DIMENSIONAMENTO E SELEZIONE

A norme DIN 740
parte 2

GIUNTI A SOFFIETTO METALLICO

BK MK

SIMBOLI

T_{KN} = Coppia nominale del giunto (Nm)

T_{AS} = Coppia di picco del sistema o dell'applicazione
ad esempio coppia massima di spunto del motore (Nm)
o coppia massima di frenata (Nm)

J_L = Momento d'inerzia della macchina
(vite + slitta + pezzo + mezzo giunto) (kgm^2)

J_A = Momento di inerzia del motore
(motore [incluso il rapporto di riduzione] + mezzo giunto) (kgm^2)

C_T = Rigidità torsionale del giunto (Nm/rad)

f_e = Frequenza di risonanza del sistema a due masse (Hz)

f_{er} = Frequenza dell'azionamento (Hz)

φ = Angolo di rotazione (Gradi)

Fattore di servizio S_A		
carico uniforme	carico variabile	Alta dinamica con frequenti inversioni
1	2	3-4
Fattore comune per servoazionamenti nelle macchine utensili: S_A = 2-3		

SECONDO LA COPPIA

Nella maggior parte dei casi, i giunti vengono selezionati in base alla coppia di spunto massima da trasmettere.
La coppia di spunto non può essere superiore alla coppia nominale del giunto; ovvero alla coppia trasmissibile, in modo continuo, nell'ambito degli intervalli di velocità e disallineamenti ammissibili.
La seguente formula si dimostra utile a tal fine:

$$T_{KN} \geqq 1{,}5 \cdot T_{AS} \ (Nm)$$

SECONDO LE COPPIE DI ACCELERAZIONE

Per una corretta selezione, occorre prendere in considerazione la coppia di accelerazione ed i momenti d'inerzia dell'impianto o della macchina.
Nel caso dei servomotori, accertarsi che la relativa coppia di accelerazione o decelerazione sia maggiore, di un fattore multiplo, della relativa coppia nominale.

$$T_{KN} \geqq T_{AS} \cdot S_A \cdot \frac{J_L}{J_A + J_L} \ (Nm)$$

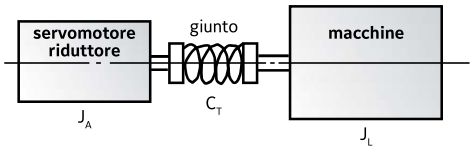
SECONDO LA FREQUENZA DI RISONANZA

Quando si utilizzano giunti a soffietto metallico torsionalmente rigidi, come elemento di trasmissione per l'accoppiamento di un servomotore a circuito chiuso a un carico, occorre assicurare che la frequenza di risonanza del sistema sia maggiore della frequenza di risposta che si desidera da parte del servosistema. La formula semplificata a destra può essere utilizzata per rappresentare il sistema molla-massa risultante.
Per una corretta progettazione, si raccomanda di mantenere la frequenza di risonanza ad un valore 2 o più volte superiore rispetto alla risposta in frequenza del servosistema target.

In sintesi la formula di riferimento è: $f_e \geq 2 \cdot f_{er}$

$$f_e = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{C_T \cdot \frac{J_A + J_L}{J_A \cdot J_L}} \ (Hz)$$

Sistema a due masse



SECONDO LA RIGIDITA' TORSIONALE

Errori di trasmissione dovuti al carico torsionale sui soffietti metallici:

$$\varphi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{T_{AS}}{C_T} \ (Gradi)$$

GIUNTI AD ELASTOMERO

EK SP TX ES

SIMBOLI

T_{KN} = Coppia nominale del giunto (Nm)
T_{Kmax} = Coppia massima del giunto (Nm)
T_S = Coppia di picco del sistema (Nm
T_{AS} = Coppia di picco del motore (Nm)
T_{AN} = Coppia nominale del motore (Nm)
T_{LN} = Coppia nominale del carico (Nm)
P = Potenza del motore (kW)
n = Velocità di rotazione (1/min)
J_A = Momento di inerzia del motore (motore [incluso il rapporto di riduzione] + mezzo giunto) (kgm^2)
J_L = Momento d'inerzia della macchina (vite + slitta + pezzo + mezzo giunto) (kgm^2)
J_1 = Momento d'inerzia semigiunto in entrata (kgm^2)
J_2 = Momento d'inerzia semigiunto in uscita (kgm^2)
m = rapporto fra i momenti d'inerzia e il carico
υ = Temperatura dell'ambiente nelle vicinanze del giunto
S_υ = Fattore di temperatura
S_A = Fattore di servizio
S_Z = Fattore di avviamento (Numero di avvii per ora)
Z_h = Numero di avviamenti orari(1/h)

