la direzione del carico, la [velocità](#) e la temperatura.

Accoppiamento con interferenza

In generale, l'accoppiamento con interferenza è un metodo efficace per fissare la superficie di accoppiamento degli anelli del cuscinetto all'albero o all'alloggiamento. Come mostra l'illustrazione relativa a "Carico radiale e sede del cuscinetto", per gli anelli dei cuscinetti con carichi rotanti è necessario un accoppiamento con interferenza, sia per l'anello interno che per quello esterno. Per "anelli dei cuscinetti con carichi rotanti", si intendono gli anelli dei cuscinetti soggetti a carichi rotanti rispetto alla loro direzione radiale. Si consigliano accoppiamenti con forte interferenza anche per condizioni operative con elevate vibrazioni o

carichi d'urto, per alberi cavi e alloggiamenti a pareti sottili, nonché per applicazioni con alloggiamenti in plastica. Inoltre, gli accoppiamenti con bassa interferenza sono talvolta raccomandati per applicazioni che richiedono un'elevata precisione di funzionamento o con l'utilizzo di cuscinetti piccoli o a pareti sottili. Nella maggior parte dei casi, in caso di accoppiamento con interferenza, il cuscinetto deve essere premuto sull'albero o nell'alloggiamento, motivo per cui il montaggio e lo smontaggio possono richiedere molto tempo. Il prerequisito è che l'albero sia leggermente più grande del diametro interno d dell'anello interno del cuscinetto volvente. Un altro svantaggio generale dell'accoppiamento con interferenza è la riduzione del gioco del cuscinetto o del gioco in funzionamento.

Accoppiamento incerto


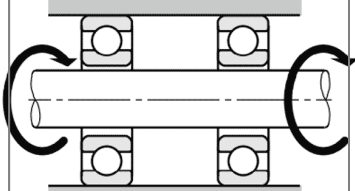
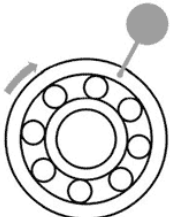
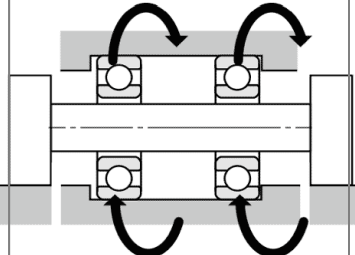
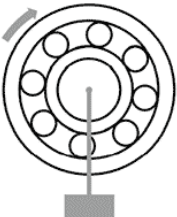
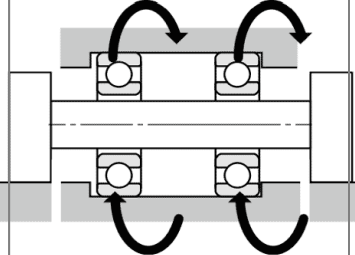
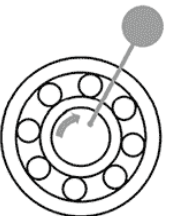
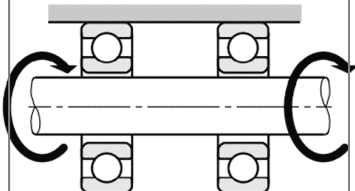
Oltre all'accoppiamento con interferenza, esiste anche l'accoppiamento incerto, utilizzato quando in un'applicazione sono presenti intervalli di tolleranza che consentono sia un gioco che un'interferenza.

Accoppiamento libero

Per i cuscinetti non separabili, come i [cuscinetti radiali rigidi a sfere](#), si raccomanda l'utilizzo di un accoppiamento libero sia sull'anello interno che su quello esterno. In questo caso l'anello del cuscinetto soggetto ad un [carico concentrato](#) viene selezionato per l'accoppiamento libero. Il diametro esterno D dell'anello esterno del cuscinetto è inferiore al diametro interno minimo della sede dell'alloggiamento del cuscinetto; oppure il diametro interno dell'anello interno d è maggiore del diametro esterno massimo dell'albero. La relazione tra la sede del cuscinetto e il tipo di carico è illustrata nella tabella successiva.

