



Selezione rapida del riduttore	434
Riduttori – dimensionamento dettagliato	436
Glossario	442
Dati per l'ordine	448



Sempre al vostro fianco!

Servizi di consulenza:
Tel. 02 241357 1





Selezione rapida del riduttore

La selezione rapida del riduttore non sostituisce il dimensionamento dettagliato ma serve esclusivamente per la determinazione approssimativa della taglia. Per una scelta precisa dei riduttori procedere come indicato nel capitolo "dimensionamento dettagliato dei riduttori" oppure "dimensionamento dettagliato V-Drive®".

Per una selezione dei riduttori veloce, precisa e sicura consigliamo l'impiego di cymex®, il software di calcolo di WITTENSTEIN alpha.

<p>Funzionamento ciclico S5</p> <p>per numero di cicli ≤ 1000 / ora</p> <p>Coefficiente di utilizzo < 60% e < 20 min. ^{a)}</p>	<p>1. Determinazione della coppia di accelerazione massima del motore dai dati del motore</p> $T_{MaxMot} \text{ [Nm]}$ <p>2. Determinazione della coppia di accelerazione massima disponibile all'uscita del riduttore T_{2b} [Nm]</p> $T_{2b} = T_{MaxMot} \cdot i$ <p>3. Confronto tra la coppia di accelerazione massima disponibile T_{2b} [Nm] e la coppia di accelerazione massima ammissibile T_{2B} [Nm] all'uscita del riduttore</p> $T_{2b} \leq T_{2B}$	<p>4. Determinazione del diametro del morsetto calettatore (vedere le schede tecniche)</p> <p>5. Confronto tra la lunghezza dell'albero motore L_{Mot} [mm] e le quote min. e max. nel disegno corrispondente</p>
<p>Funzionamento continuativo S1</p> <p>Coefficiente di utilizzo ≥ 60% o ≥ 20 min. ^{a)}</p>	<p>1. Selezione secondo funzionamento ciclico S5</p> <p>2. Determinazione della coppia del motore</p> $T_{1NMot} \text{ [Nm]}$ <p>3. Determinazione della coppia nominale disponibile sul lato di uscita del riduttore T_{2n} [Nm]</p> $T_{2n} = T_{1NMot} \cdot i$	<p>4. Confronto tra la coppia nominale disponibile T_{2n} [Nm] e la coppia nominale ammissibile T_{2N} [Nm] sul lato di uscita del riduttore</p> $T_{2n} \leq T_{2N}$ <p>5. Determinazione della velocità in ingresso disponibile</p> $n_{1n} \text{ [rpm]}$ <p>6. Confronto della velocità in ingresso disponibile n_{1n} [rpm] con la velocità nominale ammissibile n_{1N} [rpm]</p> $n_{1n} \leq n_{1N}$

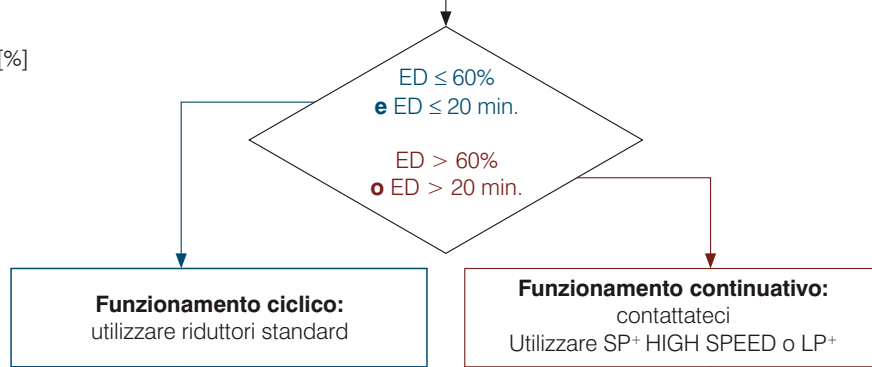
^{a)} Consigliato da WITTENSTEIN alpha. Contattateci.

Funzionamento ciclico **S5** e funzionamento continuativo **S1**

Calcolo del coefficiente di utilizzo ED

$$ED = \frac{(t_b + t_c + t_d)}{(t_b + t_c + t_d + t_e)} \cdot 100 [\%]$$

$$ED = (t_b \cdot t_c + t_d) [\text{rpm}]^{\text{a)}$$



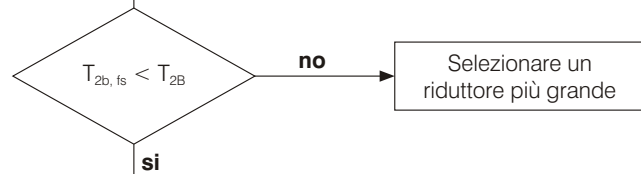
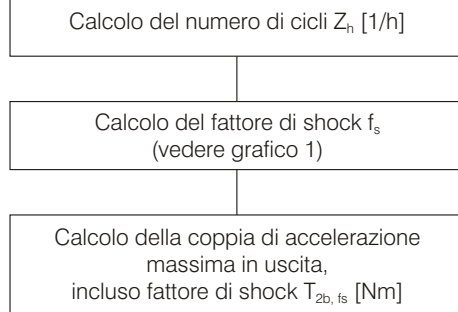
$$Z_h^{\text{a)}$$

^{a)} Vedere il grafico 1 "fattore di shock"

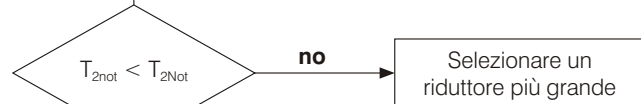
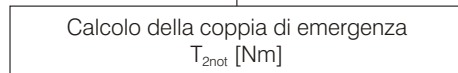
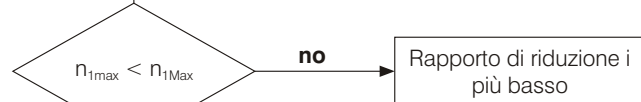
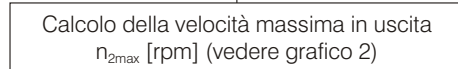
f_s dipende da Z_h
(grafico 1)

T_{2b} = dipende dall'applicazione

$$T_{2b, fs} = T_{2b} \cdot f_s$$



n_{2max} = dipende dall'applicazione



i in funzione di
 n - velocità in uscita richiesta (applicazione)
 - velocità in ingresso consigliata (riduttore/motore)

$$n_{1max} = n_{2max} \cdot i$$

$$n_{1max} \leq n_{1Mot max}$$

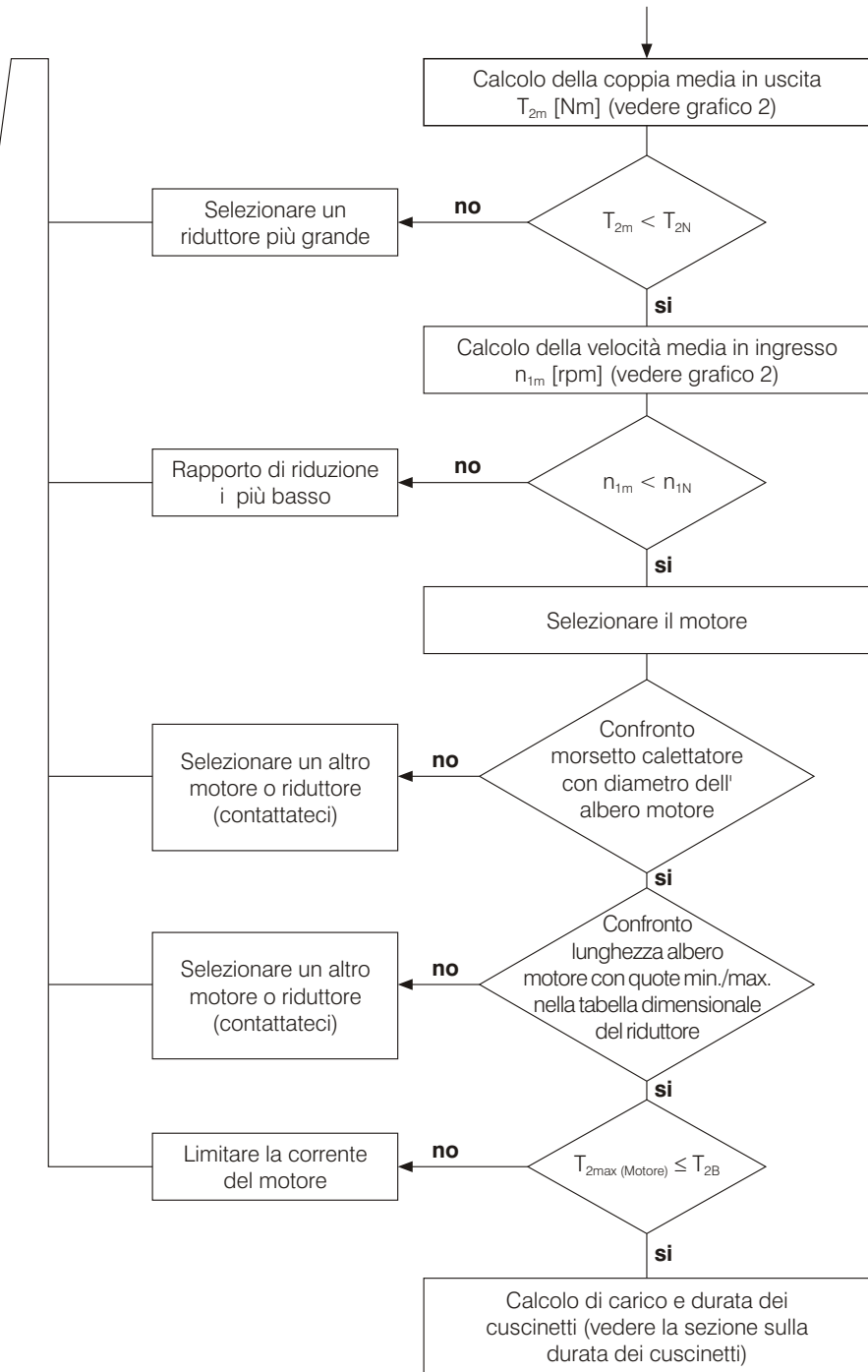
T - in funzione della coppia in uscita e in ingresso

$$T_{1b} = T_{2b} \cdot \frac{1}{i} \cdot \frac{1}{\eta} \quad T_{1b} \leq T_{mot max}$$