Fattore di temperatura S_υ	**A**	**B**	**C**	**E**
Temperatura (υ)	Sh 98 A	Sh 64 D	Sh 80 A	Sh 64 D
> -30°C da -10°C	1,5	1,3	1,4	1,2
> -10°C da +30°C	1,0	1,0	1,0	1,0
> +30°C da +40°C	1,2	1,1	1,3	1,0
> +40°C da +60°C	1,4	1,3	1,5	1,2
> +60°C da +80°C	1,7	1,5	1,8	1,3
> +80°C da +100°C	2,0	1,8	2,1	1,6
> +100°C da +120°C	–	2,4	–	2,0
> +120°C da +150°C	–	–	–	2,8

Fattore di avviamento S_Z			
Z_h	da 120	120 da 240	oltre 240
S_Z	1,0	1,3	Contattateci

Fattore di servizio S_A		
Carico uniforme	Carico variabile	Alta dinamica con frequenti inversioni
1	1,8	2,5

ESEMPIO DI CALCOLO SENZA URTO E INVERSIONI DEL CARICO

La coppia nominale (T_{KN}) deve essere superiore alla coppia nominale richiesta dal carico (T_{LN}) tenendo conto della temperatura nelle vicinanze del giunto (Fattore di temperatura S_υ). Se non si conosce la coppia nominale richiesta dal carico è possibile utilizzare la coppia nominale del motore T_{AN}.

Condizione

$$T_{KN} > T_{AN} \cdot S_\upsilon$$

Calcolo

$$T_{AN} = \frac{9.550 \cdot P}{n}$$

Esempio di calcolo: (Senza urto)

Fattori di funzionamento:
υ = 70° C Temperatura ambiente
S_υ = 1,7 fattore di temperatura (elastomero tipo A)

Lato del carico: Pompa
T_{AN} = 85 Nm

Condizione: $T_{KN} > T_{AN} \times S_\upsilon$
$T_{KN} > 85 \text{ Nm} \cdot 1,7$
$T_{KN} > \underline{144,5 \text{ Nm}}$ ⟶ **Risultato:** Scegliere il giunto EK2/150/A (T_{KN} = 160 Nm).

ESEMPIO DI CALCOLO CON CARICO NON UNIFORME

Stesse condizioni dell'esempio precedente, in aggiunta, La coppia massima trasmissibile del giunto (T_{Kmax}) viene condizionata dalla coppia di picco (T_S) a causa dei carichi non uniformi.

