

Alcune nozioni sui motori in corrente continua

Perché scegliere un motore in corrente continua

Molte applicazioni necessitano di una coppia di spunto elevata. Il motore in corrente continua, per natura, possiede una caratteristica coppia/velocità di punta importante, cosa che permette di vincere una coppia resistente elevata, facilitando l'assorbimento dei colpi del carico. La velocità del motore si adatta al suo carico. D'altronde, la miniaturizzazione ricercata dagli ideatori trova nel motore in corrente continua una soluzione ideale, perché paragonato alle altre tecnologie dà comunque un rendimento elevato.

Caratteristiche dei motori in corrente continua Crouzet

→ Sicurezza

I motori in corrente continua Crouzet sono stati progettati e realizzati per essere integrati in apparecchiature o macchine conformi, ad esempio, alla norma "Macchine" EN 60335-1 (CEI 335-1), "Sicurezza degli elettrodomestici".

L'integrazione dei motori in corrente continua Crouzet in apparecchiature o macchine, in generale, dovrà tener conto delle seguenti caratteristiche motori:

- mancanza presa di terra
- motori detti con «isolamento principale» (semplice isolamento)

- indice di protezione: da IP 00 a IP 40
 - classe d'isolamento: da A a F
- vedere caratteristiche dettagliate alla pagina di catalogo relativa al tipo di motore

DIRETTIVA EUROPEA "BASSA TENSIONE" 73/23/CEE DEL 19/2/73

I motori e motoriduttori in corrente continua Crouzet si collocano al di fuori del campo d'applicazione di questa direttiva (DBT 73/23/CEE applicabile per tensioni superiori a 75 Vcc).

→ Compatibilità elettromagnetica (CEM)

Crouzet Automatismes mette a vostra disposizione le caratteristiche CEM dei diversi tipi di prodotto, facendone semplice richiesta.

DIRETTIVA EUROPEA 89/336/CEE DEL 3/5/89, "COMPATIBILITÀ ELETTRONICA"

I motori e motoriduttori in corrente continua, in quanto componenti destinati a specialisti per applicazione in apparecchiature molto complesse e non agli utilizzatori finali, sono esclusi dal campo d'applicazione di questa direttiva.

Come operare la scelta all'interno della gamma Crouzet

La parte motrice viene scelta in funzione della potenza utile di cui si necessita.

A seconda della velocità desiderata, si opterà per un motore diretto o un motoriduttore.

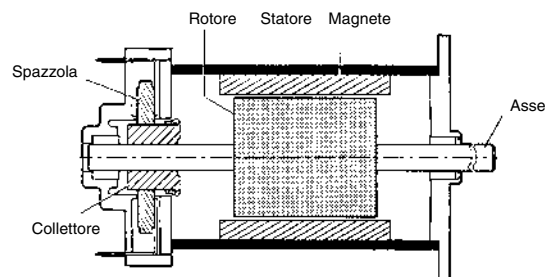
- Velocità da 1000 a 5000 rpm → Motore diretto
- Velocità inferiore a 500 rpm → Motoriduttore

La parte riduttore viene scelta in funzione della coppia massima richiesta in condizioni di regime permanente.

Definizione del motore in corrente continua

Questo motore è caratterizzato da una legge di funzionamento lineare. Ciò ne rende l'impiego più semplice rispetto ai motori sincroni o asincroni.

→ Costituzione di un motore in corrente continua



Lo statore è formato da una carcassa metallica e da uno o più magneti che creano un campo all'interno dallo statore.

Posteriormente si trova l'alloggiamento delle spazzole che assicurano il contatto elettrico con il rotore.

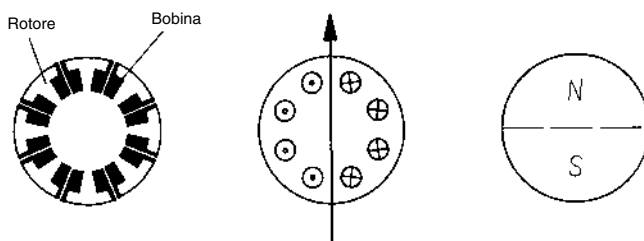
Quest'ultimo è costituito da una carcassa metallica a sostegno delle bobine, collegate fra loro a livello del collettore.

