

Demistifichiamo l'uso dei motori frameless in robotica

INDICE

IL VALORE DEI MOTORI FRAMELESS IN ROBOTICA

TECNICI: PERCHÉ QUESTO ARTICOLO È PER VOI?

VANTAGGI DEI MOTORI FRAMELESS

ELABORAZIONE DELLE VOSTRE SPECIFICHE

QUAL È IL PROSSIMO PASSO?

APPLICAZIONE E CONFERMA DELLA VOSTRA SOLUZIONE

CONCLUSIONI

DOMANDE SUI PROFILI APPLICATIVI

IL VALORE DEI MOTORI FRAMELESS IN ROBOTICA

L'uso dei motori frameless in robotica è spesso determinato dagli stessi fattori che ne richiedono l'inserimento in altre applicazioni in cui un servomotore standard non sarebbe adeguato. Il fattore più comune dietro la decisione di utilizzare motori frameless è l'esigenza di una forma compatta o di conformità a determinati requisiti ambientali o, ancora, la necessità di disporre di potenza e densità di coppia elevate.

Ci sono altri vantaggi da prendere in considerazione nel passaggio a un motore frameless, quali l'efficienza sotto molteplici aspetti, una maggiore larghezza di banda di sistema e un ingombro ridotto. Quando l'applicazione richiede un motore di piccole dimensioni e leggero che fornisca potenza e coppia importanti, il frameless è la scelta perfetta.

Nel presente documento tenteremo di eliminare gli ostacoli che impediscono di optare per i motori frameless, nonché di aiutare gli ingegneri specializzati nel campo della robotica ad ampliare le loro argomentazioni, fornendo loro gli strumenti per confrontarsi con maggiore cognizione di causa con le aziende attive nel campo del motion.

Ad esempio, grazie a una comprensione approfondita di ogni esigenza in termini di dimensioni, trasmissione, fattori termici e meccanici, il nostro team è in grado di guidarvi attraverso le opzioni disponibili, consigliandovi se un motore che produciamo già è una soluzione percorribile, se è meglio uno cui occorrono minimi adattamenti o direttamente un progetto del tutto nuovo.

Anche la valutazione dell'impegno economico richiesto dalle varie proposte è un aspetto critico, pertanto gli ingegneri possono collaborare con voi per esaminare specifiche aree in cui è possibile risparmiare con un impatto minimo sul vostro progetto.

TECNICI: PERCHÉ QUESTO ARTICOLO È PER VOI?

Poiché sempre più organizzazioni e aziende attuano processi di produzione snelli e inseriscono, nonché progettano, giunti robotici nelle normali attività, i motori frameless sono al centro di soluzioni innovative in tutto il settore.

Assemblaggi più puliti e una manutenzione ridotta, nonché una maggiore efficienza e un minor numero di tempi di fermo, sono solo alcuni dei vantaggi che potrebbero convincervi a integrare i motori frameless nelle vostre applicazioni. Motori che, inoltre, sono molto più facili da

KOLLMORGEN®

Because Motion Matters™

montare e installare di quanto si pensi. Se vi affidate a MathCAD o a strumenti simili per calcolare coppia e velocità o se vi occorre sostegno in quell'area, avere a disposizione un tecnico con una ricca esperienza nelle applicazioni e conoscenze adeguate per aiutarvi a ottimizzare i fattori al di là delle considerazioni di carattere meccanico può essere estremamente prezioso per compiere passi avanti.

Oggi la rapidità nella prototipizzazione è il principale problema da risolvere, pertanto una soluzione basata su componenti di serie rispetto a un design totalmente personalizzato può abbattere i tempi e farvi risparmiare settimane sulla tabella di marcia. Comprendere i compromessi tra tempo e ottimizzazione, nonché tra velocità e coppia e considerazioni di natura termica può servire a trovare subito la soluzione migliore e a sviluppare l'applicazione.

VANTAGGI DEI MOTORI FRAMELESS

Sono diverse le ragioni per inserire motori frameless ad azionamento diretto nel vostro progetto. Sono caratterizzati da un assemblaggio meccanico pulito e sono più facili da montare di quanto si creda. Hanno meno componenti e non necessitano di molta manutenzione data l'assenza di cinghie che occorre stringere e regolare, per non parlare dei requisiti della lubrificazione della trasmissione e dell'usura complessiva. Tutto questo si traduce in minori tempi di fermo, ovviamente.