Condizione

$$T_{KN} > T_{AN} \cdot S_\upsilon$$

Calcolo

$$T_{AN} = \frac{9.550 \cdot P}{n}$$

Condizione

$$T_{Kmax} > T_S \cdot S_Z \cdot S_\upsilon$$

Calcolo

$$T_S = \frac{T_{AS} \cdot S_A}{m + 1}$$

$$m = \frac{J_A \cdot J_1}{J_L \cdot J_2}$$

LIMITATORI DI COPPIA

SK SL ES

SIMBOLI

T_{KN} = Coppia nominale del giunto (Nm)
T_{AN} = Coppia massima (Nm)
T_{AS} = Coppia di picco del motore (Nm)
J_L = Momento d'inerzia del lato trasportato (kgm^2)
J_A = Momento d'inerzia della parte motrice (kgm^2)
P_{AN} = Potenza del motore (kW)
α = Accelerazione angolare (1/s^2)
t = Tempo di accelerazione/decelerazione (s)
ω = Velocità angolare (1/s)
n = Velocità di rotazione (min^{-1})
s = Passo della vite (mm)
F_V = Forza di avanzamento (N)
η = Rendimento vite
d_0 = Diametro del pignone (puleggia) (mm)
C_T = Rigidità torsionale del giunto (Nm/rad)
$J_{Masch.}$ = Momento d'inerzia della parte condotta (vite + slitta + pezzo di lavorazione + semigiunto) (kgm^2)
$J_{Mot.}$ = Momento d'inerzia della parte motrice (rotore del motore + semigiunto) (kgm^2)
f_e = Frequenza di risonanza del sistema a due masse (Hz)
φ = Angolo di deformazione (Gradi)

Fattore di avviamento S_A		
carico uniforme	carico non uniforme	Alta dinamica con frequenti inversioni
1	2	3
Fattore comune per servoazionamenti nelle macchine utensili: S_A = 2-3		

SECONDO LA COPPIA DI SGANCIO

I limitatori di coppia vengono generalmente dimensionati in funzione della coppia di sgancio richiesta, che dev'essere maggiore rispetto alla coppia richiesta per il regolare funzionamento dell' applicazione. Il valore di coppia di sgancio viene comunemente dedotto basandosi sui dati di targa degli organi interessati dal moto. A tal proposito il calcolo da fare è il seguente:

$$T_{KN} \geqq 1{,}5 \cdot T_{AS}\,(Nm)$$

oppure

$$T_{KN} \geqq 9.550 \cdot \frac{P_{AN}}{n} \cdot 1{,}5\ (Nm)$$

SECONDO L'ACCELLERAZIONE (PARTENZA SENZA CARICO)

$$T_{KN} \geqq \frac{J_L}{J_A + J_L} \cdot T_{AS} \cdot S_A \geqq \alpha \cdot J_L \,(Nm)$$

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{\pi \cdot n}{t \cdot 30}$$

SECONDO L'ACCELLERAZIONE (PARTENZA SOTTO CARICO)

$$T_{KN} \geqq \left[\frac{J_L}{J_A + J_L} \cdot (T_{AS} - T_{AN}) + T_{AN} \right] \cdot S_A \geqq \alpha \cdot J_L + T_{AN} \,(Nm)$$

SECONDO LA FORZA DI AVANZAMENTO LINEARE

Rendimento della vite
(vite a ricircolo di sfere / viti a strisciamento)

$$T_{AN} = \frac{s \cdot F_v}{2.000 \cdot \pi \cdot \eta} \quad (Nm)$$

Trasmissione a cinghia o a catena

$$T_{AN} = \frac{d_0 \cdot F_v}{2.000} \quad (Nm)$$

SECONDO LA FREQUENZA DI RISONANZA (SK2 / SK3 / SK5 CON SOFFIETTO - ES2 / ESL CON ELASTOMERO)

La frequenza di risonanza del giunto deve essere significativamente superiore o inferiore rispetto a quelle delgli altri organi interessati dalla trasmissione. Per il calcolo si applica la formula del sistema a due di masse:

$$f_e = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{C_T \cdot \frac{J_{Masch} + J_{Mot}}{J_{Masch} \cdot J_{Mot}}} \quad (Hz)$$

SECONDO LA DEFORMAZIONE TORSIONALE (SK2 / SK3 / SK5 CON SOFFIETTO - ES2 / ESL CON ELASTOMERO)

Errori di trasmissione dovuti alla torsione dei soffietti metallici o Elastomeri:

$$\varphi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{T_{AN}}{C_T} \quad (Gradi)$$

SECONDO IL SISTEMA DI BLOCCO DEL CARICO

▶ **Versione con blocco del carico**

Nei modelli SK1,SKP, la versione con mantenimento del carico presenta un margine quadruplo di sicurezza del carico. Accettarsi che i modelli a soffietto selezionati (SK2,3,5) siano della taglia adeguata. Il carico limite in questo caso non deve superare la coppia nominale del giunto (SK2,3,5).