L'insieme collettore-spazzole permette di selezionare l'insieme delle bobine che saranno attraversate dalla corrente in un senso e quelle che saranno attraversate in senso opposto.

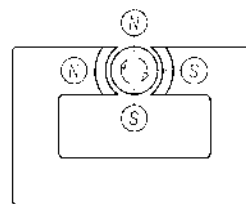
Principio di funzionamento

Quale sia la complessità della bobina, una volta alimentata può essere rappresentata come un cilindro ferromagnetico con un solenoide in periferia.

Il filo di questo solenoide è costituito dal fascio che si trova in ogni cavità del rotore. In pratica, quest'ultimo si comporta come un elettromagnete e l'induzione avrà per direzione l'asse che separa i fili del solenoide percorsi da corrente nello stesso senso.



Il motore è quindi costituito da magneti fissi, da un magnete mobile (rotore) e da una carcassa metallica per concentrare il flusso.



Per effetto dell'attrazione dei poli contrari e della repulsione dei poli di stesso segno, sul rotore si genera una coppia che lo mette in moto.

Questa coppia è massima quando l'asse dei poli del rotore è perpendicolare all'asse dei poli dello statore. Non appena il rotore si mette in moto le spazzole operano su lame diverse del collettore.

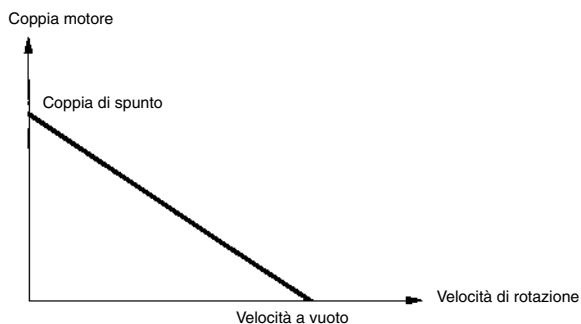
Le bobine sono così alimentate in maniera che l'asse dei nuovi poli del rotore sia comunque perpendicolare a quello dello statore. Grazie a quest'effetto, il rotore continua a girare. La fluttuazione della coppia risultante diminuisce aumentando il numero di lame del collettore. Invertendo i fili di alimentazione del motore s'inverte la corrente nelle bobine e conseguentemente anche le due polarità. La coppia risulta in questo caso di senso contrario al precedente ed il motore cambia il senso di rotazione. Per sua natura, il motore in corrente continua è quindi un motore a due sensi di rotazione.

→ Coppia e velocità di rotazione

La coppia che fornisce il motore e la sua velocità di rotazione sono dipendenti l'una dall'altra.

Si tratta di una caratteristica essenziale di questo tipo di motore.

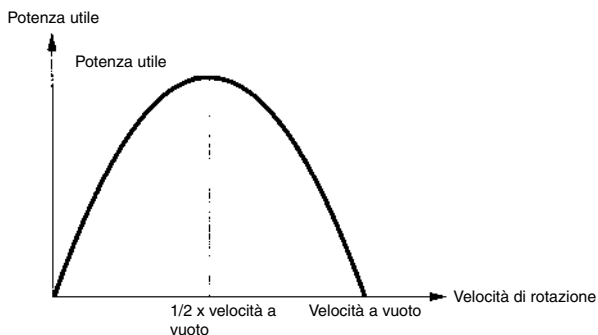
Tale relazione è lineare e permette di conoscere sia la velocità a vuoto che la coppia di spunto del motore.



Dalla curva coppia-velocità si deduce la curva della potenza utile del motore.

$$P_u (W) = \frac{2\pi}{60} \times C (N.m) \times N (rpm)$$

Potenza utile	Coppia motore	Velocità di rotazione
---------------	---------------	-----------------------



Le curve coppia-velocità e potenza utile dipendono dalla tensione di alimentazione del motore.

La tensione di alimentazione fornita per un certo motore corrisponde a un impiego continuo di tale motore in funzionamento nominale alla temperatura ambiente di 20°C.

E' peraltro possibile alimentare il motore con una tensione diversa, in generale compresa tra -50% e +100% della tensione prevista.

Se sottoalimentato il motore sarà meno potente, se sovralimentato il motore sarà più potente ma riscalderà maggiormente (funzionamento intermittente).