λ - dal rapporto risultante tra i momenti d'inerzia.
 Valore di riferimento: $1 \leq \lambda \leq 10$
 (per il calcolo, vedere **alpha**beta)

T_{2not} dipende dall'applicazione

Per i valori caratteristici massimi ammissibili del vostro riduttore, vedere i relativi dati tecnici. Per il dimensionamento dei riduttori V-Drive, vedere la sezione "V-Drive - dimensionamento dettagliato".



$$T_{2m} = \sqrt[3]{\frac{|n_{2b}| \cdot t_b \cdot |T_{2b}|^3 + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n \cdot |T_{2n}|^3}{|n_{2b}| \cdot t_b + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n}}$$

$$n_{2m} = \frac{|n_{2b}| \cdot t_b + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n}{t_b + \dots + t_n} \quad \text{incl. tempo di pausa}$$

$$n_{1m} = n_{2m} \cdot i$$

$$D_{W, Mot} \leq D_{Morsetto}$$

L'albero motore deve poter essere inserito nel morsetto calettatore.

1. L'albero motore deve essere sufficientemente largo da entrare nel morsetto senza urtare.

$$T_{2max (Motore)} = T_{1max (Motore)} \cdot i \cdot \eta_{Riduttore}$$

2. Con motore a pieno carico, il riduttore non deve subire danno; se necessario limitare la corrente del motore.

Grafico 1
Applicazioni con rapide inversioni associate a brevi tempi di accelerazione possono provocare vibrazioni nel sistema. I sovraccarichi conseguenti devono essere considerati utilizzando il fattore di shock f_s .

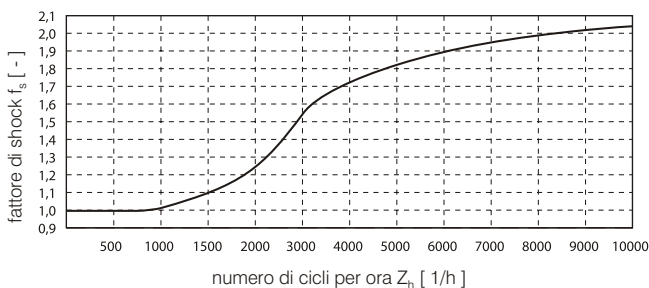
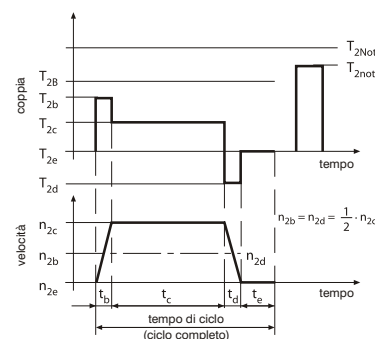
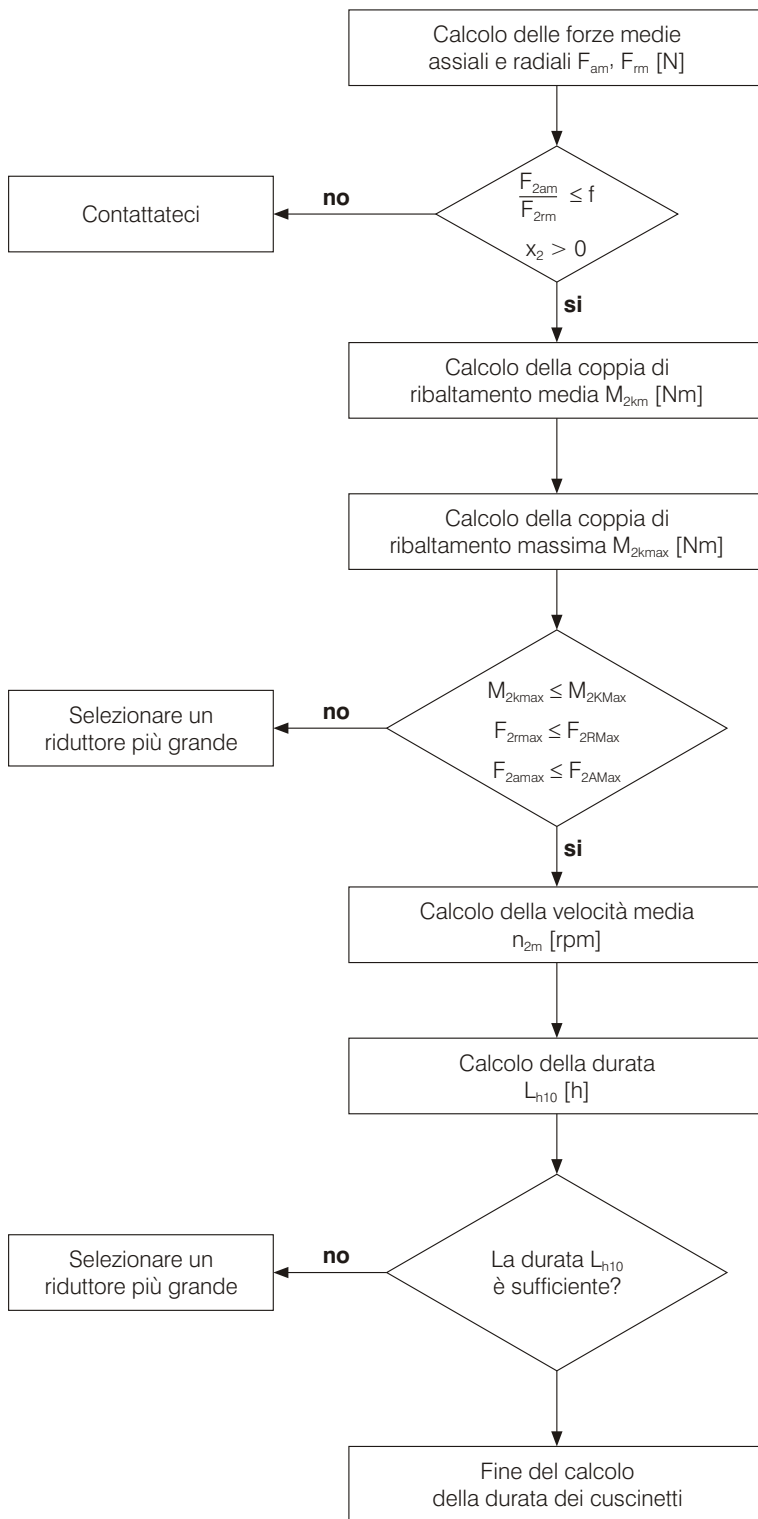


Grafico 2
Carichi in uscita.
Se in funzionamento continuativo S1 il riduttore è sottoposto a una coppia uguale o inferiore alla coppia nominale T_{2N} , la resistenza a fatica degli ingranaggi è garantita. Se la velocità in ingresso è inferiore o uguale alla velocità nominale n_{1N} , in condizioni ambiente normali la temperatura del riduttore non supererà i 90°C.



