



**FAG**

**added  
competence**

## **Sistema di misurazione angolare assoluta per la macchina utensile**

**Integrazione diretta nei cuscinetti  
per assi di rotazione di alta precisione**

**SCHAEFFLER**



La testa di misurazione che effettua la scansione della codifica è strutturata costruttivamente in modo da poter essere avvitata direttamente sull'anello esterno fisso del cuscinetto e da tenere la distanza corretta dall'anello di misurazione, senza necessità di regolazione. La testa di misurazione è facilmente accessibile dall'esterno, *Figura 3*, e può essere montata o sostituita senza ulteriori regolazioni.

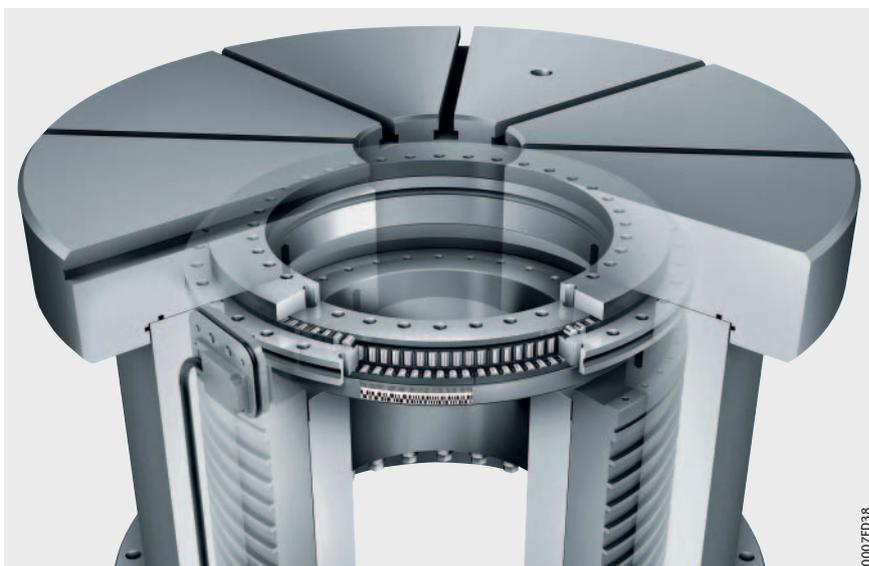
Questa soluzione costruttiva consente inoltre di montare la testa di misurazione e il cavo dopo aver montato il cuscinetto. Escludendo, in questo modo, ampiamente i rischi di danneggiamenti dovuti alle operazioni di montaggio. La zona della pista di rotolamento del cuscinetto è schermata rispetto alla zona circostante per mezzo di una tenuta perimetrale sulla testa di misurazione.

#### Dimensioni e caratteristiche

Il sistema di misurazione angolare assoluta è disponibile attualmente con cuscinetti di grandezza da YRT(S)MA200 a YRT(S)MA460, vedere *tabelle dimensionali*. Altre dimensioni su richiesta.

*Tabella 1: Sistema elettronico di misurazione integrato*

Dati	Specifica	Nota
Periodo di divisione	1000 $\mu\text{m}$	-
Risoluzione assoluta	10 bit/periodo di divisione	SSI +1V <sub>SS</sub>
	12 bit/periodo di divisione	DRIVE-CLiQ e FANUC
Interfaccia elettrica	SSI +1 V <sub>SS</sub> DRIVE-CLiQ FANUC alpha	EnDat 2.2 e FANUC alpha i in preparazione
Alimentazione elettrica	DC 5 V $\pm 5\%$	SSI +1 V <sub>SS</sub> FANUC
	DC 24 V $\pm 5\%$	DRIVE-CLiQ
Corrente assorbita	max. 250 mA	a DC 5 V
Temperatura d'esercizio	da -10 °C a +85 °C	-
Temperatura di immagazzinamento	da -20 °C a +85 °C	-
Grado di protezione secondo DIN EN 60529	IP68	Testa di misurazione radiale
Collegamento elettrico testa di misurazione	Connettore M23, 17 poli, maschio	SSI +1V <sub>SS</sub>
	Connettore M12, 8 poli, maschio	FANUC
	Connettore M12, 8 poli, maschio	DRIVE-CLiQ
Lunghezza e diametro cavo	1 m	SSI +1 V <sub>SS</sub> FANUC
	0,5 m	DRIVE-CLiQ



*Figura 3: Gruppo costruttivo per tavola girevole semplice da montare con cuscinetto radio-assiale YRT(S)MA: la testa di misurazione è facilmente accessibile e non è quindi necessario regolare la distanza dal cuscinetto durante l'installazione o la sostituzione*

### Grado di precisione ottenibile

Le tolleranze di planarità e concentricità vengono misurate sul cuscinetto montato, con costruzione circostante ideale, vedere *Tabella 2*.