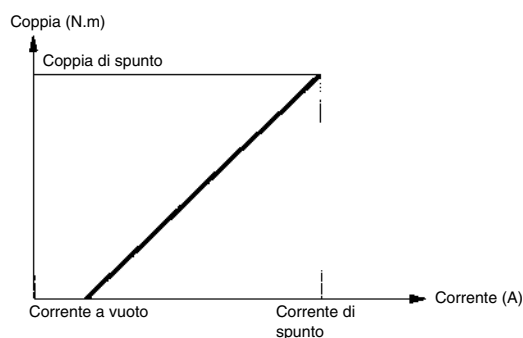
Per variazioni della tensione di alimentazione comprese tra -25% e +50%, la nuova curva coppia-velocità sarà parallela a quella nominale. Di conseguenza, sia la coppia di spunto che la velocità a vuoto varieranno dello stesso valore percentuale n%. Per quanto riguarda la potenza utile massima del motore, questa si ottiene moltiplicando il valore nominale per $(1 + n\%)^2$.

Esempio: per una tensione di alimentazione superiore del 20% si avrà:

- Coppia di spunto superiore del 20% (x 1,2)
- Velocità a vuoto superiore del 20% (x 1,2)
- Potenza utile superiore del 44% (x 1,44)

→ Coppia e corrente di alimentazione

Si tratta della seconda caratteristica importante di un motore in corrente continua. Anch'essa è lineare e permette di conoscere la corrente a vuoto e la corrente in caso di rotore bloccato (corrente di spunto)



Questa curva è indipendente dalla tensione di alimentazione del motore. Solo l'estremità della curva può variare in funzione della coppia e della corrente di spunto.

L'inclinazione di detta curva (K_c) viene chiamata costante di coppia del motore.

$$K_c = \frac{C_d}{I_d - I_o}$$

Questa costante è tale che:

$$C = K_c (I - I_o)$$

$K_c I_o$ viene definita come «coppia di attrito in rotazione» (C_f).

L'espressione della coppia diventa quindi:

$$C = K_c I - C_f \quad \text{con} \quad C_f = K_c I_o$$

K_c = Costante di coppia (Nm/A)

C = Coppia (Nm)

C_d = Coppia di spunto (Nm)

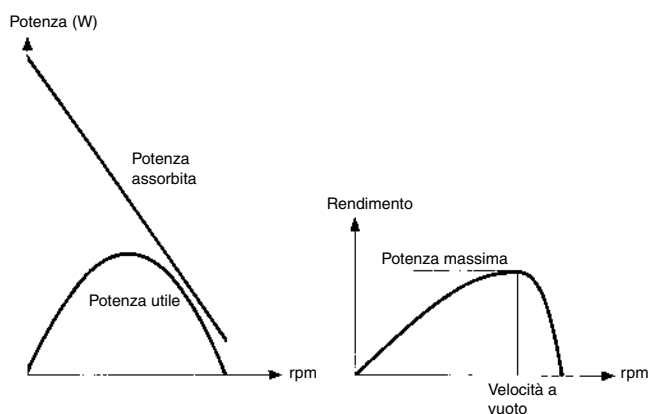
C_f = Coppia di attrito in rotazione (Nm)

I = Corrente (A)

I_o = Corrente a vuoto (A)

I_d = Corrente di spunto (A)

Dalla curva coppia-corrente e coppia-velocità, in funzione della velocità di rotazione del motore, si deduce la curva di potenza assorbita.



→ Rendimento

Il rendimento di un motore è il rapporto tra la potenza meccanica utile che può essere fornita e la potenza assorbita.

Entrambi questi valori variano con la velocità di rotazione. Anche il rendimento è così funzione della velocità.

Il rendimento è massimo per una velocità di rotazione superiore alla metà della velocità a vuoto.

→ Riscaldamento

Il riscaldamento di un motore è generato dalla differenza tra la potenza assorbita e la potenza utile del motore. Questa differenza rappresenta la perdita del motore. Il riscaldamento è anche collegato alla difficoltà di propagazione del calore verso l'ambiente (resistenza termica). Si può diminuire significativamente la resistenza termica di un motore applicando una ventola.

Importante

Le caratteristiche nominali di funzionamento corrispondono alle caratteristiche tensione-coppia-velocità permettendo un funzionamento continuo, con temperatura ambiente di 20°C.