Durata dei cuscinetti L_{h10} (cuscinetti in uscita)



$$F_{2am} = \sqrt[3]{\frac{|n_{2b}| \cdot t_b \cdot |F_{2ab}|^3 + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n \cdot |F_{2an}|^3}{|n_{2b}| \cdot t_b + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n}}$$

$$F_{2rm} = \sqrt[3]{\frac{|n_{2b}| \cdot t_b \cdot |F_{2rb}|^3 + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n \cdot |F_{2rn}|^3}{|n_{2b}| \cdot t_b + \dots + |n_{2n}| \cdot t_n}}$$

$$M_{2km} = \frac{F_{2am} \cdot y_2 + F_{2rm} \cdot (x_2 + z_2)^a}{W}$$

$$M_{2kmax} = \frac{F_{2amax} \cdot y_2 + F_{2rmax} \cdot (x_2 + z_2)^a}{W}$$

^{a)} x_2, y_2, z_2 in mm

$$n_{2m} = \frac{n_{2b} \cdot t_b + \dots + n_{2n} \cdot t_n}{t_b + \dots + t_n}$$

$$L_{h10} = \frac{16666}{n_{2m}} \cdot \left[\frac{K1_2}{M_{2km}} \right]^{p_2}$$

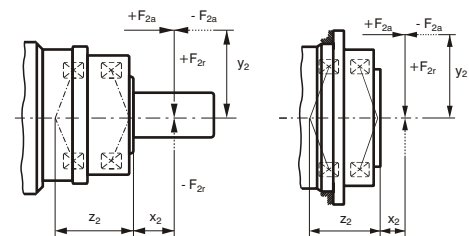
	metrico
W	1000

	TP+/TPK+	SP+/SPK+	LP+/LPB+ LPK+	CP
f	0,37	0,40	0,24	0,24

LP+/LPB+/LPK+	050	070	090	120	155
z_2 [mm]	20	28,5	31	40	47
K_{12} [Nm]	75	252	314	876	1728
p_2	3	3	3	3	3

CP	040	060	080	115
z_2 [mm]	12,5	19,5	23,5	28,5
K_{12} [Nm]	15,7	70,0	157,0	255,0
p_2	3	3	3	3

Esempio con albero in uscita e flangia:

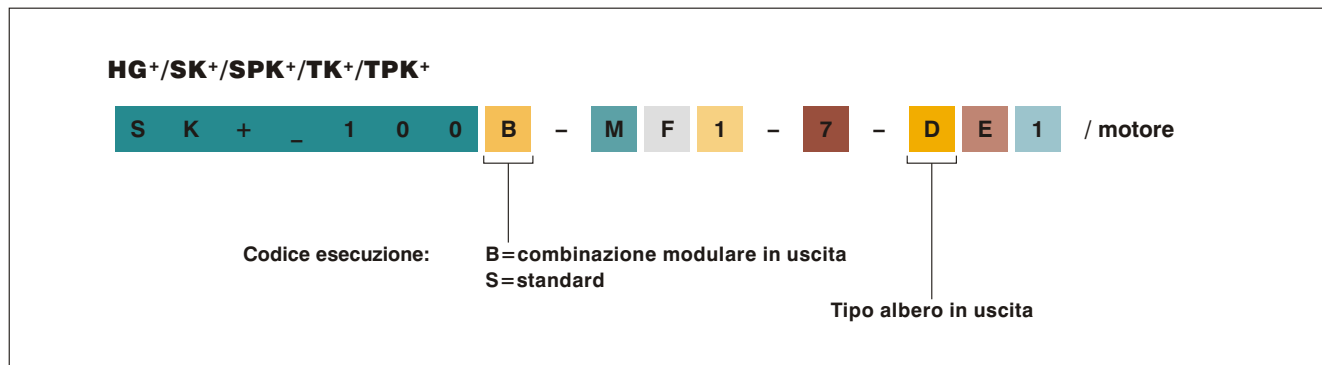


SP+/SPK+	060	075	100	140	180	210	240
z_2 [mm]	42,2	44,8	50,5	63,0	79,2	94,0	99,0
K_{12} [Nm]	795	1109	1894	3854	9456	15554	19521
p_2	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33

TP+/TPK+	004	010	025	050	110	300	500	2000	4000
z_2 [mm]	57,6	82,7	94,5	81,2	106,8	140,6	157	216	283
K_{12} [Nm]	536	1325	1896	4048	9839	18895	27251	96400	184000
p_2	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33













TK+ / SK+ / HG+ / LK+: Calcolo con cymex®.
Per chiarimenti, contattateci.

Sistema modulare “Esecuzione uscita”



Quando si seleziona una combinazione modulare in uscita, selezionare la lettera “B” per l’indicazione del tipo di esecuzione nel codice d’ordine. La cifra corrispondente al tipo di uscita desiderata va ricavata dalla matrice per sistemi modulari.

Esempio: se si sceglie un SK+ con albero liscio e si desidera un’ ulteriore uscita sul lato posteriore con albero con chiavetta, selezionare la lettera “G” e riportarla nel codice d’ordine sotto “Tipo albero in uscita”.

		Esecuzione uscita					
		Lato posteriore					
Lato anteriore		Albero liscio	Albero con chiavetta	Albero cavo	Interfaccia cava passante	Fondo chiuso	
SK+ / SPK+	 Albero liscio	D	G	A	-	0*	
	 Albero con chiavetta	E	H	B	-	1*	
	 A evolvente	F	I	C	-	2*	
SPK+	 Albero cavo cieco	O	P	N	-	5*	
TK+	 Flangia cava passante	D	G	6	5*	0	
TPK+	 Flangia	D	G	6	-	0*	
HG+	 Interfaccia cava passante	D	G	6*	5*	0	

* Versione standard: specificare “S” nel codice d’ordine

L' **alpha**beta

Arcominuto (arcmin)

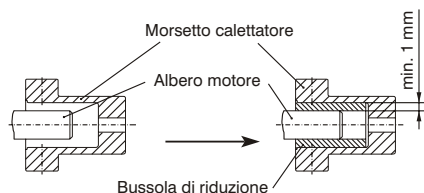
Un grado è suddiviso in 60 minuti d'arco (= 60 arcmin = 60'). Un gioco torsionale di 1 arcmin indica quindi che l'uscita può torcersi di (1/60)°.

Le conseguenze effettive per l'applicazione sono determinate in base alla lunghezza d'arco: $b = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \alpha^\circ / 360^\circ$.

Ad esempio, un pignone con un raggio $r = 500$ mm su un riduttore con gioco torsionale standard $j_t = 3'$ può dare un errore di posizionamento di $b = 0,4$ mm.

Bussola di riduzione

Se il diametro dell'albero motore è più piccolo di quello del → **morsetto calettatore**, viene utilizzata una bussola di riduzione per compensare la differenza di diametro.



Cinghia

Il profilo AT della puleggia standard WITTENSTEIN è appositamente studiato per garantire una trasmissione di coppia priva di gioco.

Diametro effettivo

$$d_o = \text{numero denti } z \times \text{passo } p / \pi$$

Per azionamenti lineari è consigliabile il precarico $F_p \geq F_r$

Il carico radiale sull'albero di uscita per determinare la durata dei cuscinetti è:

$$F_r = 2 \times F_p$$

Coefficiente di utilizzo (ED)

Il coefficiente di utilizzo ED si ricava da un ciclo. La somma degli intervalli di accelerazione (t_b), moto costante (t_c) e frenata (t_d) determina il coefficiente di utilizzo in minuti. Per il calcolo del coefficiente percentuale si utilizza, in aggiunta, l'intervallo di pausa t_e .

$$ED [\%] = \frac{t_b + t_c + t_d}{t_b + t_c + t_d + t_e} \cdot 100 \cdot \frac{\text{Tempo di movimento}}{\text{Tempo di ciclo}}$$

$$ED [\text{min}] = t_b + t_c + t_d$$

Coppia (M)

La coppia è la forza motrice efficace di un movimento rotatorio. Si tratta del prodotto di braccio di leva e forza. $M = F \cdot l$

Coppia di accelerazione (T_{2B})

La coppia di accelerazione T_{2B} è la coppia massima ammissibile che il riduttore è in grado di supportare in uscita per brevi periodi con numero di cicli $\leq 1000/h$.

Per numeri di cicli $> 1000/h$, occorre prendere in considerazione anche il → **fattore di shock**. T_{2B} è il parametro di limitazione nel funzionamento ciclico.

Coppia di emergenza (T_{2Not})

La coppia di emergenza [Nm] T_{2Not} è la coppia massima ammissibile sull'uscita del riduttore. Può essere raggiunta al massimo 1000 volte durante la vita del riduttore e non può mai essere superata.

Coppia di ribaltamento (M_{2K})

La coppia di ribaltamento M_{2K} si ricava dalle → **forze assiali e radiali** agenti e dai punti di azione di tali forze riferiti ai cuscinetti radiali interni del lato di uscita.

Coppia nominale (T_{2N})

La coppia nominale [Nm] T_{2N} è la coppia che un riduttore può trasmettere continuamente in un intervallo di tempo prolungato, cioè in → **funzionamento continuativo** (senza usura).

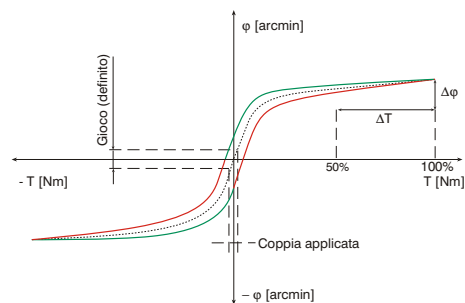
Coppia senza carico (T_{012})

La coppia senza carico T_{012} è la coppia che deve essere indotta nel riduttore per poter superare l'attrito interno e viene, pertanto, considerata come coppia dissipativa. I valori nel catalogo WITTENSTEIN alpha si riferiscono ad una velocità $n_1 = 3000$ rpm e a una temperatura ambiente di 20°C.

T_{012} : 0 senza carico 1 → 2 dal lato di ingresso verso il lato di uscita

Curva di isteresi

Per la determinazione delle rigidità torsionali di un riduttore viene eseguita la misurazione dell'isteresi. Il risultato di questa misurazione è la curva di isteresi.



Con albero di ingresso bloccato, il riduttore viene caricato e scaricato in uscita in entrambe le direzioni con una coppia che aumenta in modo continuativo fino a T_{2B} . L'angolo di torsione viene tracciato in funzione della coppia.

