

## **Cuscinetti isolati elettricamente per la prevenzione di danni dovuti al passaggio di corrente elettrica**

Informazione tecnica

# Danni dovuti al passaggio di corrente elettrica e loro conseguenze • Cuscinetti isolati elettricamente come misura preventiva

## Danni dovuti al passaggio di corrente elettrica e loro conseguenze

Utilizzando i cuscinetti volventi per:

- assi e motori di trazione (veicoli ferroviari)
- motori a corrente continua ed alternata (tecnica di comando)
- generatori (energia eolica)

è possibile che si verifichi un passaggio di corrente.

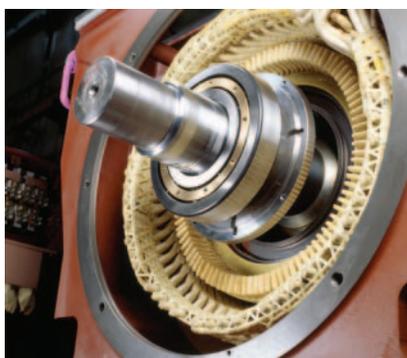
In presenza di condizioni sfavorevoli ciò può provocare danni alle piste di rotolamento ed ai corpi volventi, portando così ad un danneggiamento precoce ed inaspettato del motore o del generatore.

Ciò aumenta i tempi di manutenzione, ed implica costi aggiuntivi dovuti al danneggiamento delle macchine o della produzione.

Dal punto di vista economico è utile prevedere in fase di pianificazione l'utilizzo di cuscinetti isolati elettricamente. Il cliente può usufruire così di maggiori vantaggi grazie a costi di manutenzione ridotti e ad un'elevata affidabilità della macchina.

Spesso è sufficiente montare cuscinetti isolati elettricamente su una o entrambe le sedi, a seconda della installazione, per interrompere il circuito tra alloggiamento e albero.

Generalmente i cuscinetti isolati elettricamente (rivestiti in ceramica od in versione ibrida) oppongono una elevatissima resistenza al passaggio di corrente rispetto ai cuscinetti standard.



## Cuscinetti isolati elettricamente come misura preventiva.

Eliminare le cause che sono all'origine della **differenza di potenziale** tra i due anelli del cuscinetto è spesso complicato. Tuttavia i danni ai cuscinetti possono essere evitati se si riesce a impedire il **flusso di corrente** od a ridurlo significativamente. Per questo motivo sono disponibili diverse tipologie di cuscinetti volventi isolati elettricamente. Il componente da isolare dipende dal tipo di tensione presente.

### Tensione indotta lungo l'albero

Essa comporta una corrente circolare che si chiude sul cuscinetto 1, sull'alloggiamento e sul cuscinetto 2. La causa di tali tensioni all'interno dell'albero è spesso riconducibile alla distribuzione asimmetrica del flusso magnetico nel motore, ed è particolarmente evidente nei motori con numero ridotto di coppie polari. In questo caso è sufficiente interrompere il flusso di corrente isolando uno dei due cuscinetti.

### Tensione tra albero e alloggiamento

Le correnti scorrono nella medesima direzione attraverso entrambi i cuscinetti.

La causa primaria è la tensione sincrona dell'azionamento. In questo caso potrebbe essere necessario isolare entrambi i cuscinetti.

Il fattore dominante per la scelta dell'isolamento elettrico è rappresentato dal comportamento delle tensioni presenti nel corso del tempo.

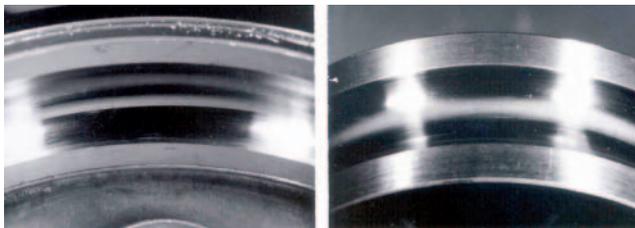
# Cuscinetti isolati elettricamente come prevenzione del passaggio di corrente · Tipici guasti ai cuscinetti in presenza di passaggio di corrente

In presenza di **tensione continua** o tensione alternata a bassa frequenza, la scelta dipende dalla **resistenza ohmica** del cuscinetto, mentre con tensione alternata **ad alta frequenza** (es. azionamento con inverter) dalla **reattanza** capacitiva.

Fondamentalmente un cuscinetto isolato agisce come una resistenza ed un condensatore collegati in parallelo. Per ottenere un buon isolamento la resistenza deve essere la più elevata possibile, mentre la capacità la più bassa.

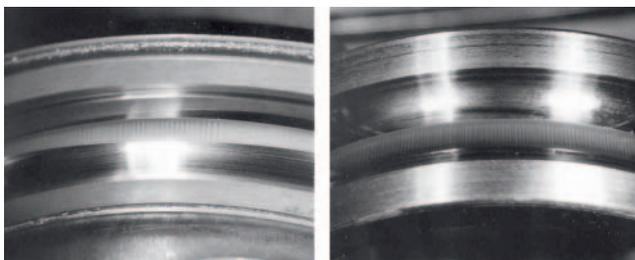
## Guasti tipici ai cuscinetti in presenza di passaggio di corrente

Indipendentemente dal fatto che un cuscinetto sia stato sottoposto a corrente continua od alternata (con frequenze comprese nel campo dei MHz), i danneggiamenti superficiali che si presentano sono sempre i medesimi: opacità uniforme e tracce grigie sulle piste di rotolamento (fig. 1) e sulle superfici dei corpi volventi. Questo quadro non è specifico per danneggiamenti da passaggio di corrente, ma può avere anche influenze diverse.