Ma a parte gli aspetti legati a pulizia e manutenzione, non si deve assolutamente trascurare il fatto che forniscono prestazioni decisamente migliori. Non occorre alcun accoppiamento inerziale per garantire prestazioni stabili.

I motori frameless sono molto più silenziosi dei servomotori, funzionano almeno a 6.000 giri/min con un livello acustico di 20 decibel. Quindi, se vi state chiedendo se sia una buona idea optare per un motore frameless, la risposta è senza ombra di dubbio: sì.

ELABORAZIONE DELLE VOSTRE SPECIFICHE

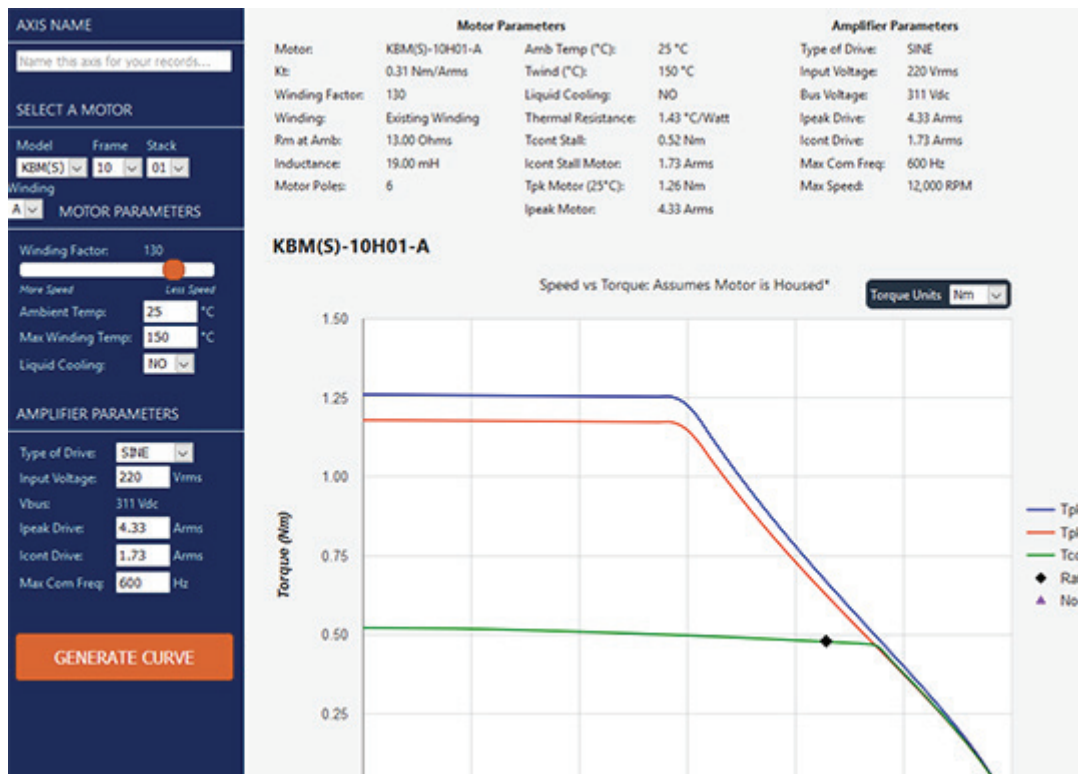
Il dimensionamento del vostro motore inizia con la fase di progettazione. Quando andrete a considerare il lavoro che l'applicazione robotizzata dovrà eseguire, bisognerà valutare la velocità, la coppia e la tensione necessarie per ottenere il risultato desiderato. Comprendere fattori quali inerzia di carico, attrito e accelerazione aiuterà a stabilire velocità e coppia. Vi sono comunque elementi di cui tener conto per quanto riguarda grandezza e dimensioni del vostro motore per gestire questi fattori e generare una potenza omogenea ed efficiente.

Non si deve sottovalutare l'importanza dei fattori relativi alla forma quando si elabora e sviluppa un progetto. Un esempio di come pensare al fattore forma

nell'ottica del futuro impatto sul progetto è la regola D²L.

Secondo la quale, in linea generale e molto semplicemente, quando si raddoppia la lunghezza assiale dell'indotto del motore, si otterrà un aumento della coppia continua e della potenza proporzionale all'incremento applicato. In sostanza, se si raddoppia la lunghezza, si raddoppia la coppia continua.