Si ottiene una curva chiusa, dalla quale è possibile ricavare il → **gioco torsionale** e la → **rigidezza torsionale**.

cymex®

cymex® è il software di calcolo per il dimensionamento di catene cinematiche complete. Siamo a vostra disposizione per corsi di formazione, in modo che possiate sfruttare al meglio tutte le funzionalità di questo software.

Dati tecnici

I dati tecnici relativi all'intera gamma di prodotti sono disponibili per il download sul sito web di WITTENSTEIN alpha.

Per richieste, proposte e osservazioni potete anche contattarci via e-mail:

info@wittenstein.it.

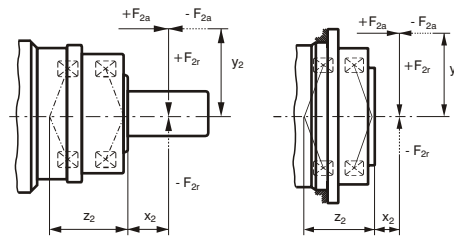
Errore di uniformità di rotazione (deviazione di sincronismo)

L'errore di uniformità di rotazione è rappresentato dalle variazioni della velocità che si registrano tra il lato di ingresso e quello di uscita durante un giro dell'albero in uscita. È dovuto alle tolleranze di lavorazione e determina lievi scostamenti angolari o variazioni del rapporto di riduzione.

Flangia di adattamento

Per l'accoppiamento di motore e riduttore WITTENSTEIN alpha utilizza un sistema di piastre di adattamento standardizzate. In tal modo è possibile montare sui riduttori WITTENSTEIN alpha motori di qualsiasi costruttore, con la massima semplicità.

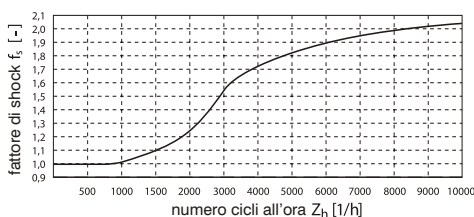
Esempio con albero in uscita e flangia:



Fattore di shock (f_s)

La coppia di accelerazione massima ammissibile fornita a catalogo nel funzionamento ciclico si riferisce ad un numero di cicli inferiore a 1000/h. Numeri di cicli superiori associati a tempi di accelerazione brevi possono determinare delle oscillazioni nel sistema di azionamento. I sovraccarichi conseguenti possono essere presi in considerazione mediante l'uso del fattore di shock f_s .

Con l'ausilio della curva è possibile determinare il fattore di shock f_s . Il valore ricavato viene, quindi, moltiplicato con la coppia di accelerazione effettivamente disponibile T_{2b} per consentirne il confronto con la coppia di accelerazione massima ammissibile T_{2B} . ($T_{2b} \cdot f_s = T_{2b,fs} < T_{2B}$)



Forza assiale (F_{2AMax})

Una forza assiale F_{2AMax} su un riduttore agisce parallelamente all'albero in uscita (nei riduttori SP+/LP+/SPK+) o perpendicolarmente alla flangia di uscita (TP+).

In alcune circostanze, tale forza agisce in modo disassato rispetto a un braccio di leva y_2 . In questo caso si produce anche un momento flettente.

Se la forza assiale supera il valore ammissibile a catalogo, è necessario prevedere componenti aggiuntivi (ad esempio, cuscinetti assiali) in grado di supportarla.

Forza radiale (F_R)

La forza radiale è quella componente della forza che agisce trasversalmente rispetto all'albero in uscita (SP+/LP+/ SPK+) o parallelamente alla flangia in uscita (TP+). Tale forza agisce perpendicolarmente alla forza assiale e può avere una distanza assiale x_2 dalla sporgenza dell'albero (SP+/LP+) o dalla flangia dell'albero (TP+) che agisce come braccio di leva. La forza radiale genera un momento flettente (vedere anche Forza assiale).

Frequenza di ingranamento dei denti (f_z)

La frequenza di ingranamento dei denti può generare, in determinate circostanze, problemi di oscillazioni nell'applicazione, quando la frequenza di eccitazione corrisponde alla frequenza propria della applicazione. La frequenza di ingranamento può essere calcolata per tutti i riduttori SP+, TP+, LP+ e CP utilizzando la formula $f_z = 1,8 \cdot n_2$ [rpm].

A parità di velocità in uscita, questa grandezza è, quindi, indipendente dal rapporto di riduzione. Se dovesse risultare problematica, è possibile modificare la frequenza propria del sistema, oppure selezionare un altro riduttore (ad esempio, un riduttore ipoide) con una diversa frequenza di ingranamento.

Funzionamento ciclico (S5)

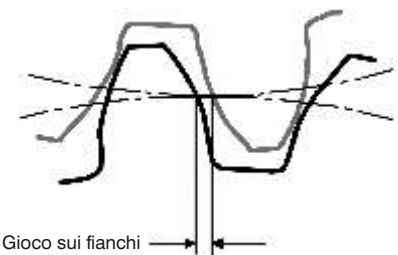
Il funzionamento ciclico è definito mediante il \rightarrow **coefficiente di utilizzo**. Se è inferiore al 60 % o ha una durata inferiore a 20 minuti siamo in presenza di un funzionamento ciclico (\rightarrow **Tipi di funzionamento**).

Funzionamento continuativo (S1)

Il funzionamento continuativo è definito mediante il \rightarrow **coefficiente di utilizzo**. Se tale parametro è superiore al 60 % o ha una durata superiore a 20 minuti siamo in presenza di un funzionamento continuativo. \rightarrow **Tipo di funzionamento**.

Gioco torsionale (j_t)

Per gioco torsionale j_t si intende l'angolo di torsione massimo dell'albero in uscita rispetto all'ingresso. Viene misurato con albero in ingresso bloccato.



L'uscita viene quindi caricata con una coppia di prova definita, per superare l'attrito interno del riduttore. L'elemento principalmente rilevante per il gioco torsionale è il gioco sui fianchi tra i denti.

Il basso gioco torsionale dei riduttori WITTENSTEIN alpha è reso possibile dall'alta precisione di lavorazione e dalla combinazione mirata delle ruote dentate.

Gradi di protezione (IP)

I gradi di protezione sono definiti nella norma DIN EN 60529 "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)".

Il grado di protezione IP (acronimo di International Protection) è contrassegnato da un codice a due cifre. La prima cifra indica il grado di protezione contro l'ingresso di corpi estranei, mentre la seconda indica la protezione contro l'infiltrazione di acqua.

Esempio:

IP65

Protezione contro l'ingresso di polvere (a tenuta di polvere)

Protezione contro getti d'acqua

HIGH SPEED (MC)

La variante HIGH SPEED del riduttore SP+ è stata sviluppata specificatamente per applicazioni caratterizzate da funzionamento continuativo ad alte velocità in ingresso.

Questo riduttore trova applicazione tipicamente nei settori delle macchine da stampa e confezionamento.

HIGH TORQUE (MA)

Variante speciale della serie TP+ per applicazioni nelle quali sono richieste coppie più elevate ed una rigidità senza eguali.

MA = HIGH TORQUE

MC = HIGH SPEED

MF = Varianti standard dei servoriduttori WITTENSTEIN alpha.

Jerk

Il jerk misura la variazione dell'accelerazione nel tempo, ovvero la derivata della accelerazione rispetto al tempo.

Viene definito "urto" quando la curva di accelerazione mostra una discontinuità, cioè quando il jerk tende a ∞ .

Marchiatura "Ex"



Gli apparecchi marchiati EX rispondono alla direttiva europea 94/9/EC (ATEX) e sono certificati ambienti a rischio di esplosioni.

Informazioni dettagliate sui gruppi e le categorie di esplosione o ulteriori informazioni su questi riduttori sono disponibili su richiesta.

Marchiatura "NSF"



I lubrificanti certificati con grado H1 dalla NSF (National Sanitation Foundation) possono essere impiegati nel settore alimentare dove l'occasionale contatto con gli alimenti risulta inevitabile.

Momento d'inerzia (J)

Il momento d'inerzia J misura lo sforzo di un corpo per mantenere il proprio stato (fermo o in moto).

Morsetto calettatore

Il morsetto calettatore serve a realizzare un accoppiamento di forza tra albero motore e riduttore.

Se il diametro dell'albero motore è più piccolo di quello del morsetto calettatore viene utilizzata una **→ bussola di riduzione** per l'accoppiamento.

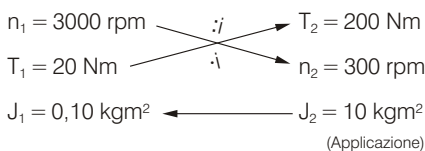
Precisione di posizionamento

La precisione di posizionamento è determinata dallo scostamento angolare rispetto al valore di riferimento e viene espressa come somma degli angoli di torsione generatisi contemporaneamente nella prassi sia in funzione del carico **→ (rigidezza torsionale e gioco torsionale)** sia della velocità **→ (errore di uniformità di rotazione)**.

Rapporto di riduzione (i)

Il rapporto di riduzione i indica il fattore di conversione applicato dal riduttore sui tre parametri rilevanti di un moto (velocità, coppia e momento d'inerzia).

Si ricava dalla geometria della dentatura (ad esempio: $i = 10$).