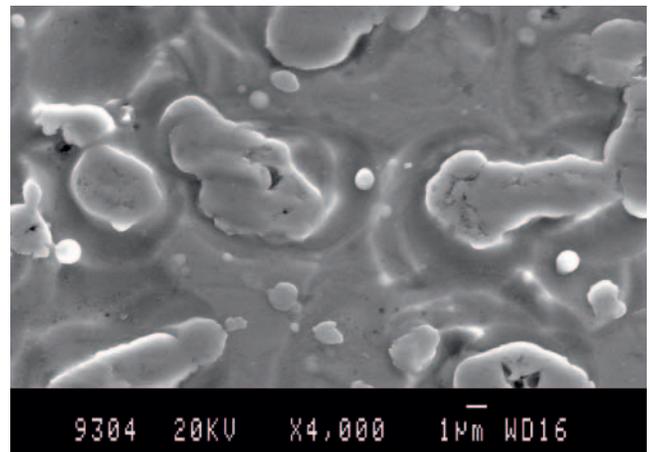
1: Tracce opache e grigie sulle piste a sinistra pista di rotolamento dell'anello esterno, a destra pista di rotolamento dell'anello interno

Le cosiddette „ondulazioni“ sono tracce che si sviluppano sulla superficie nella direzione di rotolamento (fig. 2). Queste tracce identificano il passaggio di corrente.



2: Formazione di ondulazioni a sinistra pista di rotolamento dell'anello esterno, a destra pista di rotolamento dell'anello interno

Solo grazie ad un microscopio a scansione elettronica (fig. 2) è possibile riconoscere se entrambe le superfici danneggiate (figg. 1 e 2) presentano una fitta distribuzione dei caratteristici crateri di fusione e delle gocce di saldatura di dimensioni dell'ordine del  $\mu\text{m}$ . Questo prova definitivamente l'avvenuto passaggio di corrente.



3: Micrografia SEM della struttura danneggiata

I **crateri di fusione** e le **gocce di saldatura**, si creano a causa delle scariche elettriche tra le creste di rugosità delle piste di rotolamento e dei corpi volventi. In presenza di un velo di lubrificante ben formato la scintilla si scarica nel punto più sottile del velo (esempio in presenza di un difetto localizzato), causando la fusione temporanea del materiale adiacente. In presenza di attrito misto (contatto metallo su metallo) le superfici vengono fuse, spezzandosi e separandosi nuovamente a causa della rotazione del cuscinetto. In entrambi i casi il materiale viene strappato dalle superfici solidificandosi immediatamente in gocce di saldatura. Queste in parte confluiscono nel lubrificante ed in parte si depositano sulle superfici metalliche.

Mediante un'azione continua di rotolamento i crateri e le gocce di saldatura vengono rullate ed appiattite. Nel tempo con un flusso continuo di corrente i sottili strati superficiali vengono ripetutamente fusi.

La causa più comune dei danni ai cuscinetti è l'**ondulazione** (fig. 2). Queste „ondulazioni“ nelle piste di rotolamento e nei corpi volventi si determinano con l'interazione tra flusso continuo di corrente e vibrazioni dei componenti dei cuscinetti.

## Tipici guasti ai cuscinetti in presenza di passaggio di corrente · Cuscinetti rivestiti di ceramica

Ogni volta che un corpo volvente incontra un cratere sufficientemente grande subisce uno spostamento radiale, la cui entità dipende dalla geometria interna, dalla velocità di rotazione e dal carico sul cuscinetto. Come il corpo volvente ritorna nella sua posizione originale, riduce lo spessore del velo lubrificante, consentendo in questo punto nuove scariche elettriche avviando così un processo a catena. Dopo qualche tempo la pista di rotolamento dell'anello può essere completamente ricoperta da „ondulazioni“. Queste portano ad oscillazioni del cuscinetto sempre più marcate, comportando infine la rottura dello stesso.

Si è dimostrato che un criterio affidabile per valutare la pericolosità del passaggio di corrente è la **densità di corrente teorica**, rapporto tra l'intensità di corrente effettiva e l'area di contatto tra corpi volventi e l'anello interno o esterno del cuscinetto. Ciò dipende dal tipo di cuscinetto e dalle condizioni di carico. Con densità di corrente inferiori a circa  $0,1 A_{eff}/mm^2$  non esiste alcun pericolo di formazione di „ondulazioni“, stando allo stato attuale delle conoscenze. Questo genere di danneggiamento si presenta invece facilmente con valori uguali o superiori ad  $1 A_{eff}/mm^2$ .

### Influenza del lubrificante

Anche il lubrificante subisce effetti negativi a causa del **passaggio di corrente**. L'olio base e gli additivi vengono ossidati e piroscissi. Tutto ciò è facilmente dimostrabile con uno spettro a raggi infrarossi. A causa dell'invecchiamento precoce e dell'accumulo di particelle ferrose le proprietà lubrificanti peggiorano, portando così ad un surriscaldamento del cuscinetto.

### Cuscinetti rivestiti di ceramica



4: Cuscinetti radiali rigidi a sfere rivestiti di ceramica

### Vantaggi dei cuscinetti FAG rivestiti

- I rivestimenti in ossidi ceramici offrono un'elevata protezione isolante (**J20..**). Questi vengono applicati sulle superfici del cuscinetto con il procedimento di deposizione al plasma (fig. 5).
- Grazie ad uno speciale sigillante la **copertura J20AA** è in grado di esercitare un'azione isolante anche in ambienti umidi. Lo strato di ossido ceramico è molto duro, resistente all'usura e ha buone capacità di conduzione del calore.
- Le dimensioni esterne del cuscinetto volvente ad isolamento elettrico corrispondono alle dimensioni indicate nella DIN 616 (ISO 15). I cuscinetti ad isolamento elettrico possono essere sostituiti quindi con cuscinetti di tipo standard.
- Per applicazioni particolari, ad esempio in presenza di un anello esterno rotante, è preferibile isolare l'anello interno (suffisso **J20C**).
- E' possibile richiedere cuscinetti radiali rigidi a sfere rivestiti della serie 62 con esecuzione aperta e con tenuta a labbro su uno o entrambi i lati. In questo modo l'utilizzatore può sfruttare i vantaggi di una lubrificazione permanente.