GIUNTI CON ALLUNGA

ZA EZ

SIMBOLI

A = Lunghezza totale (mm)

AB = Distanza AB (mm)
AB = (A – 2xN)

Z = Lunghezza del tubo
Z = (A – 2xH) (mm)

H = Lunghezza giunto(mm)

N = Interasse (mm)

T_{AS} = Coppia massima (Nm)

φ = angolo di deformazione (Gradi)

C_T^B = Rigidità torsionale di entrambi gli elementi flessibili (Nm/rad)

C_T^{ZWR} = Rigidità torsionale per un metro di tubo(Nm/rad)

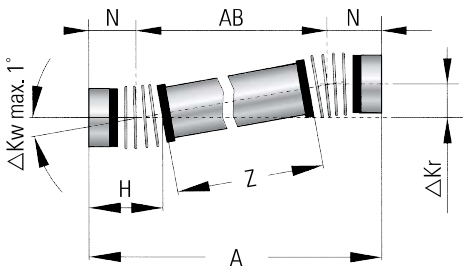
C_T^{ZA} = Rigidità torsionale totale (Nm/rad)

n_k = Velocità critica (1/min)

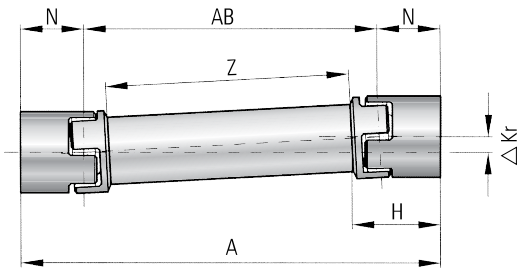
C_{Tdyn}^E = Rigidità torsionale di entrambi gli elastomeri (Nm/rad)

C_{Tdyn}^{EZ} = Rigidità torsionale totale (Nm/rad)

ZA



EZ



MODELLO ZA

Serie	Rigidità torsionale di entrambi i soffietti C_T^B (Nm/rad)	Rigidità torsionale per un metro di tubo standard C_T^{ZWR} (Nm/rad)	Rigidità torsionale per un metro di tubo in fibra di carbonio (CFK) C_T^{ZWR} (Nm/rad)	Lunghezza delle estremità di accoppiamento ZA H (mm)	Lunghezza del segmento giunto ZAE H (mm)	Lunghezza di accoppiamento N (mm)	Disallineamento assiale massimo Δ Ka (mm)
10	4.525	1.770	3.690	44,5	39,5	25	2
30	19.500	6.440	13.390	57,5	52	34	2
60	38.000	11.500	23.850	71	64	41	3
150	87.500	24.000	50.050	78	72	47	4
200	95.500	73.000	–	86	–	52	4
300	250.500	220.000	151.510	94	83	56	4
500	255.000	297.000	204.250	110	96	66	5
800	475.000	389.000	267.620	101	89	64	6
1500	1.400.000	775.000	–	92	–	56	4
4000	4.850.000	1.160.000	–	102	–	61	4

Tabella 1

MODELLO EZ

Serie	Rigidità torsionale di entrambi gli elementi		Rigidità torsionale per un metro di tubo	Lunghezza dei mozzi EZ	Quota inserimento albero	Disallineamento assiale massimo
	Elastomero di tipo A C_T^B (Nm/rad)	Elastomero di tipo B C_T^B (Nm/rad)	C_T^{ZWR} (Nm/rad)	H (mm)	N (mm)	Δ Ka (mm)
5	150	350	503	25	18	1,5
10	270	825	727	34	26	2
20	1.270	2.220	1.770	46	33	4
60	3.970	5.950	6.440	63	49	4
150	6.700	14.650	11.500	73	57	4
300	11.850	20.200	24.000	86	67	4
450	27.700	40.600	73.000	99	78	4
800	41.300	90.000	389.000	125	94	4
2500	87.500	108.000	950.000	142	108	5
4500	168.500	371.500	2.200.000	181	137	5
9500	590.000	670.000	5.500.000	229	171	6

GIUNTI CON ALLUNGA

ZA EZ

COPPIA MASSIMA TRASMISSIBILE IN FUNZIONE DEL DIAMETRO DEI FORI (NM)