### Precisione di divisione

La precisione di divisione fornisce indicazioni sulla precisione della codifica sull'anello di misurazione. Nell'ambito delle grandezze di cuscinetto da YRTMA200 a YRTMA460 vengono raggiunte precisioni di divisione estremamente elevate, vedere *Tabella 3*.

*Tabella 2:* Planarità e concentricità per cuscinetti radio-assiali YRTMA e YRTSMA

Foro d  mm	Planarità e concentricità <sup>1)</sup> t <sub>1</sub>			
	YRTMA		YRTSMA	
	normale <sup>2)</sup> μm	ristretta <sup>2)</sup> μm	normale <sup>2)</sup> μm	ristretta <sup>3)</sup> μm
200	4	2	4	2
260	6	3	6	3
325	6	3	6	3
395	6	3	6	3
460	6	3	6	3

<sup>1)</sup> Misurate sul cuscinetto montato, con costruzione circostante ideale.

<sup>2)</sup> Per anello interno ed esterno rotante.

<sup>3)</sup> Solo per anello interno rotante.

*Tabella 3:* Risoluzione angolare e precisione di divisione

Sigla	Risoluzione angolare incrementale Periodi di divisione/360°	Precisione di divisione "1)
YRTMA200, YRTSMA200	860	±4,5
YRTMA260, YRTSMA260	1088	±3,6
YRTMA325, YRTSMA325	1302	±3
YRTMA395, YRTSMA395	1530	±2,5
YRTMA460, YRTSMA460	1760	±2,2

<sup>1)</sup> Secondi angolari.

### Precisione di posizionamento

La precisione di posizionamento ai sensi della direttiva VDI DGQ 3441 indica la precisione con cui è possibile posizionare l'intero asse motore, composto da sistema di misurazione, supporto per tavola girevole, motore, unità di comando e regolazione di posizione. La posizione effettiva dell'asse regolato viene rilevata durante la misurazione della precisione di posizionamento per mezzo di un autocollimatore laser, compensato con la posizione nominale e quindi viene calcolato lo scostamento di posizione.

Un sistema di misurazione convenzionale flangiato è confrontato con un sistema di misurazione YRTMA integrato nel cuscinetto durante le prove pratiche; secondo il certificato di prova del produttore i due sistemi di misura hanno la stessa precisione di divisione.

Figura 4 mostra la precisione di posizionamento di un anello di misurazione flangiato che deve essere centrato meccanicamente durante il montaggio. Si rileva l'influsso dello scostamento di concentricità sull'errore di misura. La precisione ottenuta è soddisfacente per molte applicazioni.

Nelle misurazioni comparative con il sistema di misurazione angolare assoluto integrato nel cuscinetto si è ottenuto invece un livello di precisione di posizionamento maggiore rispetto al sistema di misurazione installato come descritto precedentemente. Il confronto dimostra che l'integrazione diretta nel cuscinetto permette di migliorare sensibilmente la precisione di posizionamento grazie all'elevata qualità di lavorazione dei componenti dei cuscinetti per tavole girevoli, Figura 5.