## Processo di rivestimento · Resistenza elettrica

### Il processo di rivestimento

Con il processo di deposizione al plasma (fig. 5) si crea un arco voltaico tra due elettrodi per ionizzare un gas inerte emesso da una torcia. Il flusso di plasma risultante è utilizzato per trasportare la polvere di ossido di alluminio. Questa si fonde e viene spruzzata ad alta velocità sull'anello esterno o interno. Lo strato di ossido così applicato aderisce perfettamente al materiale di base. Viene infine sigillato e rettificato a misura.



5: Processo di deposizione al plasma

### Resistenza elettrica

**I rivestimenti soddisfano al 100% il controllo qualità, garantendo una resistenza al passaggio di corrente di almeno 1000 VDC (J20AA, J20C) o 500 VDC (J20B).**

Al di sotto di questa tensione lo strato isolante consente solo ridotti flussi di corrente nel cuscinetto. Per questo è possibile differenziare due meccanismi.

#### Resistenza alla corrente continua

A temperatura ambiente si raggiungono valori da 1 a 10 GOhm a seconda delle dimensioni del cuscinetto. Con l'aumento della temperatura la resistenza diminuisce in modo esponenziale, di circa il 40–50% per ogni 10 K. Tuttavia si ha ancora una resistenza di parecchi MOhm anche a temperature di esercizio di 60 o 80°C. Secondo la legge di Ohm ( $I = U/R$ ), per tensioni fino a 1000 V si ottengono correnti sensibilmente inferiori ad 1 mA, quindi non critiche per il cuscinetto.

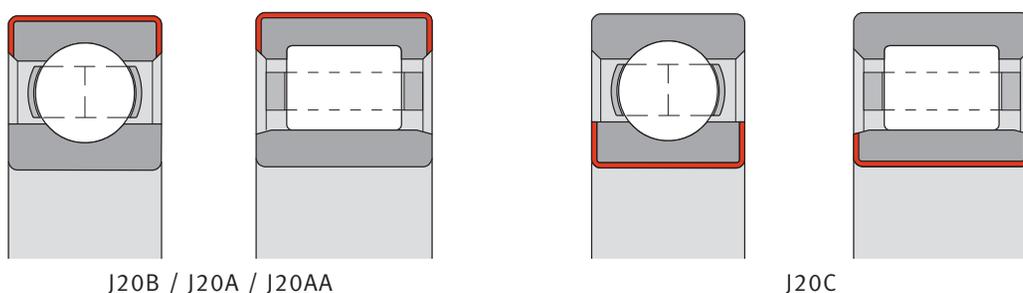
#### Resistenza alla tensione alternata

L'unità isolata rappresenta una capacità C ed è in grado di accumulare cariche. In presenza di tensione alternata si genera una corrente alternata che attraversa l'area di contatto tra corpo volvente e pista di rotolamento. In caso di correnti sinusoidali con velocità angolare  $\omega$  i valori efficaci di corrente e tensione sono calcolati secondo la seguente formula:

$$I = U \cdot \omega \cdot C.$$

In modo analogo alla legge di Ohm si definisce con  $Z = 1/\omega C$  la reattanza capacitiva del cuscinetto. La capacità di un cuscinetto con rivestimento in ossidi ceramici si attesta su valori compresi tra 2 e 20 nF a seconda delle dimensioni del cuscinetto. Quindi la reattanza capacitiva si attesta su valori compresi tra 0,15 e 1,5 MOhm (alla frequenza di 50 Hz), decisamente inferiori rispetto alla sua resistenza con tensione continua. A frequenze elevate questo valore diminuisce ulteriormente. Nella maggior parte dei casi la resistenza sarà comunque molto **superiore** rispetto a quella di un cuscinetto non isolato, che per tensioni maggiori o uguali ad 1 V è molto bassa (1 Ohm o inferiore).

## Rivestimenti · Campi dimensionali



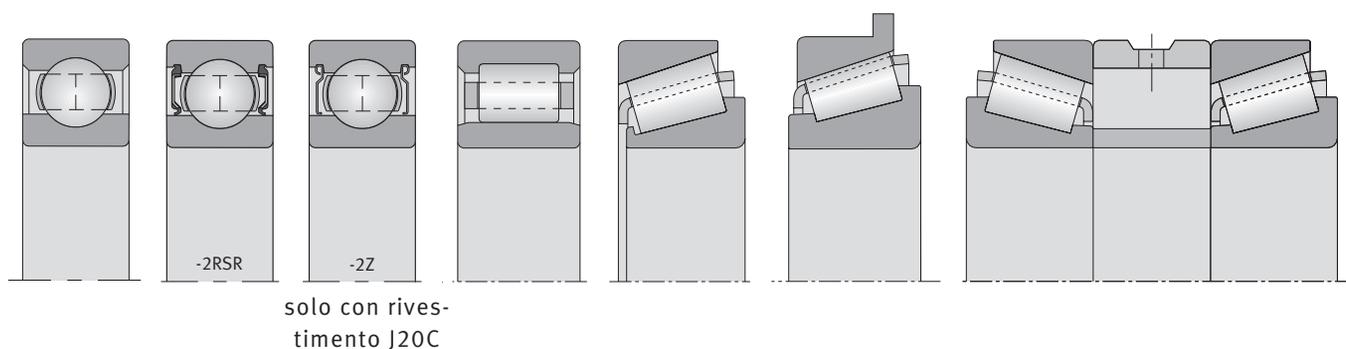
### Rivestimenti · Campi dimensionali

	J20B	J20A <sup>*)</sup>	J20AA	J20C
<b>Tensione di scarica disruptiva</b>	500 VDC	1000 VDC	1000 VDC	1000 VDC
<b>Ambito di applicazione</b>	Asciutto	Asciutto	Asciutto/umido	Asciutto/umido
<b>Spessore del rivestimento</b>	<100 µm	>200 µm	≈200 µm	≈200 µm
<b>Possibile Dimensioni</b>	70...1400 mm	70...1400 mm	70...500 mm	70...340 mm
	Diametro esterno	Diametro esterno	Diametro esterno	Foro anello interno

<sup>\*)</sup> Applicazione raccomandata a partire da un diametro esterno di 500 mm.