Ma se anziché raddoppiare la lunghezza, si raddoppia il diametro del braccio del momento rotore, l'aumento della coppia sarà elevato al quadrato. Con un diametro più ampio, la capacità della coppia continua sarà quadrupla.



Il generatore di curve di rendimento di Kollmorgen può aiutare i progettisti a ottimizzare un sistema globale.

Il dimensionamento del vostro motore inizia con la fase di progettazione ed è considerando fattori come la regola D²L che è possibile ottimizzare al massimo il fattore forma del vostro motore.

Nel tempo sono stati creati strumenti assolutamente unici nel loro genere che aiutano i clienti ad adeguare al meglio i motori in base alle loro esigenze. Ad esempio, il generatore di curve di rendimento di Kollmorgen può essere impiegato per ottimizzare il vostro sistema nel complesso e verificare in che modo una diversa tensione del bus possa modificare le prestazioni del sistema o per apprendere in che misura correnti nominali di amplificatore diverse intervengono sulle prestazioni del motore.

Grazie al generatore di curve di rendimento, un progettista può valutare temperatura ambiente e massima temperatura di avvolgimento del motore. Anche il raffreddamento a liquido è un'opzione di modellazione disponibile che consente

di migliorare la coppia continua.

MOTIONEERING Online è un altro strumento Kollmorgen che è stato rinnovato e modernizzato e oggi è uno dei più apprezzati programmi di selezione e dimensionamento degli ultimi vent'anni, cui è possibile accedere ovunque si abbia una connessione Internet.

Kollmorgen MOTIONEERING Online raccoglie i vostri input di dati e confronta i risultati con un catalogo di sistemi a motore. In caso di dubbi riguardo alle vostre necessità su coppia e velocità mentre compilate le domande sul profilo dell'applicazione, questo tool vi può aiutare a elaborarle e a ottenere i modelli 3D pertinenti per la convalida del modello.

KOLLMORGEN
Because Motion Matters™

MOTIONEERING Online

CATALOG VIEW
GLOBAL SETTINGS
MY PROJECTS
DEMO PROJECT 2
PROJECT SETTINGS
DEMO AXIS 1

Demo Axis 1

PARAMETERS

SCREW			
Diameter	50	ft	▼
Length	1.5	m	▼
Lead	25	mm/rev	▼
Nut Preload	2	N-m	▼
Efficiency	90	%	

FORCE			
Thrust Force	5000	N	▼
Continuous Force	2000	N	▼

SLIDE			
Slide Weight	100	oz	▼
Elevation	55	degrees	▼
Percent	50	%	▼
Counterbalanced			
Gib Force	200	N	▼
Speed at Thrust Force	15	m/min	▼
Speed Maximum	30	m/min	▼
Coefficient of Friction	0.45		▼
Weight of Carried Axis	200	kg(m)	▼

PART/TOOLING			
Part/Tooling Weight	300	kg(m)	▼

HELP

NEXT

© 2014 Kollmorgen | Privacy Statements | Terms Of Use | kollmorgen.com

MOTIONEERING Online di Kollmorgen è utile per il calcolo del dimensionamento di applicazioni per motori frameless.

Molti clienti dispongono di propri tool e processi per determinare i requisiti relativi a coppia e velocità. Anche in questi casi, è utile inserire i vostri valori per selezionare il motore adeguato che risponda alle vostre esigenze di applicazione.

Non importa se è la prima volta che affrontate il problema dei requisiti di motore e azionamento o se lo fate da anni, perché in ogni caso è utile non trascurare un elenco di considerazioni pratiche. Alla fine dell'articolo, è riportata una serie di domande sul profilo dell'applicazione che voi o il vostro team potete usare per preparare un confronto con un tecnico di supporto.

Troverete domande importanti su struttura meccanica, tipo di motore, temperatura minima e massima in condizioni di esercizio e ambientali, velocità e coppia massime, velocità e coppia di esercizio e ciclo di lavoro.

QUAL È IL PROSSIMO PASSO?

Una volta che vi siete fatti un'idea delle esigenze di prestazione del vostro motore, potete passare il testimone a un gruppo di tecnici ed esperti del prodotto. Sono tre i modi in cui i tecnici possono collaborare con voi per definire il motore frameless ad hoc per ogni applicazione.