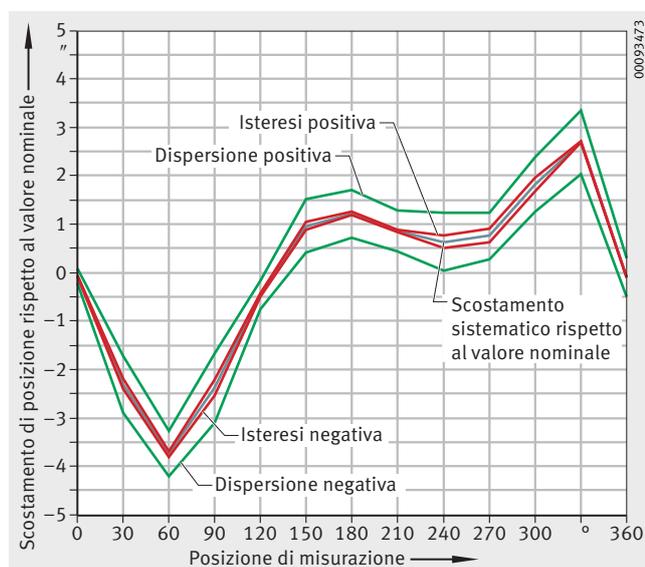


Figura 4: Tipica precisione di posizionamento di una tavola girevole con sistema di misurazione flangiato e anello di misurazione centrato meccanicamente, misurata sulla piastra di serraggio del pezzo

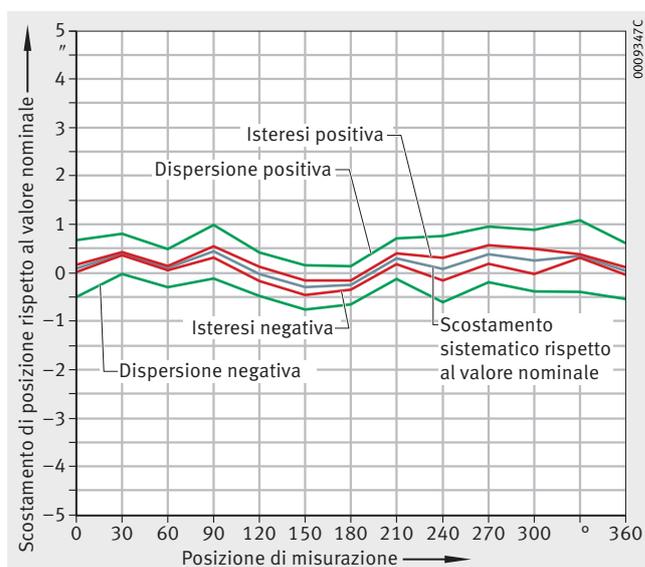
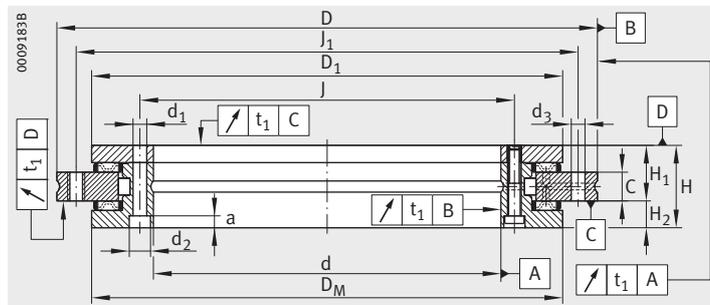


Figura 5: Tipica precisione di posizionamento di una tavola girevole con sistema di misurazione integrato nel cuscinetto YRTMA325, misurata sulla piastra di serraggio del pezzo