Le superfici d'appoggio degli anelli da rivestire devono essere cilindriche e non devono essere interrotte da fori di lubrificazione o scanalature.

### Esecuzioni con rivestimento in ceramica:



Su richiesta, alla divisione competente, è possibile avere altre esecuzioni con rivestimenti diversi.

Cuscinetti volventi FAG con rivestimento in ceramica, pagine 6...8.

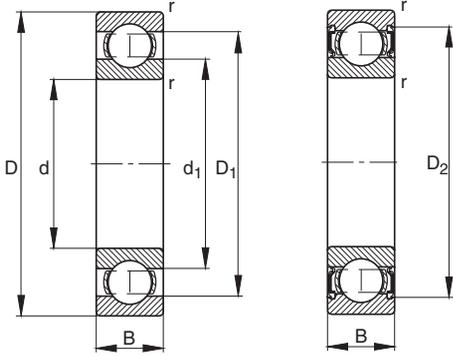
Esempi di ordinazione:

**6220-2RSR-J20AA-C3** Cuscinetti radiali rigidi a sfere con anello esterno rivestito con tenute ad entrambi i lati e gioco radiale C3.

**NU214-E-M1-F1-J20B-C4** Cuscinetti radiali a rulli cilindrici con anello esterno rivestito e gioco radiale C4.

**6330-J20C** Cuscinetti radiali rigidi a sfere con anello interno rivestito

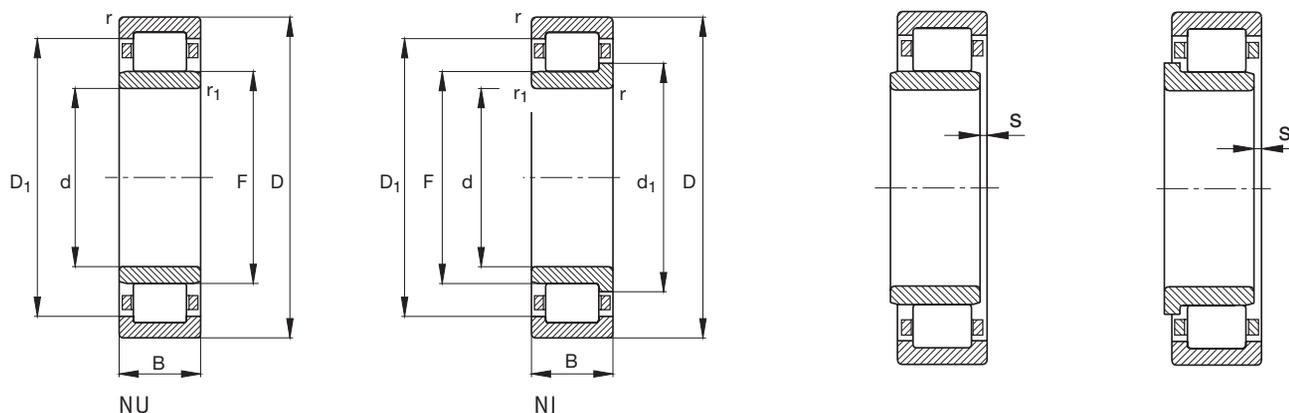
## Cuscinetti a sfere con rivestimento in ceramica



### Cuscinetti a sfere con rivestimento in ceramica d 60–180 mm

Sigla	Massa m	Dimensione							Coefficienti di carico		Carico limite di fatica C <sub>ur</sub>	Velocità di rotazio- ne limite n <sub>G</sub>	Velocità di rota- zione termica di riferimento n <sub>B</sub>
		d	D	B	r	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	din.	stat.			
FAG	kg	mm			min	≈	≈	kN	kN	kN	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	
6212-M-J20B-C4	0,98	60	110	22	1,5	95,6	76,1	52	36	2,24	14 000	6 800	
6213-J20B-C4	1	65	120	23	1,5	103,1	82,3	60	41,5	2,55	13 000	6 300	
6313-M-J20AA-C5	2,55	65	140	33	2,1	117,5	88,6	93	60	3,95	11 000	6 400	
6214-2RSR-J20AA-C3	1,11	70	125	24	1,5	110,7	86,8	62	44	2,9	12 000	6 100	
6215-M-J2B-C4	1,42	75	130	25	1,5	112,8	92,5	65,5	49	3,35	11 000	5 900	
6215-M-P6-J20AA-R85-105	1,42	75	130	25	1,5	112,8	92,5	65,5	49	3,35	11 000	5 900	
6315-M-J20AA-C3	3,74	75	160	37	2,1	133,2	101,8	114	76,5	4,65	9 500	5 800	
6016-M-J20AA	0,997	80	125	22	1,1	111	94	47,5	40	2,34	12 000	6 500	
6216-J20AA-C3	1,46	80	140	26	2	121,3	98,8	72	54	3,45	11 000	5 500	
6316-J20AA-C3	3,75	80	170	39	2,1	141,8	108,6	122	86,5	5,2	9 000	5 500	
6316-M-J20B-C4	4,44	80	170	39	2,1	141,8	108,6	122	86,5	5,2	9 000	5 500	
F-808916.6316-J20AA	3,69	80	170	39	2,1	141,8	108,6	122	86,5	5,2	9 000	5 500	
6317-M-J20AA-C3	5,05	85	180	41	3	151,6	114,4	132	96,5	5,8	8 000	5 300	
6218-J20AA-C3	2,21	90	160	30	2	139,4	112,3	96,5	72	4,2	9 000	5 100	
6318-M-J20AA-C3	6,14	90	190	43	3	157,1	123,8	134	102	5,8	8 000	5 100	
6319-M-J20AA-C4	7,05	95	200	45	3	166,9	129,1	146	114	6,4	7 500	4 950	
6220-J20C-C3	3,3	100	180	34	2,1	154,8	124,7	122	93	5,4	8 000	4 800	
6220-M-J20AA-R95-120	3,9	100	180	34	2,1	154,8	124,7	122	93	5,4	8 000	4 800	
6320-M-J20AA-C3	8,64	100	215	47	3	179	138,6	163	134	7,4	7 000	4 650	
16021-M-J20AA-C5	1,42	105	160	18	1	141,2	124,2	54	54	2,39	9 500	3 950	
6322-M-J20AA-C3	11,7	110	240	50	3	197,4	153,4	190	166	8,6	6 300	4 150	
6324-M-J20AA-C3	15	120	260	55	3	214,9	165,1	212	190	9	6 000	3 850	
6326-M-J20AA-C3	18,3	130	280	58	4	231,2	178,9	228	216	9,8	5 600	3 500	
6230-J20AA	10,3	150	270	45	3	229,1	191,6	176	170	7,8	5 600	3 350	
6336-M-J20AA-C4	43	180	380	75	4	317	245,2	355	405	16,3	3 800	2 440	