Presso Kollmorgen, ad esempio, inizierebbero confrontando i vostri requisiti con le offerte di un catalogo standard di motori che potrebbe soddisfare direttamente le vostre esigenze. Se un'opzione di serie non è esattamente quello che ci vuole, il passo successivo consiste nel verificare se sono sufficienti semplici modifiche, come sostituire gli avvolgimenti e procedere ad altre personalizzazioni meccaniche.

Se inoltre la vostra applicazione richiede l'uso di determinati materiali resistenti a condizioni ambientali avverse, è possibile cambiare il materiale di un design esistente. In ogni caso, avete la possibilità di scegliere diametri inferiori o maggiori, cambiare gli avvolgimenti, modificare la lunghezza statore e altro ancora.

Se quello di cui avete bisogno non trova risposta in un'opzione di serie o richiede più di una semplice modifica, la soluzione finale è prendere un foglio bianco e iniziare il lavoro da zero. Anche in questa ipotesi è possibile inserire molti elementi di motori esistenti, mentre i componenti personalizzati saranno sviluppati per soddisfare esigenze quali un fattore di forma unico nel suo genere o condizioni ambientali insolite.

In alternativa, se si conoscono fattore di forma, coppia e velocità necessari, è possibile usare un altro tool online di Kollmorgen: il selettore di motori rotativi ad azionamento diretto. Molti clienti si affidano ai cataloghi dei prodotti, ma questo strumento online funziona benissimo.

Potete iniziare con una serie di informazioni quali coppia, velocità e tensione del bus da inserire nel selettore prodotto e avrete già un solido punto di partenza. Questo è in effetti il momento perfetto per usare il generatore di curve di rendimento che vi consentirà di ottimizzare ulteriormente la scelta del prodotto.

Dopo aver creato una serie di possibili prodotti tramite lo strumento di selezione, è il momento di farsi affiancare da un tecnico di applicazioni di comprovata esperienza che vi guidi attraverso molte delle stesse fasi di ottimizzazione impiegate dal generatore di curve di rendimento.

Beneficerete di una valida esperienza in campo applicativo per indicarvi la direzione giusta, che spesso si tradurrà in una soluzione più rapida in termini di tempistiche per la realizzazione di un prototipo con un motore che fornisca la coppia e la velocità necessarie per svolgere l'attività, pur non essendo perfettamente ottimizzato per le vostre precise esigenze.

L'ottimizzazione di queste soluzioni potrebbe richiedere tempo, mentre un design standard può funzionare su un prototipo per testare la vostra idea, mantenendo l'integrità delle vostre esigenze di prestazione. Poiché tra i fattori determinanti per la riuscita di molti progetti, il tempo per la realizzazione del prototipo svolge un ruolo cruciale, potrebbe essere fondamentale poter fare affidamento su parti prontamente disponibili, che consentono di risparmiare tempo.

Per approfondire i meccanismi di questo processo, diamo un'occhiata a come lavora Kollmorgen con le applicazioni robotiche, e più in particolare con i motori frameless in un giunto robotico collaborativo.

Il design di un giunto richiede un'attenta analisi. Nel presente articolo, analizziamo più nel dettaglio i seguenti elementi: capacità di carico, velocità, gestione termica e trasmissione.

La capacità di carico di un'applicazione con giunti robotici sarà probabilmente determinata dal design per la prestazione del sistema. Di norma, i carichi di coppia trasmessi di una progettazione di questo genere sono modellati in CAD e offrono al progettista un certo grado di flessibilità nello stabilire in che misura le esigenze delle proprietà di sistema rispecchiano i requisiti del motore e i vari scenari.

Nel caso di vari bracci robotici di tipo collaborativo, è previsto un particolare carico piccolo indicato come norma dagli "standard" accettati dell'industria. A seconda della lunghezza dei "bracci" e della dinamica del movimento necessaria, la coppia RMS e di picco può essere calcolata partendo da questi modelli CAD.

La velocità del carico, o la distanza che questo deve percorrere al secondo, sarà determinata dalle considerazioni in materia di sicurezza e dalla dinamica del controller e del design del sistema meccanico. Anche questi parametri di design saranno stabiliti nei modelli CAD.

Spesso, il progettista del sistema robotico ha un unico elemento di progetto di sicurezza o controllo che è "l'ingrediente segreto" e probabilmente il punto di forza non è nella parte mecatronica del progetto. Qui è dove la competenza di Kollmorgen può entrare in gioco e contribuire a ridurre i tempi di progettazione e le iterazioni.