# Cuscinetto radio-assiale

a doppio effetto  
con sistema di misurazione



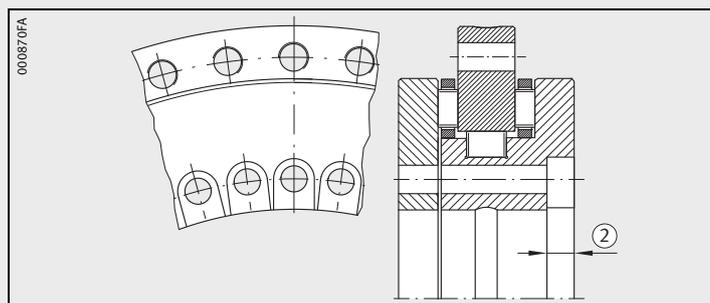
YRTMA

Tabella dimensionale - Dimensioni in mm

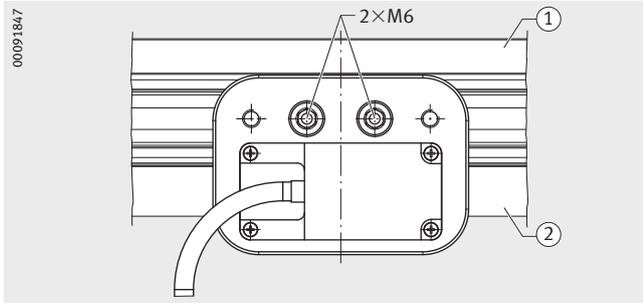
Sigla	Peso m ≈ kg	Dimensioni											Fori di fissaggio					
		d	D	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>M</sub> <sup>6)</sup>	J	J <sub>1</sub>	Anello interno				Anello esterno		
												d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	a	Numero <sup>7)</sup>	d <sub>3</sub>	Numero <sup>7)</sup>	
<b>YRTMA200</b>	10,7	<b>200</b>	300	51 <sup>6)</sup>	30	21 <sup>6)</sup>	15	274	274,4	215	285	7	11	6,2	46	7	45	
<b>YRTMA260</b>	18,7	<b>260</b>	385	57,5 <sup>6)</sup>	36,5	21 <sup>6)</sup>	18	345	346,9	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33	
<b>YRTMA325<sup>8)</sup></b>	25	<b>325</b>	450	61 <sup>6)</sup>	40	21 <sup>6)</sup>	20	415	415,1	342	430	9,3	15	8,2 <sup>8)</sup>	34	9,3	33	
<b>YRTMA395</b>	33	<b>395</b>	525	65	42,5	22,5	20	486	487,7	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45	
<b>YRTMA460</b>	45	<b>460</b>	600	70	46	24	22	560	560,9	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45	

Per ulteriori informazioni sui cuscinetti radio-assiali vedere TPI 120, cuscinetti di precisione per carichi combinati.

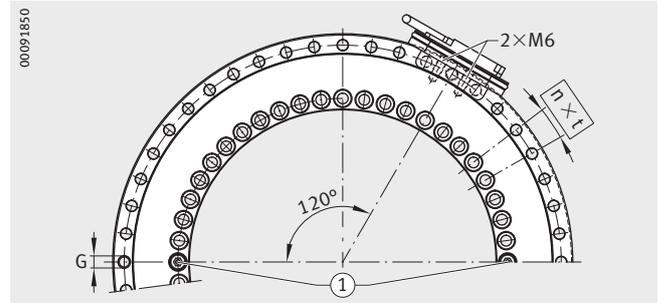
- 1) Comprese viti di bloccaggio o filettatura di estrazione.
- 2) Momento di serraggio per viti secondo DIN EN ISO 4762, classe di resistenza 10.9.
- 3) In caso di elevata durata di funzionamento o funzionamento continuo Vi preghiamo di interpellarci.
- 4) Velocità di misurazione  $n_{const} = 5 \text{ min}^{-1}$ .
- 5) Valori di rigidezza in considerazione del set dei corpi volventi, della deformazione degli anelli del cuscinetto e del collegamento a vite.
- 6) Dimensioni differenti dal cuscinetto radio-assiale YRT.
- 7) Attenzione!  
Per i fori delle viti di fissaggio nella costruzione circostante. Osservare il passo dei fori del cuscinetto.
- 8) Svasatura delle viti aperte verso il foro del cuscinetto. Diametro interno del cuscinetto libero nella zona ②.



Svasatura delle viti aperte in YRTMA325,  
diametro interno del cuscinetto libero nella zona ②



Testa di misurazione avvitabile radialmente  
 ① Ralla per albero; ② Anello interno

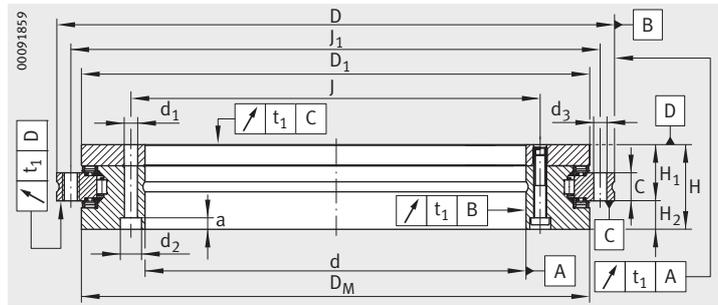


Piano di foratura, testa di misurazione avvitabile radialmente  
 ① Due viti di bloccaggio