## Cuscinetti radiali a rulli cilindrici con rivestimento in ceramica

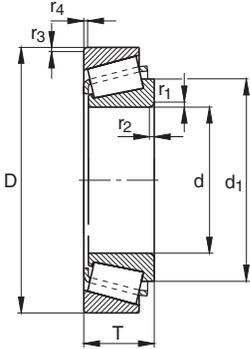


Cuscinetti radiali a rulli cilindrici con rivestimento in ceramica d 60-140 mm

Sigla	Massa	Dimensione									Coefficienti di carico		Carico limite di fatica	Velocità di rotazione limite	Velocità di rotazione termica di riferimento						
		d	D	B	r	r <sub>1</sub>	s <sup>1)</sup>	F	D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>0r</sub>	C <sub>ur</sub>	n <sub>G</sub>	n <sub>B</sub>						
FAG	kg	mm															kN	kN	kN	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>
NJ312-E-M1-F1-J20B-C4	2,14	60	130	31	2,1	2,1	1,8	77	109,6	84,4	177	157	26,5	5000	5300						
NU214-E-M1-F1-J20B-C4	1,29	70	125	24	1,5	1,5	1,6	83,5	109,4		140	137	19	5300	4750						
NU314-E-M1-F1-J20B-C4	3,16	70	150	35	2,1	2,1	1,7	89	126,8		242	222	30	4500	4550						
NU215-E-TVP2-J20AA-C3	1,27	75	130	25	1,5	1,5	1,2	88,5	114,4		154	156	21,7	5300	4500						
NU215-E-M1-F1-J20B-C4	1,41	75	130	25	1,5	1,5	1,2	88,5	114,4		154	156	21,7	5300	4500						
NU216-E-M1-F1-J20B-C4	1,71	80	140	26	2	2	1,3	95,3	122,9		165	167	22,6	4800	4250						
NJ316-E-M1-F1-J20B-C4	4,48	80	170	39	2,1	2,1	0,7	101	143,9	110,4	300	275	46	3800	4150						
NU218-E-TVP2-J20AA-C3	2,36	90	160	30	2	2	1,5	107	139,7		215	217	28,5	4300	3950						
NUP218-E-TVP2-J20AA-C3	2,46	90	160	30	2	2	-	107	139,7	114,3	215	217	35	4300	3950						
NJ219-E-TVP2-J20AA	2,94	95	170	32	2,1	2,1	-	112,5	148,6	120,5	260	265	41,5	3800	3700						
NU219-E-M1-F1-J20B-C4	3,25	95	170	32	2,1	2,1	0,7	112,5	148,6		260	265	34	3800	3700						
NU220-E-TVP2-J20AA-C3	3,49	100	180	34	2,1	2,1	1,5	119	156,9		295	305	38,5	3800	3500						
NU320-E-M1-F1-J20AA-C4	8,77	100	215	47	3	3	1,2	127,5	182		450	425	53	3200	3400						
NU224-E-TVP2-J20AA-C3	5,8	120	215	40	2,1	2,1	1,4	143,5	187,8		390	415	52	3200	3100						
F-809035.NU228-E-J20AA	9,39	140	250	42	3	3	2	169	216,7		460	510	59	4800	2600						