Il fatto che un progettista debba tener conto della gestione termica è riconducibile a vari aspetti di diversa natura. Poiché il robot nella cella di lavoro si trova nelle immediate vicinanze degli operatori, occorre mantenere un livello "a prova di contatto" della temperatura di superficie del robot nel caso di interazioni con l'essere umano. Si potrebbe dotare il robot di un isolamento termico o di un'imbottitura, ma peso e volume potrebbero limitare altri fattori di prestazione o estetici.

I limiti riconducibili alla vicinanza al calore possono anche riguardare altri elementi di sistema quali trasmissione, dispositivi di retroazione e cuscinetti. Se un

progettista di robotica sfoglia un catalogo standard di un fornitore di motori che riporti le temperature massime degli avvolgimenti dei motori, troverà temperature nominali di 155 °C, un valore che rispecchia i sistemi di isolamento di serie usati nei motori frameless convenzionali e nei servomotori con alloggiamento.

Anche se l'alloggiamento del motore frameless include una notevole massa termica del dissipatore, la temperatura a distanza di un centimetro o due dell'indotto del motore può essere solo da 15 °C a 20 °C inferiore rispetto alla temperatura degli avvolgimenti del motore.

Molti dispositivi di retroazione per encoder mireranno a mantenere i componenti optoelettronici a una temperatura massima compresa tra 100 °C e 120 °C, mentre per la maggior parte delle soluzioni di trasmissione il limite può essere 65 °C. Tra le possibili soluzioni a questo problema di limite termico figurano:

- aumento della massa termica del dissipatore che richiede un compromesso tra peso maggiore e ridotta capacità di carico
- incremento della distanza assiale rispetto a cuscinetti, encoder o trasmissione che, a propria volta, richiede un compromesso tra peso maggiore e ridotta capacità di carico
- riduzione del limite della temperatura massima di avvolgimento del motore frameless, che riduce anche la coppia disponibile del motore

Se un riduttore ha una temperatura massima di 65 °C e il motore vicino ha una temperatura massima degli avvolgimenti superiore di 15 °C, occorrerebbe una temperatura massima degli avvolgimenti pari a 80 °C. Questa informazione sarà quindi usata successivamente nel processo di selezione del motore, quando con il generatore di curve di rendimento si valuterà l'effettiva capacità del motore.

Il progettista di robotica sa individuare con il generatore di curve di rendimento la reale coppia continua e di picco e la velocità di un motore frameless. Ora è possibile confrontare senza problemi i dati dei requisiti di prestazione del motore desunti dal progetto CAD con il motore selezionato.

A causa della natura relativamente a bassa velocità del requisito di rotazione nei giunti robotici collaborativi, l'uso della trasmissione è molto pratico finché si riesce a mantenere a



I motori frameless della serie KBM offrono prestazioni elevate in uno spazio compatto.

zero il gioco di sistema. Il gioco pari a zero e le modeste capacità di rigidità osservate nell'ingranaggio armonico si prestano bene a queste applicazioni.

Occorre tenere sempre conto dell'efficienza dinamica del trasferimento della coppia nei diversi progetti di trasmissione (spesso in un intervallo compreso tra 60% e 70%). È inoltre opportuno conoscere il limite termico della lubrificazione necessaria per la trasmissione usata, in quanto la relativa distanza del riduttore rispetto al motore può essere sufficientemente ridotta da limitare le prestazioni del sistema, impedendo di mantenere l'intervallo di temperatura di esercizio raccomandato dal costruttore.

Il vantaggio di una trasmissione dal rapporto relativamente alto (di norma circa 100:1) non si traduce solo nell'aumento della coppia disponibile in uscita, ma anche in un'importante riduzione dell'inerzia di carico trasmessa al motore. L'inerzia di carico di un braccio robotico in piena estensione con un carico massimo può essere notevole.

Il quadrato del rapporto di trasmissione ridurrà la valore dell'inerzia di carico visto sul motore: Nel caso di una trasmissione 100:1, l'inerzia trasmessa al motore è pari a un decimillesimo (1/10.000) dell'inerzia del carico. L'efficienza meccanica, gli aspetti termici e l'aspettativa di durata del sistema intervengono nella scelta del tipo di trasmissione e del rapporto per un'applicazione con giunto robotico.