Al di fuori di queste condizioni di funzionamento, sarà possibile solo un regime intermittente; per garantire un funzionamento sicuro, si devono comunque effettuare sempre tutte le verifiche, considerando le condizioni estreme d'utilizzo nel contesto reale dell'applicazione del cliente.

Accoppiamento motore + riduttore

I motori in corrente continua sono costruiti per funzionare permanentemente a velocità prossime alla propria velocità a vuoto. Tali velocità sono generalmente troppo elevate nella maggior parte dei casi. Per ridurre la velocità viene messa a disposizione degli utilizzatori una gamma completa di motoriduttori, ciascuno dotato di una serie di rapporti. Questo insieme permette di soddisfare una molteplicità di applicazioni.

→ Caratteristiche di un riduttore

Ogni riduttore è stato studiato per assicurare un certo lavoro. Ne sono state definite possibilità e limiti per una durata di vita ottimale.

La caratteristica principale è la capacità di resistere in condizioni di regime permanente ad **una coppia massima predeterminata**.

La gamma di riduttori proposta in questo catalogo consente coppie massime da **0,5 a 6 Nm** con elevata durata di vita.

I valori esposti si riferiscono ai prodotti standard in condizioni d'impiego normali e ben definite.

In certi casi, i valori possono essere aumentati se la durata di vita richiesta è inferiore a quella indicata a catalogo.

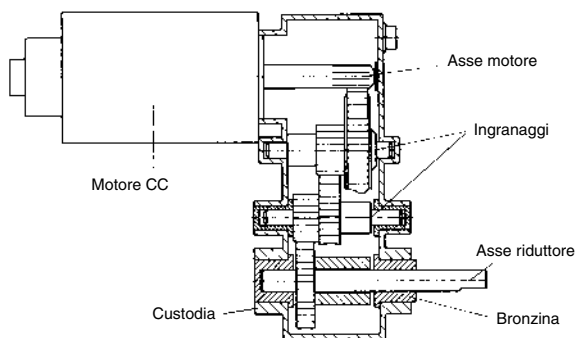
Ogni caso non standard verrà trattato separatamente.

Ogni riduttore ha un suo limite di utilizzo definito

coppia di rottura

Questa coppia applicata al riduttore può causarne immediatamente il danneggiamento.

→ Costituzione di un riduttore



→ Scelta di un motoriduttore

La scelta viene effettuata partendo dalla potenza utile richiesta sull'asse di uscita del motoriduttore.

$$P_{\text{utile}} = \frac{2\pi}{60} \cdot C \cdot n$$
$$W \quad \quad \quad Nm \quad rpm$$

Il motoriduttore deve possedere una potenza utile superiore o uguale a quella richiesta. Questa scelta può essere fatta facilmente verificando che il punto di funzionamento desiderato (coppia e velocità sull'asse del motoriduttore) si trovi al di sotto della curva coppia-velocità nominale del motoriduttore. La coppia richiesta in uscita dal riduttore dovrà essere compatibile con la coppia massima consentita in regime permanente.

→ Scelta del rapporto di riduzione

Si possono applicare due criteri di scelta.

- Il primo criterio è basato sulla velocità richiesta sull'asse del riduttore. Per la sua semplicità questo criterio è quello più frequentemente applicato.

$$R = \frac{N_1}{N_b} \quad \begin{array}{l} N_1 = \text{velocità richiesta del motoriduttore} \\ N_b = \text{velocità di base del motore} \end{array}$$

- Il secondo criterio fa appello alla potenza utile richiesta sull'asse del motore. La velocità di rotazione del motore si determina con la seguente formula:

$$N = 1/2 (N_o + \sqrt{N_o^2 - \frac{4P}{A}}) \quad \text{con } A = \frac{\pi C_d}{30 N_o}$$

N = velocità del motore (rpm)

N_o = velocità del motore a vuoto (rpm)

P = potenza utile richiesta (W)

C_d = coppia di spunto del motore (Nm)

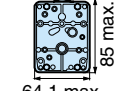
Si ottiene quindi: $R = \frac{N_1}{N}$

Per evitare di dover lavorare con rapporti inferiori all'unità, quando si parla di rapporto di riduzione di un riduttore nell'uso comune, si impiega il numero 1/R.