Rapporto tra momenti d'inerzia ($\lambda = \text{Lambda}$)

Il rapporto tra momenti d'inerzia λ è il rapporto tra il momento d'inerzia esterno (lato applicazione) e il momento d'inerzia interno (lato motore e riduttore).

Si tratta di una grandezza importante per la possibilità di regolare e controllare l'applicazione. La precisione di regolazione dei processi dinamici diminuisce quanto maggiore è la diversità tra i momenti d'inerzia e, quindi, quanto maggiore è λ .

Come valore di riferimento, WITTENSTEIN alpha consiglia di mantenere $\lambda < 5$.

Un riduttore diminuisce l'inerzia esterna di un fattore di $1/i^2$.

$$\lambda = \frac{J_{\text{esterno}}}{J_{\text{interno}}}$$

J_{esterno} ridotto dal riduttore:

$$J'_{\text{esterno}} = J_{\text{esterno}} / i^2$$

Applicazioni semplici ≤ 10

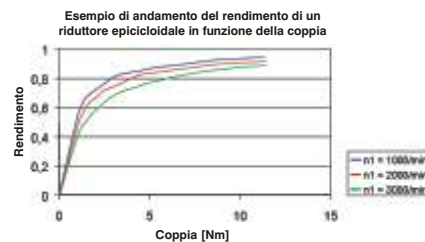
Applicazioni dinamiche ≤ 5

Applicazioni ad alta dinamica ≤ 1

Rendimento (η)

Il rendimento [%] η è il rapporto tra la potenza in uscita e la potenza in ingresso. Le perdite di potenza in forma di attrito fanno sì che il rendimento sia sempre inferiore a 1, ovvero inferiore al 100 %.

$$\eta = P_{\text{out}} / P_{\text{in}} = (P_{\text{in}} - P_{\text{perdite}}) / P_{\text{in}} = 1 - \frac{P_{\text{perdite}}}{P_{\text{in}}}$$



A questo riguardo, WITTENSTEIN alpha fornisce sempre il rendimento di un riduttore in relazione al funzionamento a pieno carico (T_{2B}).

In caso di potenza in ingresso o coppia più bassa, il rendimento diminuisce con coppia senza carico costante, senza che si registri un aumento nella perdita di potenza.

Anche la velocità influenza il rendimento, come mostra il grafico di esempio sopra.

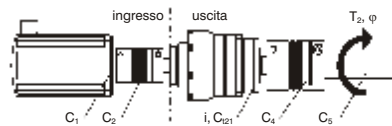
Rigidezza torsionale (C_{t21})

La rigidità torsionale C_{t21} [Nm/arcmin] è definita come quoziente ricavato dalla coppia applicata e dall'angolo di torsione generato ($C_{t21} = \Delta T / \Delta \phi$). In altri termini, tale valore indica la coppia necessaria per torcere l'albero in uscita di 1 arcmin.

La rigidità torsionale è definita tramite la **→ curva di isteresi**.

A tal fine viene considerato solo il campo compreso tra il 50% e il 100% di T_{2B} , dove l'andamento della curva può essere considerato praticamente lineare.

Rigidezza torsionale C , Angolo di torsione Φ



Per semplificare la rigidezza torsionale in uscita:

$$C_{(n),uscita} = C_{(n),ingresso} * i^2$$

con i = rapporto di riduzione [-]

$C_{(n)}$ = rigidezza dell' n-esimo stadio
[Nm/arcmin]

Avvertenza: la rigidezza torsionale C_{i2i} del riduttore è sempre riferita all'uscita.

Calcolo della rigidezza torsionale totale:

$$1/C_{tot} = 1/C_{1,uscita} + 1/C_{2,uscita} + \dots + 1/C_{(n)}$$

Angolo di torsione Φ [arcmin]

$$\Phi = T_2 * 1/C_{tot}$$

con T_2 = Coppia in uscita [Nm]

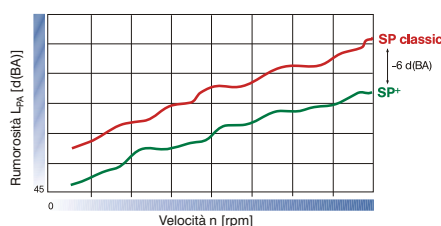
Rumorosità (L_{PA})

La bassa rumorosità L_{PA} di un'applicazione sta diventando una caratteristica sempre più importante anche ai fini della salvaguardia ambientale e della salute. Nei nuovi riduttori SP+, WITTENSTEIN alpha è riuscita a diminuire di ulteriori 6 dB(A) la rumorosità rispetto ai predecessori della serie SP (corrispondente ad una riduzione di un quarto del livello sonoro).

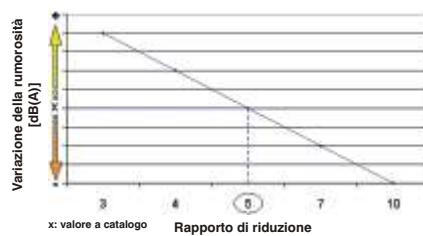
A seconda della taglia, tale valore è compreso tra 64 e 70 dB(A).

Il rapporto di riduzione e la velocità influenzano entrambi la rumorosità. Nei grafici sotto è possibile notare tali correlazioni sotto forma di tendenze. In generale vale quanto segue: ad alte velocità corrisponde un più alto livello di rumorosità, mentre a rapporti di riduzione più alti corrisponde una rumorosità più bassa.

I dati a catalogo si riferiscono a riduttori con un rapporto di riduzione $i = 10/100$ e una velocità pari a $n = 3000$ rpm.



Variazione della rumorosità in funzione del rapporto di riduzione



x: valore a catalogo Rapporto di riduzione

Sicurezza

Per assi con particolari requisiti di sicurezza (es. assi precaricati, assi verticali e assi a rischio elevato) consigliamo di utilizzare i nostri riduttori alpheno®, RP+, TP+, TP+ HIGH TORQUE o di contattare il Team tecnico WITTENSTEIN per individuare la soluzione più idonea.

T_{2Max}

T_{2max} - coppia massima che può essere trasmessa dal riduttore.

Questo valore può essere scelto per applicazioni compatibili con un lieve incremento del gioco.

T_{2Servo}

T_{2servo} - coppia trasmissibile dal riduttore con massima precisione.

L'aumento del gioco tipico dei riduttori a vite senza fine viene ridotto grazie alla ottimizzazione del profilo cavo del dente.

Tipo di funzionamento (funzionamento continuativo S1 e funzionamento ciclico S5)

Per la scelta del riduttore è importante distinguere tra funzionamento ciclico (S5), quando il profilo di movimento è caratterizzato da fasi frequenti di accelerazione e decelerazione, e funzionamento continuativo (S1), caratterizzato da un profilo con lunghe fasi di movimento collegate.

Velocità (n)

Le due velocità rilevanti per il dimensionamento dei riduttori sono la velocità massima e la velocità nominale in ingresso. La velocità massima ammissibile n_{1Max} non può essere superata ed in base ad essa viene configurato il → **funzionamento ciclico**. La velocità nominale n_{1N} non può essere superata nel → **funzionamento continuativo**.

La velocità nominale viene limitata dalla temperatura della carcassa, che non deve essere superiore a 90°C.

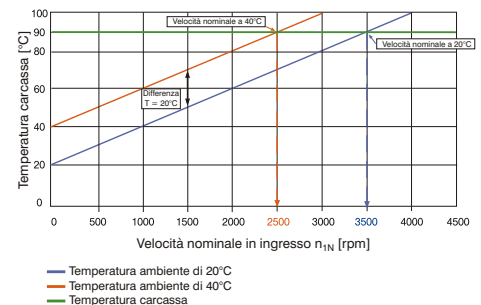
Il valore a catalogo della velocità nominale in ingresso si riferisce ad una temperatura ambiente di 20°C.

Come si vede dal grafico sotto, in caso di temperatura esterna superiore il limite di temperatura viene raggiunto prima.

In altri termini, in caso di aumento della temperatura ambiente occorre ridurre la velocità nominale in ingresso.

I valori validi per il proprio riduttore possono essere richiesti a WITTENSTEIN alpha.

Esempio:



WITTENSTEIN alpha speedline®

Su richiesta, la maggior parte delle famiglie di riduttori WITTENSTEIN alpha possono essere approntati per la spedizione in 24 o 48 ore.