Passo <sup>1)</sup>  n×t	Filettatura di estrazione		Coppia di serraggio <sup>2)</sup>  M <sub>A</sub>  Nm	Coefficienti di carico				Velocità di rotazione limite <sup>3)</sup>  n <sub>G</sub>  min <sup>-1</sup>	Momento d'attrito <sup>4)</sup>  M <sub>R</sub>  Nm	Rigidezza al cedimento <sup>5)</sup>		Rigidezza di ribaltamento  c <sub>kL</sub>  kNm/mrad
	G	Numero		assiale		radiale				c <sub>aL</sub>  kN/μm	c <sub>rL</sub>  kN/μm	
				din. C  N	stat. C <sub>0</sub>  N	din. C  N	stat. C <sub>0</sub>  N					
48×7,5°	M8	3	14	98 000	650 000	89 000	236 000	170	15	3	3,5	23
36×10°	M12	3	34	109 000	810 000	102 000	310 000	130	25	3,5	4,5	45
36×10°	M12	3	34	186 000	1 710 000	134 000	415 000	110	48	4,3	5	80
48×7,5°	M12	3	34	202 000	2 010 000	133 000	435 000	90	55	4,9	6	130
48×7,5°	M12	3	34	217 000	2 300 000	187 000	650 000	80	70	5,7	7	200

# Cuscinetto radio-assiale

a doppio effetto  
con sistema di misurazione



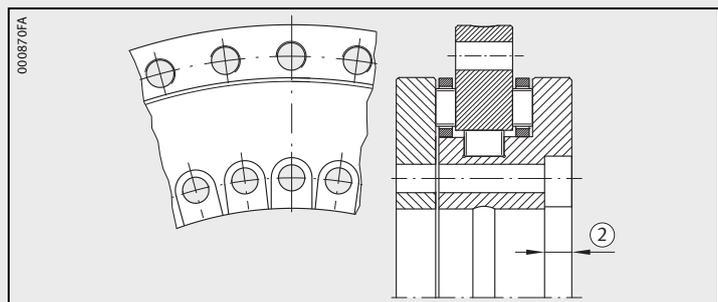
YRTSMA

Tabella dimensionale - Dimensioni in mm

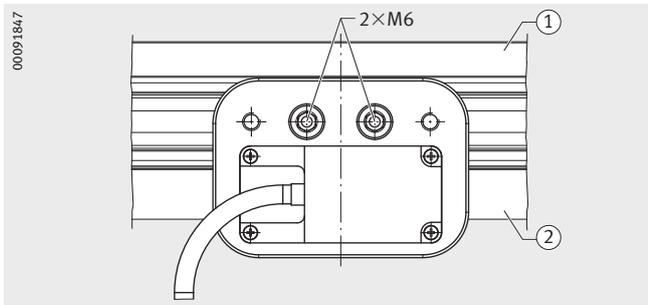
Sigla	Peso m ≈ kg	Dimensioni										Fori di fissaggio					
		d	D	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>M</sub> <sup>5)</sup>	J	J <sub>1</sub>	Anello interno			Anello esterno		
												d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	a	Numero <sup>6)</sup>	d <sub>3</sub>	Numero <sup>6)</sup>
<b>YRTSMA200</b>	10,7	<b>200</b>	300	51 <sup>5)</sup>	30	21 <sup>5)</sup>	15	274	274,4	215	285	7	11	6,2	46	7	45
<b>YRTSMA260</b>	18,7	<b>260</b>	385	57,5 <sup>5)</sup>	36,5	21 <sup>5)</sup>	18	345	346,9	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33
<b>YRTSMA325<sup>7)</sup></b>	25	<b>325</b>	450	61 <sup>5)</sup>	40	21 <sup>5)</sup>	20	415	415,1	342	430	9,3	15	8,2 <sup>7)</sup>	34	9,3	33
<b>YRTSMA395</b>	33	<b>395</b>	525	65	42,5	22,5	20	486	487,7	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
<b>YRTSMA460</b>	45	<b>460</b>	600	70	46	24	22	560	560,9	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45

Per ulteriori informazioni sui cuscinetti radio-assiali vedere TPI 120, cuscinetti di precisione per carichi combinati.