Il fatto che, in pratica, si tratti di riduttore e non di moltiplicatore toglie qualsiasi ambiguità al significato del numero utilizzato.

$$1/R = \frac{N_b}{N_1} \quad \text{o} \quad 1/R = \frac{N}{N_1}$$

Guida alla scelta di motori a corrente continua

Riduttore		Coppia massima (Nm)		0,5		1,2			
		Tipo di riduttore		81 012		81 021		81 032	
Motore diretto (Nm)						 Ø 35,4 max.	 65,9 54,2 max.	 64,1 max. 86 max.	
Potenza utile (W)	Coppia nominale (Nm)	Velocità nominale (rpm)	Tensione di alim. (V)	Tipo di motore dimensioni (mm)					
3	7,7	3700	12 24	►p.22 82 860 0 Ø 32		►p.34 82 862 1,5 ... 441 rpm	►p.36 82 861 0,36... 430 rpm		
8,7	41,5	2000	12	►p.24 82 810 0 Ø 42				►p.38 82 812 20... 100 rpm	
9,4	45		24						
12	45	2580	12	►p.26 82 810 5 Ø 42					
13		2750	24						
15,6	75	2000	12	►p.24 82 800 0 Ø 42				►p.38 82 802 20... 100 rpm	
15,7			24						
20	70	2670	12	►p.26 82 800 5 Ø 42					
22		3070	24						
20	70	2670	12	►p.28 82 800 8 Ø 42					
22		3070	24						
27	172	1500	12 24	►p.30 82 830 0 Ø 63					
32,5	100	3100	12	►p.28 82 850 0 Ø 42					
33,5		3200	24						
47	170	2630	12	►p.30 82 830 5 Ø 63					
50		2770	24						
90	270	3200	24	►p.32 82 890 0 Ø 63					
95		3360	48						

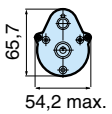
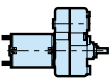
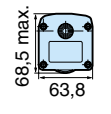
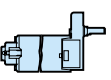
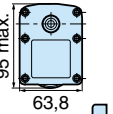
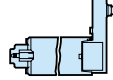
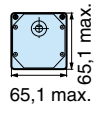
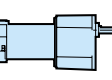
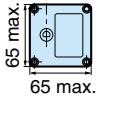
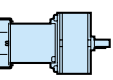
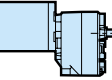
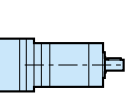
Scelta di un motoriduttore

La scelta viene effettuata partendo dalla potenza utile richiesta sull'asse di uscita del motoriduttore.

$$P_{\text{utile}} = \frac{2\pi}{60} C \cdot n$$

(W) (Nm) (rpm)

Il motoriduttore deve possedere una potenza utile superiore o uguale a quella richiesta. Questa scelta può essere fatta facilmente verificando che il punto di funzionamento desiderato (coppia e velocità sull'asse del motoriduttore) si trovi al di sotto della curva coppia-velocità nominale del motoriduttore. La coppia richiesta in uscita dal riduttore dovrà essere compatibile con la coppia massima consentita in regime permanente.

2			5		6	25
81 033	81 043	81 044	81 035	81 037	81 032 6	81 049
 	 	 	 	 	 	 
► p.40 82 869  0,9 ... 108 rpm	► p.42 82 863  99... 662 rpm	► p.44 82 864  2... 66 rpm		► p.50 82 867  1,72... 344 rpm		
	► p.46 80 813  60... 400 rpm	► p.48 80 814  1... 40 rpm	► p.52 80 815  10,5... 616 rpm	► p.54 80 817  1,04... 208 rpm	► p.60 82 812 5  4 / 8 / 12 rpm	
	► p.46 80 803  60... 400 rpm	► p.48 80 804  1... 40 rpm	► p.52 80 805  10,5... 616 rpm	► p.54 80 807  1,04... 208 rpm	► p.60 82 802 5  4 / 8 / 12 rpm	
						► p.64 80 809 2  11... 477 rpm
			► p.56 80 835  7,4... 426 rpm		► p.62 82 832 5  5 / 8 / 14 rpm	
			► p.58 80 855  13,8... 805 rpm			► p.64 80 859 3  11... 477 rpm
						► p.66 80 839 4  11... 474 rpm
						► p.66 80 899 5  11... 474 rpm