Tipo di carico	Rotazione dei cuscinetti	Carico dell'anello	Sede del cuscinetto
----------------	--------------------------	--------------------	---------------------

Scelta dell'accoppiamento

<p>Carico fisso</p> 	 <p>L'anello interno ruota Anello esterno statico</p>	<p>Carico circonferenziale o rotante per l'anello interno</p>	<p>Anello interno: accoppiamento con interferenza</p>
<p>Carico rotante</p> 	 <p>Anello interno statico L'anello esterno ruota</p>	<p>Carico puntuale o statico per l'anello esterno</p>	<p>Anello esterno: accoppiamento libero</p>
<p>Carico fisso</p> 	 <p>Anello interno statico L'anello esterno ruota</p>	<p>Carico puntuale o statico per l'anello interno</p>	<p>Anello interno: accoppiamento libero</p>
<p>Carico rotante</p> 	 <p>L'anello interno ruota Anello esterno statico</p>	<p>Carico circonferenziale o rotante per l'anello esterno</p>	<p>Anello esterno: accoppiamento con interferenza</p>

Carico radiale e sede del cuscinetto: qui si nota la connessione tra il tipo di carico e l'accoppiamento del cuscinetto.

Determinazione dell'accoppiamento del cuscinetto

L'interferenza può essere determinata in base alle tolleranze del diametro dei fori dell'albero e dell'alloggiamento e alle tolleranze degli anelli dei cuscinetti. I valori consigliati per l'interferenza e i possibili accoppiamenti per le diverse applicazioni sono solitamente riportati nelle tabelle corrispondenti, ad esempio nel [catalogo NTN](#).

Interferenza minima e massima

In alcune applicazioni è necessario calcolare un'interferenza minima e massima tra anello interno e albero o tra anello esterno e alloggiamento. Per quanto riguarda l'interferenza minima, è necessario considerare i seguenti fattori.

Riduzione dell'interferenza dovuta a:

- Carichi radiali
- Differenze tra temperatura di esercizio e temperatura ambiente
- Modifica della forma/superficie delle superfici di accoppiamento
- Deformazione

La tensione dell'anello interno ed esterno deve essere presa in considerazione quando si scelgono gli accoppiamenti.

Il primo fattore considerato nel dettaglio è quindi il fatto che l'interferenza tra anello interno e albero si riduce quando sul cuscinetto volvente agisce un carico radiale. Questa influenza, che in seguito verrà definita come interferenza effettiva richiesta corrispondente al carico radiale Δ_{dF} , può essere calcolata utilizzando la formula 7 e la formula 8.

Scelta dell'accoppiamento

Formula 7

$$F_r \leq 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,08 (d \times F_r / B)^{1/2} \quad N$$

Formula 8

$$F_r > 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,02 (F_r / B) \quad N$$

Le formule sono utilizzate per calcolare la riduzione dell'interferenza dovuta al carico radiale Δ_{dF} .

Δ_{dF} = Interferenza effettiva richiesta relativa al carico radiale μm Per il calcolo di Δ_{dF} vengono utilizzate svariato variabili.

d = Alesaggio del cuscinetto, mm

B = Larghezza dell'anello interno, mm

F_r = Carico radiale effettivo, N

C_{or} = Coefficiente di carico statico di base, N

L'interferenza tra gli anelli interni e gli alberi in acciaio è ridotta dagli aumenti di temperatura (differenza tra la temperatura del cuscinetto e la temperatura ambientale, ΔT) causati dal funzionamento dei cuscinetti. Il calcolo dell'interferenza minima richiesta in questi casi è illustrato nella formula 9.

Formula 9

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

Δ_{dT} = Interferenza effettiva richiesta per la differenza di temperatura in μm

ΔT = Differenza tra la temperatura dell'anello interno del cuscinetto e la temperatura ambientale in $^{\circ}C$

d = **Diametro dell'alesaggio** del cuscinetto in mm

Δ_{dT} si calcola con questa formula.