Riepilogo delle formule

Coppia [Nm]	$T = J \cdot \alpha$	J = momento d'inerzia di massa [kgm ²] α = accelerazione angolare [1/s ²]
Coppia [Nm]	$T = F \cdot l$	F = forza [N] l = leva, lunghezza [m]
Forza di accelerazione [N]	$F_b = m \cdot a$	m = massa [kg] a = accelerazione lineare [m/s ²]
Forza di attrito [N]	$F_{Attrito} = m \cdot g \cdot \mu$	g = accelerazione gravitazionale 9,81 m/s ² μ = coefficiente di attrito
Velocità angolare [1/s]	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n / 60$	n = velocità [rpm] π = PI = 3,14...
Velocità lineare [m/s]	$v = \omega \cdot r$	v = velocità lineare [m/s] r = raggio [m]
Velocità lineare [m/s] (vite)	$v_{sp} = \omega \cdot h / (2 \cdot \pi)$	h = passo della vite [m]
Accelerazione lineare [m/s ²]	$a = v / t_b$	t_b = tempo di accelerazione [s]
Accelerazione angolare [1/s ²]	$\alpha = \omega / t_b$	
Sviluppo del pignone [mm]	$s = m_n \cdot z \cdot \pi / \cos \beta$	m_n = modulo normale z = numero dei denti [-] β = angolo d'elica [°]

Tabella di conversione

1 mm	= 0,039 in
1 Nm	= 8,85 in.lb
1 kgcm ²	= 8,85 x 10 ⁻⁴ in.lb.s ²
1 N	= 0,225 lb _f
1 kg	= 2,21 lb _m

Simboli

Simbolo	Unità	Significato
C	Nm/arcmin	Rigidezza
ED	%, min	Coefficiente di utilizzo
F	N	Forza
f_s	–	Fattore di shock
f_t	–	Coefficiente termico
f_e	–	Fattore per coefficiente di utilizzo
i	–	Rapporto di riduzione
j	arcmin	Gioco
J	kgm ²	Momento d'inerzia
K1	Nm	Fattore di calcolo per i cuscinetti
L	h	Durata
L_{PA}	dB(A)	Rumorosità
m	kg	Massa
M	Nm	Momento
n	rpm	Velocità
p	–	Esponente per calcolo dei cuscinetti
η	%	Rendimento
t	s	Tempo
T	Nm	Coppia
v	m/min	Velocità lineare
x	mm	Distanza del carico radiale dalla battuta dell'albero
y	mm	Distanza del carico assiale dalla battuta dell'albero
z	mm	Fattore di calcolo per i cuscinetti
Z	1/h	Numero di cicli

Indici

Lettere maiuscole	Valori da catalogo
Lettere minuscole	Valori calcolati
1	Ingresso
2	Uscita
3	Lato uscita posteriore (per i riduttori ipoidi)
A/a	Assiale
B/b	Accelerazione
c	Costante
cym	Valori cymex® (valori caratteristici in funzione del carico)
d	Ritardo
e	Pausa
h	Ore
K/k	Ribaltamento
m	Medio
Max/max	Massimo
Mot	Motore
N	Nominale
Not/not	Emergenza
0	Funzionamento senza carico
R/r	Radiale
t	Torsionale
T	Tangenziale

Dati per l'ordine

Tipo di riduttore TP+ 004 – TP+ 4000 SP+ 060 – SP+ 240	Esecuzione riduttore S = Standard A = Momento di inerzia ottimizzato ^{b)} E = ATEX ^{b)} F = Lubrificante per settore alimentare ^{b)} G = Grasso ^{b)} L = Attrito ottimizzato (SP+ 100 - 240 HIGH SPEED) W = Resistente alla corrosione ^{b)}	Varianti riduttore M = Accoppiamento diretto al motore S = Versione separata	Versione riduttore F = Standard A = HIGH TORQUE (solo TP+) C = HIGH SPEED (solo SP+)	Numero di stadi 1 = 1-stadio 2 = 2-stadi 3 = 3-stadi
---	--	---	--	--

^{a)} Calettatori da ordinare separatamente. Vedere capitolo Accessori - Calettatori, pag. 429.
^{b)} Dati tecnici ridotti disponibili su richiesta

Rapporti di riduzione Vedere le schede tecniche	Tipo albero in uscita 0 = Albero liscio / flangia 1 = Albero con chiave 2 = Ad evolvente DIN 5480 3 = Uscita sistema 4 = Speciale 5* = Albero cavo cieco liscio (SP+) ^{a)}	Diametro del morsetto calettatore (Vedere le schede tecniche e la tabella dei diametri del morsetto calettatore)	Gioco 1 = Standard 0 = Ridotto (Vedere le schede tecniche)	Collegamento lato motore S = Calettatore K = Giunto
---	--	--	---	--

x = Esecuzione speciale

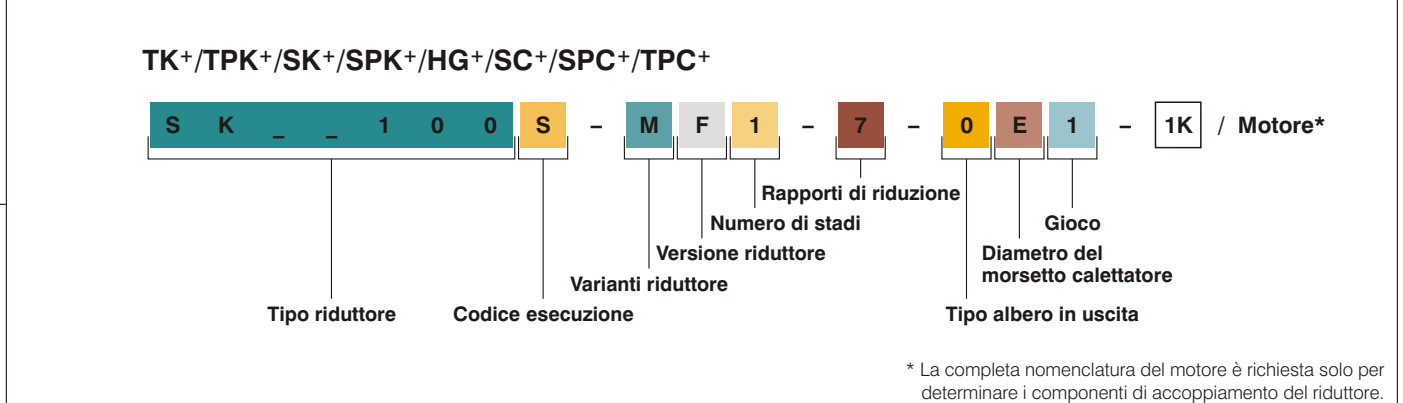
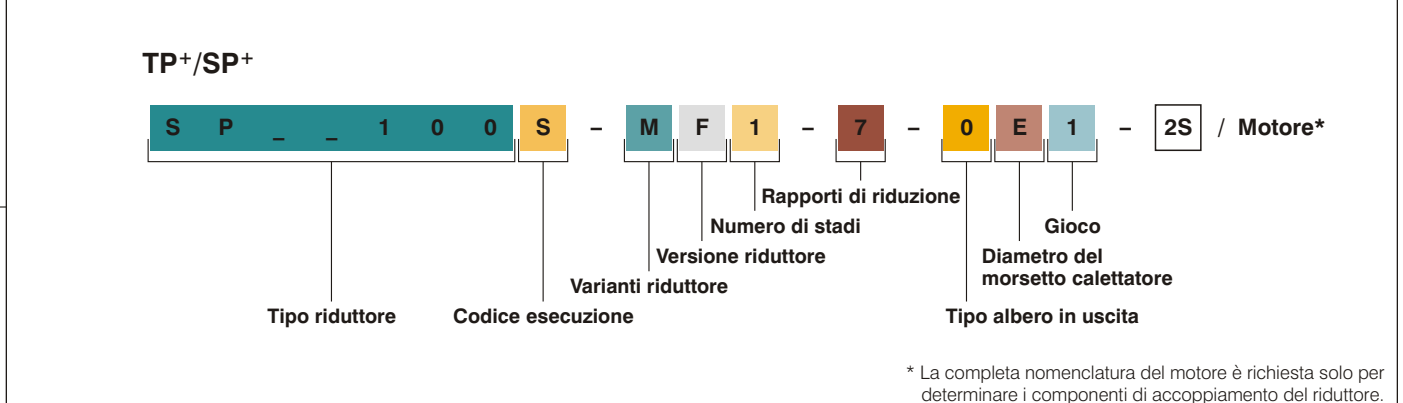
Tipo di riduttore TK+ 004 – TK+ 110 TPK+ 010 – TPK+ 500 SK+ 060 – SK+ 180 SPK+ 075 – SPK+ 240 HG+ 060 – HG+ 180 SC+ 060 – SC+ 180 SPC+ 060 – SPC+ 180 TPC+ 004 – TPC+ 110	Esecuzione riduttore S = Standard B = Combinazione modulare in uscita (SK+, SPK+, TK+, TPK+, HG+) ^{c)} E = ATEX ^{b)} ^{d)} F = Lubrificante per settore alimentare ^{b)} W = Resistente alla corrosione ^{b)}	Varianti riduttore M = Accoppiamento diretto al motore	Versione riduttore F = Standard A = HIGH TORQUE (solo TPK+)	Numero di stadi 1 = 1-stadio 2 = 2-stadi 3 = 3-stadi 4 = 4-stadi
--	---	--	--	---

^{a)} Calettatori da ordinare separatamente. Vedere capitolo Accessori - Calettatori, pag. 429.
^{b)} Dati tecnici ridotti disponibili su richiesta
^{c)} Vedere sistema modulare pag. 440
^{d)} solo SK+/TK+/HGK+