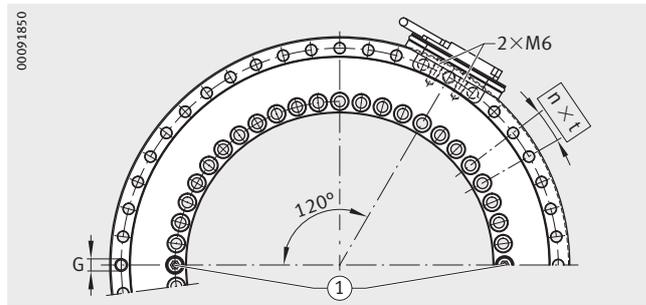
- 1) Compresa viti di bloccaggio o filettatura di estrazione.
- 2) Momento di serraggio per viti secondo DIN EN ISO 4762, classe di resistenza 10.9.
- 3) In caso di elevata durata di funzionamento o funzionamento continuo Vi preghiamo di interpellarci.
- 4) Valori di rigidezza in considerazione del set dei corpi volventi, della deformazione degli anelli del cuscinetto e del collegamento a vite.
- 5) Dimensioni differenti dal cuscinetto radio-assiale YRT.
- 6) Attenzione!  
Per i fori delle viti di fissaggio nella costruzione circostante. Osservare il passo dei fori del cuscinetto.
- 7) Svasatura delle viti aperte verso il foro del cuscinetto. Diametro interno del cuscinetto libero nella zona ②.



Svasatura delle viti aperta in YRTSMA325,  
diametro interno del cuscinetto libero nella zona ②



Testa di misurazione avvvitabile radialmente  
 ① Ralla per albero; ② Anello interno

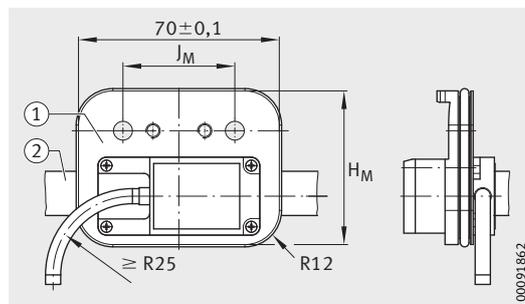


Piano di foratura, testa di misurazione avvvitabile radialmente  
 ① Due viti di bloccaggio

Passo <sup>1)</sup> n×t	Filettatura di estrazione		Coppia di serraggio <sup>2)</sup> M <sub>A</sub> Nm	Coefficienti di carico				Velocità di rotazione limite <sup>3)</sup> n <sub>G</sub> min <sup>-1</sup>	Rigidezza al cedimento <sup>4)</sup>		Rigidezza di ribaltamento <sup>4)</sup> c <sub>kL</sub> kNm/mrad
				assiale		radiale			c <sub>aL</sub> kN/μm	c <sub>rL</sub> kN/μm	
	G	Numero		din. C N	stat. C <sub>0</sub> N	din. C N	stat. C <sub>0</sub> N				
48×7,5°	M8	3	14	155 000	840 000	94 000	226 000	1 160	4	1,2	29
36×10°	M12	3	34	173 000	1 050 000	110 000	305 000	910	5,4	1,6	67
36×10°	M12	3	34	191 000	1 260 000	109 000	320 000	760	6,6	1,8	115
48×7,5°	M12	3	34	214 000	1 540 000	121 000	390 000	650	7,8	2	195
48×7,5°	M12	3	34	221 000	1 690 000	168 000	570 000	560	8,9	1,8	280