Scelta dell'accoppiamento

Inoltre nella scelta dell'accoppiamento si deve tenere conto che con il montaggio a pressione, la superficie di accoppiamento può risultare liscia a differenza del montaggio a caldo. Ciò significa anche che le interferenze sono ridotte. La misura in cui l'interferenza diminuisce dipende dalla rugosità delle superfici di accoppiamento. In generale si deve prevedere una riduzione dell'interferenza (vedi "Riduzione dell'interferenza").

Riduzione dell'interferenza:

- Per alberi rettificati: 1,0~2,5 μ m
- Per alberi torniti: 5,0~7,0 μ m

La riduzione dell'interferenza dipende dal tipo di lavorazione utilizzata.

I criteri precedenti si riferivano all'interferenza minima, ma ora si aggiunge un aspetto che riguarda la massima. Il montaggio di anelli del cuscinetto con interferenza porta a sollecitazioni di trazione e compressione sulle superfici di accoppiamento. Se l'interferenza è eccessiva - è necessario rispettare sempre il limite superiore specificato di ca. 127 MPa -, non c'è da stupirsi in caso di danneggiamenti degli anelli dei cuscinetti e della conseguente riduzione della durata operativa. Le conseguenze di un'interferenza eccessiva possono essere crepe nell'anello interno e **rottura** delle nervature di guida.

Scelta dell'accoppiamento per materiali con elevata dilatazione termica

Alberi e alloggiamenti possono essere realizzati con materiali diversi dall'acciaio. Soprattutto nel caso di materiali con elevati coefficienti di dilatazione termica (ad es. l'alluminio), è necessario tenere presente che l'accoppiamento tra anello interno e albero o tra anello esterno e alloggiamento, cambia quando la temperatura aumenta durante il funzionamento del cuscinetto. Poiché materiali come l'alluminio, ad esempio, si dilatano più velocemente dell'acciaio, questo fenomeno può essere compensato solo in misura limitata da un accoppiamento con più interferenza dell'alloggiamento in lega. Se le variazioni di temperatura sono troppo estreme, l'alloggiamento dovrebbe essere realizzato con materiali con coefficienti di dilatazione paragonabili, come una fusione d'acciaio.

Formula 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Variazione dell'interferenza dovuta a diversi coefficienti di dilatazione, mm

α_1 = Coefficiente di dilatazione del cuscinetto volvente, 1/°C

α_2 = Coefficiente di dilatazione dell'albero o dell'alloggiamento, 1/°C

d = Diametro di riferimento del relativo accoppiamento, mm

ΔT = Differenza di temperatura tra ambiente e operatività

Nella scelta dell'accoppiamento è necessario tenere conto dei coefficienti di dilatazione dei singoli materiali, per il motivo che i materiali diversi dall'acciaio hanno coefficienti di dilatazione diversi.

Altri temi interessanti: Calcolo della durata operativa

Accidenti, danneggiamenti ai cuscinetti! Se si considera che i cuscinetti volventi sono esposti a continue pressioni e sollecitazioni di taglio, non c'è nulla di insolito...

[Continua a leggere »](#)



Cuscinetti orientabili a rulli

Caratteristiche dei cuscinetti orientabili a rulli I cuscinetti orientabili a rulli sono dei veri e propri "tuttofare". Sono in grado di supportare forti carichi in...

Scelta dell'accoppiamento

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 [conoscenzacuscinetti.it](https://www.conoscenzacuscinetti.it)

[Continua a leggere »](#)

[Gioco del cuscinetto, gioco di funzionamento e precarico](#)

Gioco del cuscinetto e [gioco di funzionamento](#), non sono la stessa cosa? E il precarico, l'ho già sentito, ma cosa sarebbe?! Come posso calcolare tutti...

[Continua a leggere »](#)