Rapporti di riduzione Vedere le schede tecniche	Tipo albero in uscita 0 = Albero liscio / flangia (no albero cavo) 1 = Albero con chiave 2 = Ad evolvente DIN 5480 3 = Uscita sistema 4 = Speciale 5 = Interfaccia cava / flangia cava passante (TK+) ^{a)} Albero cavo cieco liscio (SPK+/SPC+) ^{a)} 6 = 2 interfacce cave (HG+) ^{a)} (Vedere le schede tecniche)	Diametro del morsetto calettatore (Vedere le schede tecniche e la tabella dei diametri del morsetto calettatore)	Gioco 1 = Standard 0 = Ridotto (Vedere le schede tecniche)	Collegamento lato motore S = Calettatore K = Giunto
---	--	--	---	--

x = Esecuzione speciale

Codici d'ordine



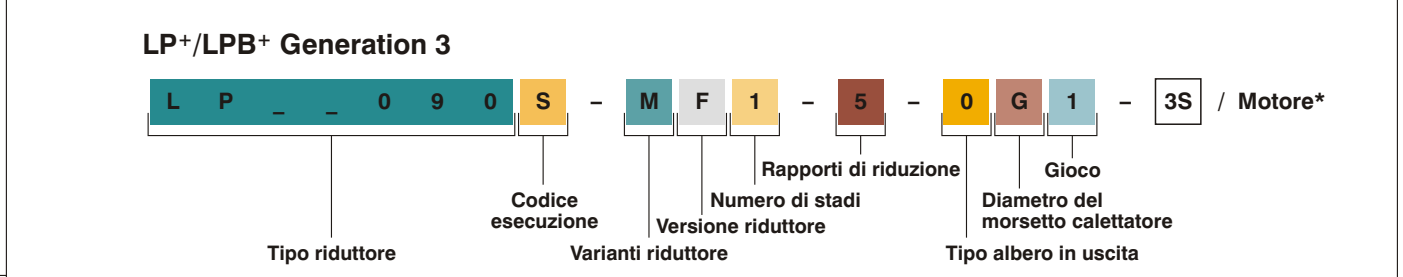
Tipo di riduttore LP+ 050 – LP+ 155 LPB+ 070 – LPB+ 120	Esecuzione riduttore S = Standard F = Lubrificante per settore alimentare	Varianti riduttore M = Accoppiamento diretto al motore	Versione riduttore F = Standard	Numero di stadi 1 = 1-stadio 2 = 2-stadi
--	--	--	---	---

Rapporti di riduzione Vedere le schede tecniche	Tipo albero in uscita 0 = Albero liscio/flangia 1 = Albero con chiave	Diametro del morsetto calettatore (Vedere le schede tecniche e la tabella dei diametri del morsetto calettatore)	Gioco 1 = Standard (Vedere le schede tecniche)	Collegamento lato motore S = Calettatore
---	--	--	--	--

Tipo di riduttore LK+ 050 – LK+ 155 LPK+ 050 – LPK+ 155 LPBK+ 070 – LPBK+ 120 CP 040 – CP 115	Varianti riduttore M = Accoppiamento diretto al motore	Esecuzione riduttore O = Standard L = Lubrificante per settore alimentare	Numero di stadi 1 = 1-stadio 2 = 2-stadi 3 = 3-stadi (LPK+)	Rapporti di riduzione Vedere le schede tecniche
--	--	--	---	---

Tipo albero in uscita 0 = Albero liscio (solo per LP+) 1 = Albero con chiave LPBK+ 1 = Centraggio lato uscita	Diametro del morsetto calettatore 1 = Standard (Vedere le schede tecniche)	Gioco 1 = Standard
---	--	------------------------------

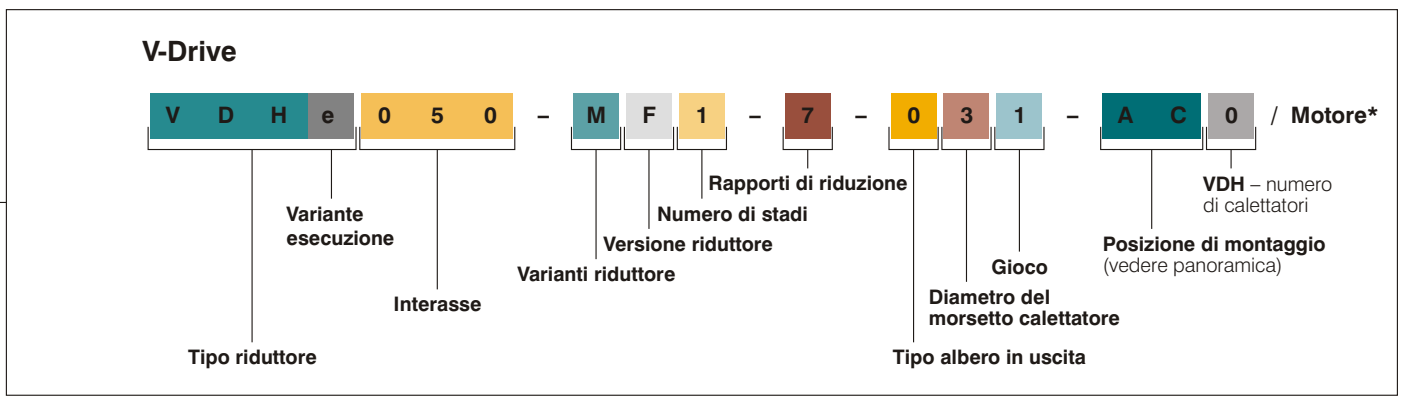
x = Esecuzione speciale



Tipo di riduttore VDT = Flangia TP VDH = Albero cavo VDS = Albero pieno	Variante Esecuzione e = entry level (solo VDH e VDS, taglie 040, 050 e 063)	Interasse 040 050 063 080 100	Varianti riduttore M = Accoppiamento diretto al motore	Versione riduttore F = Standard L = Lubrificante per settore alimentare W = Resistente alla corrosione	Numero di stadi 1 = 1-stadio
---	---	---	--	--	--

Rapporti di riduzione 4 (No nella serie entry level taglia 050 e 063) 7 10 16 28 40	Tipo albero in uscita 0 = Albero liscio / flangia 1 = Albero con chiave 2 = Ad evolvente DIN 5480 (VDS+) 4 = Speciale (Vedere le schede tecniche) 8 = Doppio albero in uscita liscio (VDS+, VDSe) 9 = Doppio albero in uscita con chiave (VDS+, VDSe)	Diametro del morsetto calettatore 2 = 14 mm (040) 3 = 19 mm (040, 050) 4 = 28 mm (063) 5 = 35 mm (080) 7 = 48 mm (100)	Gioco 1 = Standard 0 = Ridotto	VDH – Numero di calettatori** 0 = Nessun calettatore 1 = Un calettatore 2 = Due calettatori
--	--	--	---	---

x = Esecuzione speciale



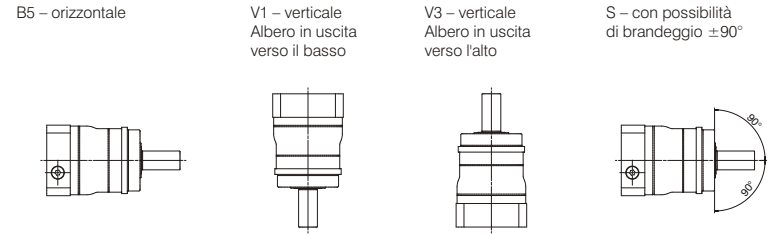
** Vedere capitolo Accessori - Calettatori, pag. 428.

Posizioni di montaggio e Diametro del morsetto calettatore



Riduttori coassiali

TP+ 2000/4000: contattare WITTENSTEIN alpha



Diametro del morsetto calettatore

(Per i diametri possibili vedere le schede tecniche di TP+, SP+, TK+,TPK+, SK+, SPK+, SC+, SPC+, TPC+, HG+ ed LP+)

Lettera	mm	Lettera	mm
B	11	I	32
C	14	K	38
D	16	L	42
E	19	M	48
G	24	N	55
H	28	O	60

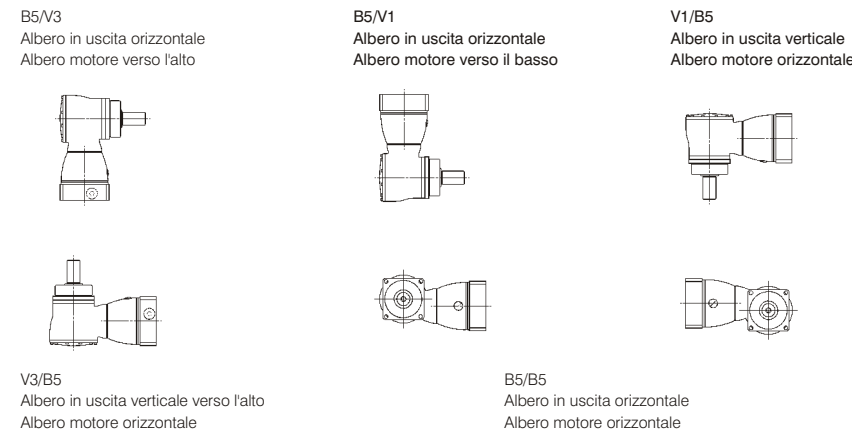
Sono possibili misure intermedie grazie a bussole di riduzione aventi spessore minimo di 1 mm.