<sup>1)</sup> spostamento assiale

## Cuscinetti a rulli conici con rivestimento in ceramica



### Cuscinetti a rulli conici con rivestimento in ceramica d 89,945-254 mm

Sigla	Massa m kg	Dimensione						Coefficienti di carico		Carico limite di fatica C <sub>ur</sub> kN	Velocità di rotazione limite n <sub>G</sub> min <sup>-1</sup>
		d	D	T/2B <sup>1)</sup>	r <sub>1,2</sub> min	r <sub>3,4</sub> min	d <sub>1</sub> ≈	din.	stat. C <sub>0r</sub>		
F-803477.TR1-J20B	2,64	<b>89,945</b>	146,975	40	3,6	1,5	119	232	355	50	4 800
F-804565.30220-A-J20B	3,7	<b>100</b>	180	37	3	2,5	135	231	290	32	4 300
F-803478.TR1-J20B	9,4	<b>117,475</b>	212,725	63,5	8,1	3,3	162,2	490	720	93	3 000
F-803889.32224-A-J20B	9,15	<b>120</b>	215	61,5	3	2,5	175,2	445	650	84	3 000
F-809028.TR1-J20B	10,2	<b>130</b>	225	67	4	3	174,6	480	710	94	2 800
F-804550.01.TR2S-J20B <sup>1)</sup>	6,8	<b>140</b>	190	99	2	1,5	150,1	365	780	74	3 400
Z-577634.01.TR2S-J20B <sup>1)</sup>	13,5	<b>140</b>	210	130	2,5	2	175,8	585	1 180	75	2 800
Z-580065.30228-A-J20B	8,6	<b>140</b>	250	45,75	4	3	187	390	520	60	2 600
K36990-36920-J20B	3,18	<b>177,8</b>	227,012	30,162	1,5	1,5	203,8	186	400	30	2 600
F-809055.TR1-J20AA <sup>2)</sup>	9,34	<b>198,298</b>	282,575	46,038	3,6	3,3	249	345	750	87	2 200
Z-566566.TR1-J20AA	9,28	<b>199,949</b>	282,575	46,038	3,6	3,3	249	345	750	87	2 200
F-807411.TR1-J20B	8,23	<b>240</b>	320	42	3	3	278	380	670	73	2 000
F-809146.TR1-J20AA	18,6	<b>240</b>	336,55	65,088	6,4	3,3	284	640	1 250	137	1 800
F-808428.TR1-J20AA	17,2	<b>240,5</b>	336,55	65,088	6,4	3,3	284	640	1 250	137	1 800
F-808428.TR1-J20B	17,2	<b>240,5</b>	336,55	65,088	6,4	3,3	284	640	1 250	137	1 800
Z-547733.TR1-J20AA	22,3	<b>254</b>	358,775	71,438	3,3	1,5	302,8	720	1 370	148	1 700
Z-547733.02.TR1-J20AA	22,3	<b>254</b>	358,775	71,438	3,3	1,5	302,8	720	1 370	148	1 700

<sup>\*)</sup> Larghezza complessiva per cuscinetti a rulli conici accoppiati.

<sup>1)</sup> Cuscinetti a rulli conici accoppiati con disposizione ad O (anello distanziale tra gli anelli interni ed esterni).

<sup>2)</sup> Flangia sull'anello esterno.

## Cuscinetti ibridi

I cuscinetti ibridi FAG rappresentano un'alternativa ai cuscinetti volventi rivestiti: i loro anelli sono in acciaio per cuscinetti volventi, i corpi volventi sono in ceramica.

I cuscinetti ibridi hanno il prefisso HC.

I corpi volventi sono **resistenti all'usura** e assumono la funzione di isolante elettrico.

Oltre ai cuscinetti a sfere (fig. 6) sono anche disponibili cuscinetti a rulli cilindrici (fig. 7) nella versione ibrida.

### Vantaggi dei cuscinetti ibridi FAG

- Massima resistenza al passaggio di corrente  
La resistenza alla corrente continua è invariata anche ad alte temperature nel campo dei GOhm. Un valore tipico di capacità si attesta a 40 pF, ovvero inferiore al fattore 100 rispetto ai cuscinetti rivestiti di ceramica.
- Maggiore velocità di rotazione con minor attrito e temperature più basse
- Migliori caratteristiche di funzionamento in condizioni estreme

I cuscinetti ibridi presentano una maggiore durata d'esercizio del grasso rispetto ai cuscinetti standard con una lubrificazione a vita (v. TPI WL 43-1210).

**Per taglie piccole le esecuzioni ibride sono economicamente più vantaggiose rispetto ai cuscinetti rivestiti di ceramica.**

Esempi di ordinazione:

**HC6214-M-P6-C3** cuscinetti radiali rigidi a sfere con sfere in ceramica; gabbia massiccia in ottone; maggiore precisione P6 e gioco radiale C3.

**HCN1020-K-M1-SP** cuscinetti radiali a rulli cilindrici con rulli in ceramica; foro conico; gabbia massiccia in ottone; maggiore precisione SP

I nostri ingegneri del servizio tecnico vi offriranno tutto il supporto per le esecuzioni più adatte e convenienti.



6: Cuscinetti radiali rigidi a sfere con corpi volventi in ceramica

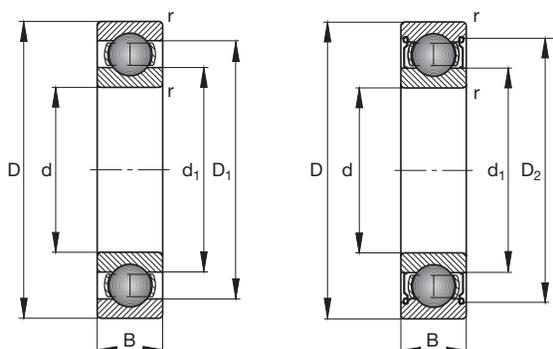


7: Cuscinetti radiali a rulli cilindrici con corpi volventi in ceramica

### Proprietà dei materiali ceramica/acciaio per cuscinetti volventi

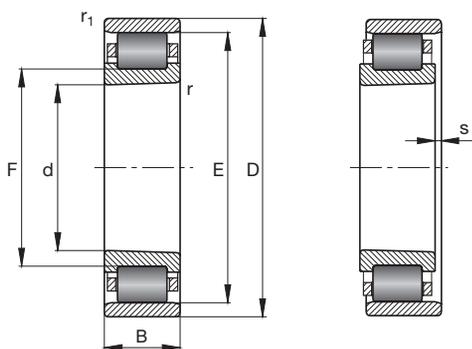
Parametri di confronto	Unità	Ceramica (Nitrato di silicio Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )	Acciaio (100Cr6)
Resistenza elettrica specifica	Ω · mm <sup>2</sup> /m	10 <sup>17</sup>	10 <sup>-1</sup>
Densità	g/cm <sup>3</sup>	3,2	7,8
Coefficiente di dilatazione termica	10 <sup>-6</sup> /K	3,2	11,5
Modulo E	MPa	315 000	210 000
Coefficiente di Poisson	–	0,26	0,3
Durezza	HV10	1 600...800	700...150