Con così tanti fattori che possono influire sul funzionamento e sulla durata dei motori robotici, i costruttori di robot collaborativi hanno assolutamente bisogno di una soluzione flessibile e duratura. La serie TBM è una tecnologia innovativa nel campo dei motori frameless ad azionamento diretto proposta da Kollmorgen.

I motori frameless offrono ai team di progettazione meccanica e d'ingegneria degli impianti un'ampia gamma di soluzioni per creare applicazioni con il massimo grado di flessibilità, densità di potenza, dinamica e durata.



La serie TBM (Torque Brushless Motor) è progettata per applicazioni che richiedono un'elevata potenza e sono cruciali per l'aspetto motion quali i giunti robotici, i robot medici e sistemi cardanici con sensori.

Oltre ai vantaggi tecnici, le piattaforme KBM e TBM di Kollmorgen comprendono un vasto assortimento di 17 dimensioni telaio e diverse opzioni standard pre-ingegnerizzate. Per le aziende attive nel campo della robotica, dalle start-up a quelle in crescita ed espansione in nuovi mercati, si tratta di un aspetto cruciale delle operazioni.

APPLICAZIONE E CONFERMA DELLA VOSTRA SOLUZIONE

È indubbio che le richieste del mercato di oggi non lasciano molto margine di errore. Se si devono affrontare vincoli in termini di tempo, richiesta di prestazioni migliori, o persino se già si sta pensando alla prossima generazione di apparecchiature mentre l'attuale è in produzione, varie soluzioni innovative nel campo del motion possono affrontare la sfida.

Lavorare con strumenti di qualità e progettisti validi può aiutare a fare la differenza nel passaggio dal progetto al prototipo fino alla produzione, assicurando che non verranno trascurati fattori quali retroazione, aspetti termici, cuscinetti e trasmissione.

Dopo aver usato tutti gli strumenti e aver raggruppato e testato i modelli in 3D, tutto quello che resta da fare è il vero e proprio lavoro di installazione e convalida del vostro sistema motore. La buona notizia qui è che non c'è nulla da temere quando ci si accinge a integrare motori frameless dalle prestazioni elevate nel vostro sistema. L'installazione è relativamente facile, poiché l'albero su cui sarà montato il motore frameless sarà lavorato con tolleranze entro il range necessario per ottenere prestazioni solide.

CONCLUSIONI

Un motore frameless progettato, definito e installato adeguatamente può spalancare la porta a soluzioni innovative. Selezionare e ottimizzare un motore frameless per la vostra applicazione richiede forse uno sforzo e un impegno maggiori rispetto a un servomotore standard, ma i risultati che ne derivano valgono la pena.

Collaborare con un team dedicato di tecnici sin dalla fase iniziale è il modo migliore per evitare problemi ed essere sicuri di non aver trascurato il benché minimo aspetto della propria applicazione. Se state puntando sulle dimensioni e fate qualcosa che non è mai stato fatto prima, o semplicemente desiderate assicurarvi che la vostra applicazione stia funzionando con la massima efficienza, gli strumenti e il team disponibili attraverso Kollmorgen lo renderanno possibile.

DOMANDE SUI PROFILI APPLICATIVI

Elementi da considerare durante il processo di progettazione.

REQUISITI DEL MOTORE

Tipo di Motore

- Housed
- Frameless
- Opzioni feedback
 - Encoder
 - Resolver
 - Sensori Hall
 - Altro

Ambiente Operativo

Temperatura in fase operativa: Min _____ Max _____

Temperatura ambiente: Min _____ Max _____

Altro: _____

Dati sulla Performance

Velocità massima: _____

Coppia massima: _____

Velocità in fase operativa: _____

Coppia in fase operativa: _____

Ciclo di lavoro: _____

Cinematica meccanica

Requisiti di montaggio: _____

Requisiti dimensionali: _____

Dimensioni interne: Min _____ Max _____

Dimensioni esterne: Min _____ Max _____

Requisiti di peso: _____

Raffreddamento disponibile: _____

Altri requisiti: _____

REQUISITI su CONTROLLER / AZIONAMENTO

Tensione di alimentazione, AC/DC: _____

Corrente di picco e corrente continua: _____

Tipo di Commutazione

- Sinusoidale
- Six-step

Tipo di Circuito di controllo

- Coppia
- Velocità
- Posizione

Ambiente Operativo

Temperatura in fase operativa: Min _____ Max _____

Temperatura ambiente: Min _____ Max _____

Altro: _____

Altri requisiti: _____