Riduttori ortogonali

Solo a fini informativi – non rilevante per l'ordine

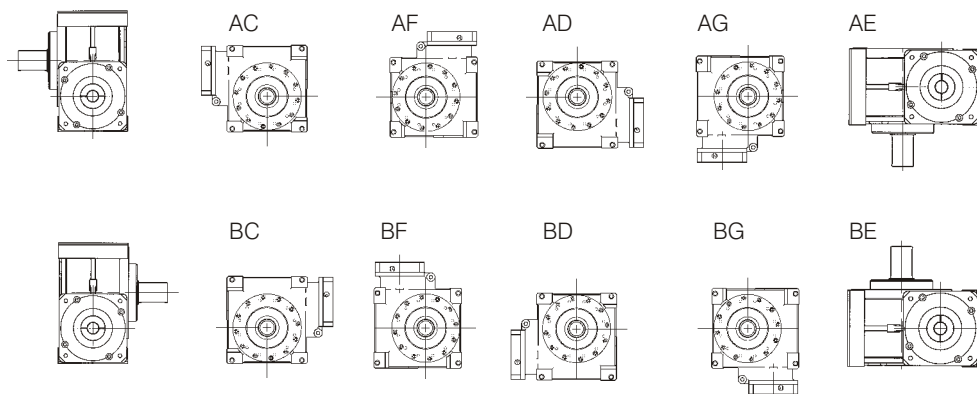
Posizioni standard ammissibili per riduttori ortogonali (vedere disegni)

Per posizioni diverse contattare WITTENSTEIN alpha



Riduttori a vite senza fine

Posizione di montaggio (rilevante solo per la quantità di olio)



Lato uscita A:
Vista dal lato motore
Valido solo per VDS+, VDSe e VDT+

Lato uscita B:
Vista dal lato motore
Valido solo per VDS+, VDSe e VDT+

Per VDH+, VDHe, VDS+ e VDSe con doppio albero in uscita, A e B devono essere sostituite con 0 (zero).

Dati per l'ordine

Cremafiliera e calibro di montaggio

Tipo di cremafiliera
ZST = Cremafiliera
ZMT = Calibro di montaggio

Modulo
200 = 2,00
300 = 3,00
400 = 4,00
500 = 5,00
600 = 6,00

Versione
PA5 = Premium Class
HE6 = Performance Class
VB6 = Value Class
PD5 = Calibro di montaggio

Lunghezza
100 = Calibro di montaggio (modulo 2-3)
156 = Calibro di montaggio (modulo 4-6)
480 = Smart Class (modulo 2-4)
167/333 = Premium Class (modulo 2)
250 = Premium Class (modulo 3)
500 = Premium Class (modulo 2-6)
1000 = Value Class (modulo 2-6)

Pignone Premium Class+ e Value Class

Denominazione pignone
RMT = Pignone premontato in fabbrica
RMX = Pignone montato a 180° (solo per pignone VC)

Modulo
200 = 2,00
300 = 3,00
400 = 4,00
500 = 5,00
600 = 6,00

Versione
PC5 = Premium Class
VC6 = Value Class

Numero di denti
(Vedere la scheda tecnica)

Pignone RTP Premium Class e RSP Standard Class

Denominazione pignone
RSP = Pignone RSP Standard Class per uscita SP ad evolvente secondo DIN 5480
RTP = Pignone RTP Premium Class per uscita TP
RTPA = Pignone RTP Premium Class per uscita TP HIGH TORQUE

Taglia riduttore Per uscita SP:
060, 075, 100, 140, 180, 210, 240
Per uscita TP:
004, 010, 025, 050, 110, 300, 500
(Vedere le schede tecniche)

Modulo
A02 = 2,00
A03 = 3,00
A04 = 4,00
A05 = 5,00
A06 = 6,00

Classe di tolleranza
5e24 = Per pignoni RTP / RTPA Premium Class
6e25 = Per pignoni RSP Standard Class

Numero di denti
(Vedere la scheda tecnica)

Giunti di sicurezza, a soffietto e ad elastomero

Modello
Giunto di sicurezza TL1 / TL2 / TL3
Giunto a soffietto BCT / BCH / BC2 / BC3 / EC2
Giunto a elastomero ELC / EL6

Serie - Coppia nominale
(Vedere le schede tecniche)

Varianti lunghezza
A = Prima lunghezza
B = Seconda lunghezza

Giunto a elastomero
A = 98 Sh A
B = 64 Sh D
C = 80 Sh A

Giunto di sicurezza (TL)
W = Versione a riarmo sincrono (standard)
D = Versione a riarmo multi-posizione
G = Versione con fermo di sicurezza
F = Versione a rotazione libera
Giunto a soffietto (BC EC)
A = Versione standard
B = Versione smontabile (solo EC2)
Giunto a elastomero (EL)
A = Standard

Diametro interno D₁ (lato ingresso)
TL1: D = D₁ = D₂
BCT: D₁ = lato uscita

Versione foro D₁
0 = Liscio
1 = Con chiave forma A, DIN 6885
2 = A evolvente, DIN 5480
3 = Con chiave forma A ANSI B17.1

Diametro interno D₂ (lato uscita)
TL1: D = D₁ = D₂
BCT: D₂ = interasse flangia TP+

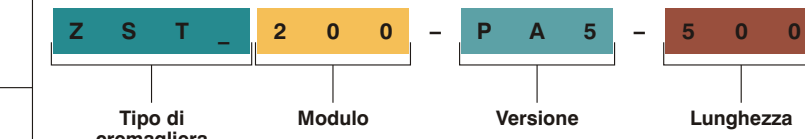
Versione foro D₂
0 = Liscio
1 = Con chiave forma A, DIN 6885
2 = A evolvente, DIN 5480
3 = Con chiave forma A ANSI B17.1
A = Interasse BCT HIGH TORQUE

Campo di regolazione giunto di sicurezza (TL)
A = Prima serie
B = Seconda serie
C = Terza serie
D = Quarta serie (solo per TL1)

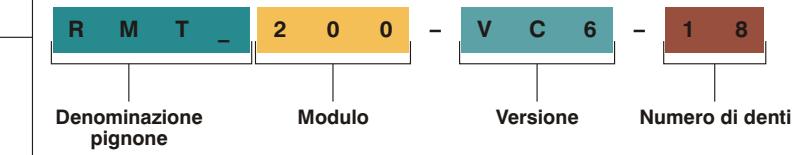
Coppia di disinnesto giunto di sicurezza T_{Dis} [Nm]
(vedere le schede tecniche)

Codici d'ordine

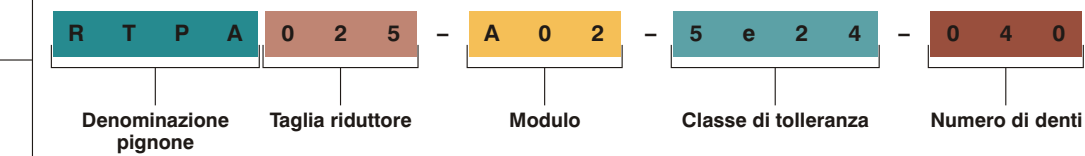
Cremafiliera e calibro di montaggio



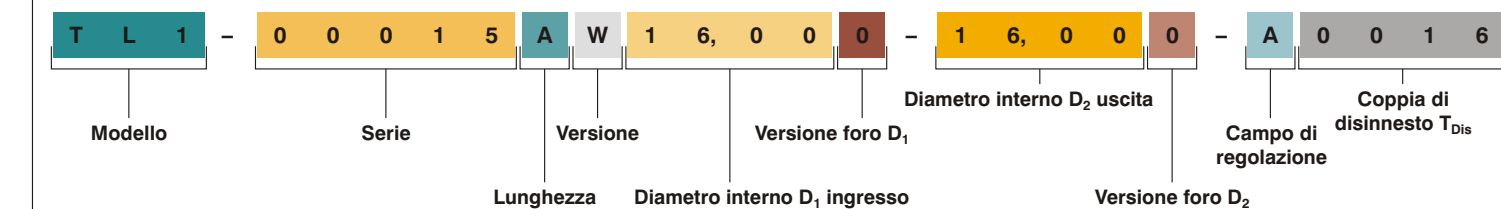
Pignone Premium Class+ e Value Class



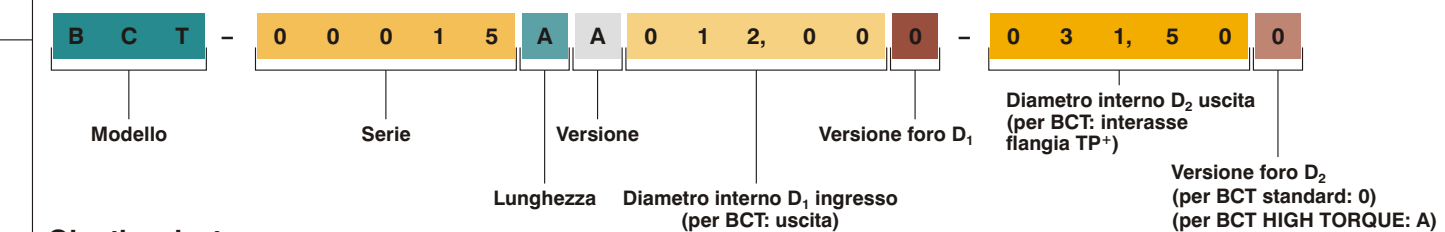
Pignone RTP Premium Class e RSP Standard Class



Giunti di sicurezza



Giunti a soffietto



Giunti a elastomero