## Tabella cuscinetti ibridi



### Cuscinetti radiali rigidi a sfere ibridi d 15–70 mm

Sigla	Massa m	Dimensione							Coefficienti di carico		Carico limite di fatica $C_{ur}$	Velocità di rotazione limite $n_G$
		d	D	B	r	$D_1$	$D_2$	$d_1$	din. $C_r$	stat. $C_{0r}$		
FAG	kg	mm							kN	kN	kN	$\text{min}^{-1}$
<b>HC6002-2Z</b>	0,031	<b>15</b>	32	9	0,3		28,4	20,5	4 150	2 000	102	30 000
<b>HC6003</b>	0,038	<b>17</b>	35	10	0,3	29,5		22,7	6 000	3 250	157	21 000
<b>HC6212-C4</b>	0,694	<b>60</b>	110	22	1,5	95,6		76,1	40 500	31 000	1 590	14 000
<b>HC6014</b>	0,614	<b>70</b>	110	20	1,1	9,3		82,8	29 000	25 500	1 850	10 000
<b>HC6214-M</b>	1,23	<b>70</b>	125	24	1,5	108		87,1	48 000	39 000	2 050	12 000



Conicità 1:12

### Cuscinetti radiali a rulli cilindrici ibridi d 30–45 mm

Sigla	Massa m	Dimensione							Coefficienti di carico		Carico limite di fatica $C_{ur}$	Velocità di rotazione limite $n_G$
		d	D	B	$r_1$	$s^1$	E	din. $C_r$	stat. $C_{0r}$			
FAG	kg	mm							kN	kN	kN	$\text{min}^{-1}$
<b>HCN1006-K-M1-SP</b>	0,115	<b>30</b>	55	13	0,6	1,9	48,5	16 000	17 000	2 330	36 000	
<b>HCN1007-K-M1-SP</b>	0,149	<b>35</b>	62	14	0,6	2	55	19 000	20 400	2 700	28 000	
<b>HCN1008-K-M1-SP</b>	0,182	<b>40</b>	68	15	0,6	2,1	61	23 600	27 000	3 700	28 000	

<sup>1)</sup> spostamento assiale

# Esempio di montaggio

## 1. Motore a corrente trifase

Cuscinetti radiali rigidi a sfere con rivestimento J20AA

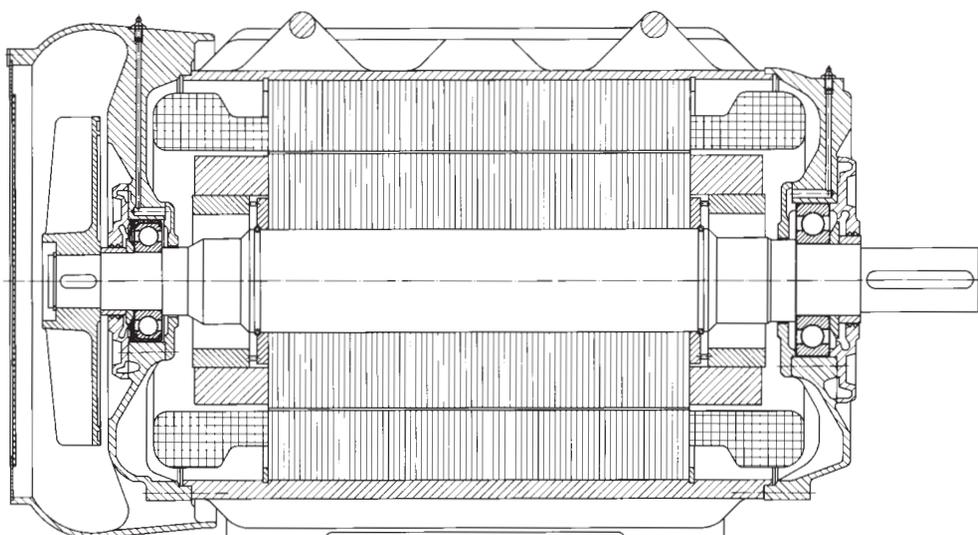
### Dati tecnici:

Motore trifase alimentato da invertitore

Potenza 375 kW

Esecuzione quadripolare

Sul lato di aerazione viene montato un cuscinetto radiale rigido a sfere ad isolamento elettrico **6316-J20AA-C3** e sul lato motore un cuscinetto radiale rigido a sfere **6320-C3**. Entrambi i cuscinetti vengono lubrificati a grasso. E' previsto un dispositivo per la rilubrificazione.



## 2. Supporto per assile

Cuscinetti radiali rigidi a sfere con rivestimento J20B

Supporto per ruota libera di motrici articolate a pianale ribassato e scartamento metrico di tipo „Combino“ / Friburgo