Serie	Ø 6	Ø 8	Ø 12	Ø 16	Ø 19	Ø 25	Ø 30	Ø 32	Ø 35	Ø 45	Ø 50	Ø 55	Ø 60	Ø 65	Ø 70	Ø 75	Ø 80	Ø 90	Ø 120	Ø 140
5	4	10	15																	
10	6	12	20	32																
20		30	35	40	50	65														
60				65	120	150	180	200												
150					180	240	270	300	330											
300					300	340	450	520	570	630										
450							630	720	770	900	1120	1180	1350							
800									1050	1125	1200	1300	1400	1450	1500	1550	1600			
2500									1900	2600	2900	3200	3500	3800	4000	4300	4600	5200		
4500										5300	5800	6300	7000	7600	8200	8800	9400	10600	14100	
9500											9200	10100	11100	11900	12800	13800	14800	16700	22000	25600

FATTORE DI TEMPERATURA S

Temperatura (φ)		> da -30° a -10°	> da -10° a +30°	> da +30° a +40	> da +40° a +60°	> da +60° a +80°	> da +80° a +100°	> da +100° a +120°
Sh 98 A	A	1,5	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	-
Sh 64 D	B	1,7	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,4

SECONDO LA RIGIDITA' TORSIONALE

Condizione: Allunga ZA, serie 150 T_{AS} = 150Nm
Richiesta: Rigidità torsionale totale C_T^{ZA}

$$(C_T^{ZA}) = \frac{87.500 \text{ Nm/rad} \times (24.000 \text{ Nm/rad} / 1{,}344 \text{ m})}{87.500 \text{ Nm/rad} + (24.000 \text{ Nm/rad} / 1{,}344 \text{ m})} = 14.830 \text{ [Nm/rad]}$$

$$(C_T^{ZA}) = \frac{C_T^B \cdot (C_T^{ZWR}/Z)}{C_T^B + (C_T^{ZWR}/Z)} \text{ (Nm/rad)}$$

SECONDO L'ANGOLO DI DEFORMAZIONE

Condizione: Allunga ZA, serie 150 T_{AS} = 150 Nm
Richiesta: Angolo di deformazione alla coppia nominale T_{AS}

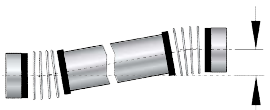
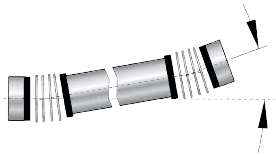
Lunghezza (A) dell'allunga - 1.5m
Lunghezza (Z) del tubo = A-(2xH) = 1.344m

$$\varphi = \frac{180 \times 150 \text{ Nm}}{\pi \times 14.830 \text{ Nm/rad}} = 0{,}579°$$

Con una coppia massima di 150Nm l'angolo di deformazione è di 0,579°

$$\varphi = \frac{180 \cdot T_{AS}}{\pi \cdot C_T^{ZA}} \text{ (Gradi)}$$

DISALLINEAMENTI MASSIMI

	Disallineamento laterale △ Kr	Disallineamento angolare △ Kw	Disallineamento assiale △ Ka
ZA			
EZ			
	$\Delta Kr_{max} = \tan \Delta \frac{Kw}{2} \cdot AB$ $AB = A - 2xN$	$\triangle Kw_{max.} = 2°$	Vedere tabella 1+2 Pagine 16+17

PROGRAMMA DI CALCOLO R+W

Utilizzando il proprio software di calcolo, R+W può calcolare le caratteristiche e il Modello più adatto alla vostra applicazione. Lunghezza totale, materiale del tubo (es. acciaio, alluminio, CFK), e altri fattori concorrono per ottenere un prodotto che ha caratteristiche tecniche uniche per la vostra applicazione.

Velocità critica	n_k	=	1/min.
Rigidità torsionale tubo	C_T^{ZWR}	=	Nm/rad
Rigidità generale	C_T^{ZA}	=	Nm/rad
Deformazione torsionale	φ	=	Gradi-Min-Sec
Peso totale	m	=	kg
Momento di inerzia	J	=	kgm^2
Disallineamento massimo	△ Kr	=	mm