# Testa di misurazione

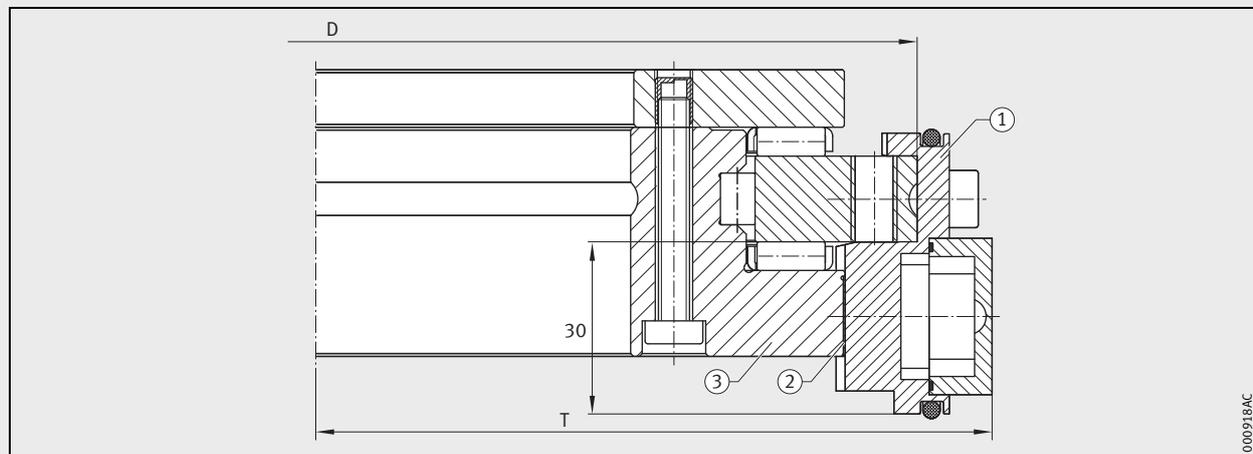
avvitabile radialmente



MHA  
 ① Testa di misurazione; ② Anello di misurazione

Tabella dimensionale - Dimensioni in mm

Sigla	Interfaccia elettronica	Connettore		Lunghezza cavo m	Peso m ≈ kg	Dimensioni			
		Filettatura	Pin			D	J <sub>M</sub>	H <sub>M</sub> ±0,1	T
MHA200-0-0	SSI +1V <sub>SS</sub>	M23	a 17 poli	1	0,228	300	19	49	163,2
MHA200-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	a 8 poli	0,5	0,129				
MHA200-0-3	FANUC	M12	a 8 poli	1	0,144				
MHA200-0-5	EnDat 2.2	M12	a 8 poli	1	0,144				
MHA260-0-0	SSI +1V <sub>SS</sub>	M23	a 17 poli	1	0,252	385	33	52	205,7
MHA260-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	a 8 poli	0,5	0,153				
MHA260-0-3	FANUC	M12	a 8 poli	1	0,168				
MHA260-0-5	EnDat 2.2	M12	a 8 poli	1	0,168				
MHA325-0-0	SSI +1V <sub>SS</sub>	M23	a 17 poli	1	0,248	450	39	54	238,2
MHA325-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	a 8 poli	0,5	0,149				
MHA325-0-3	FANUC	M12	a 8 poli	1	0,164				
MHA325-0-5	EnDat 2.2	M12	a 8 poli	1	0,164				
MHA395-0-0	SSI +1V <sub>SS</sub>	M23	a 17 poli	1	0,246	525	34	54	275,7
MHA395-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	a 8 poli	0,5	0,147				
MHA395-0-3	FANUC	M12	a 8 poli	1	0,162				
MHA395-0-5	EnDat 2.2	M12	a 8 poli	1	0,162				
MHA460-0-0	SSI +1V <sub>SS</sub>	M23	a 17 poli	1	0,257	600	39	56	313,2
MHA460-0-2	DRIVE-CLiQ	M12	a 8 poli	0,5	0,158				
MHA460-0-3	FANUC	M12	a 8 poli	1	0,173				
MHA460-0-5	EnDat 2.2	M12	a 8 poli	1	0,173				



① Testa di misurazione; ② Anello di misurazione; ③ Anello interno del cuscinetto radio-assiale

000918AC





Your contact

**Dipl.-Ing. (FH) Günter Schmid**

Telefono +49 9132 82-2392

[guenter.schmid@schaeffler.com](mailto:guenter.schmid@schaeffler.com)

**Schaeffler Technologies  
AG & Co. KG**

Industriestraße 1-3  
91074 Herzogenaurach  
Germania  
[www.schaeffler.com](http://www.schaeffler.com)

**Lettura vCard:**  
effettuare una scan-  
sione del QR Code  
e caricare i dati  
di contatto nel proprio  
smartphone.