### Dati tecnici:

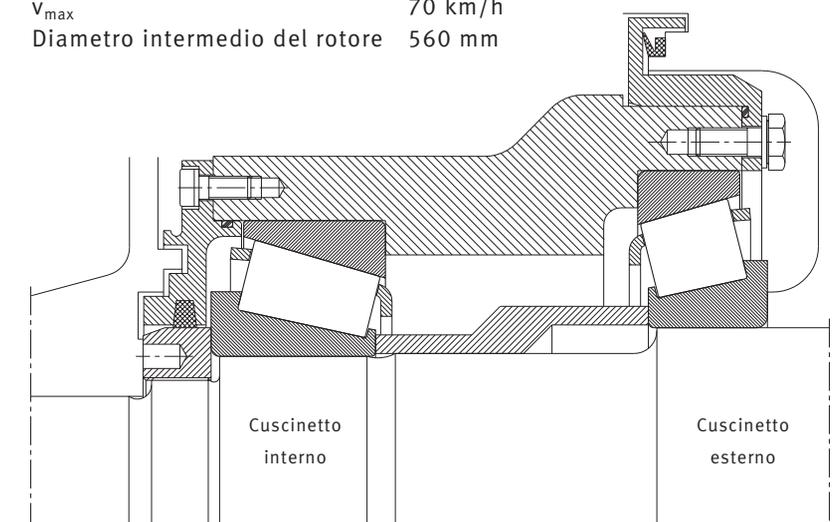
$v_{max}$  70 km/h

Diametro intermedio del rotore 560 mm

Vengono montati cuscinetti a rulli conici (disposizione ad O)

esterno **Z-580065.30228-A-J20B**

interno **F-803889.32224-A-J20B**



## Esempio di montaggio

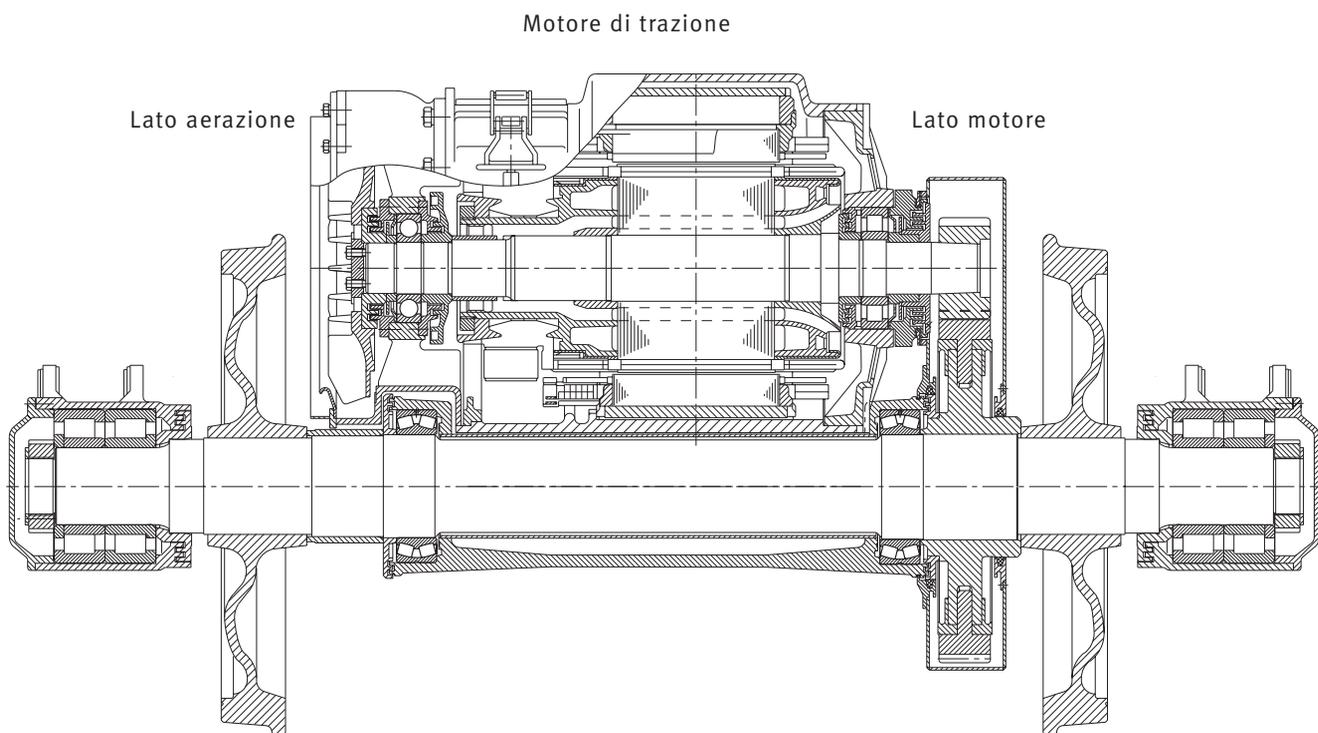
### 3. Supporto per il motore di trazione di un'automotrice elettrica

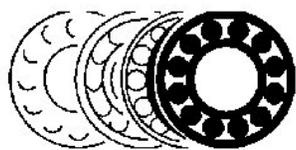
Cuscinetti radiali rigidi a sfere e cuscinetti radiali a rulli cilindrici con rivestimento J20AA

Motore trifase con una potenza di 500 kW

Sull'albero rotore vengono montati un cuscinetto radiale rigido a sfere **6316-J20AA-C3** (lato aerazione) ed un cuscinetto radiale a rulli cilindrici **NU320-E-M1-F1-J20AA-C4** (lato motore).

Entrambi i cuscinetti vengono lubrificati a grasso e vengono protetti da sporco e contaminazioni ambientali grazie a tenute a labirinto. E' possibile eseguire la rilubrificazione.





# emporio del cuscinetto s.r.l

35020 PONTE SAN NICOLO' (PADOVA) ITALY

Viale del Lavoro, 32 - tel. +39-049 8961481 r.a - Fax +39-049 8960166

[www.emporiodelcuscinetto.it](http://www.emporiodelcuscinetto.it) - E-Mail: [commerciale@emporiodelcuscinetto.it](mailto:commerciale@emporiodelcuscinetto.it)

Tutti i dati sono stati redatti con la massima attenzione e sono stati controllati accuratamente. Non possiamo pertanto accettare alcuna responsabilità per eventuali errori od omissioni. Ci riserviamo le modifiche tecniche.

© Schaeffler KG · 2007, Ottobre

La riproduzione, anche solo parziale, è consentita soltanto previa nostra autorizzazione.

TPI WL 43-1189/2 IB