



Raggiungere la massima precisione di motion utilizzando i servomotori frameless

Alcune applicazioni richiedono un motion che sia sufficientemente buono. Molte altre richiedono un alto grado di precisione. Altre applicazioni ancora, richiedono una precisione assoluta. Per queste, i servomotori frameless ad azionamento diretto sono spesso la scelta migliore.

Queste applicazioni di precisione estrema includono attuatori compatti utilizzati in applicazioni di automazione generale di alta gamma, gimbal compatti utilizzati per stabilizzare piattaforme di rilevamento e comunicazione, postazioni di lavoro robotiche, attrezzature per macchine di precisione o qualsiasi applicazione in cui possa essere richiesta una risoluzione di 18 bit o superiore per un posizionamento altamente ripetibile.

Nelle fabbriche, ad esempio, un intervento umano nei processi automatizzati era richiesto per spostare i pezzi da una cella di lavoro all'altra, posizionandoli in una sequenza di dispositivi di precisione. Questi processi possono ora essere eseguiti molto più velocemente con robot collaborativi che possono richiedere 6-7 gradi di libertà. Gli assi lungo il braccio del robot devono fornire la coppia necessaria per muovere, sostenere e fissare il resto dell'assemblaggio, ed è necessaria una precisione assoluta per evitare un accumulo di errori di posizionamento che potrebbero portare a scarti indesiderati o a tempi di fermo.

Oppure, si consideri un gimbal che stabilizza e posiziona un sistema di imaging elettro-ottico/infrarossi, utilizzato ad esempio per valutare la situazione e per il puntamento accurato in applicazioni aerospaziali e di difesa. Il gimbal è un supporto girevole che consente la rotazione del sensore EO/IR attorno a un asse, con ulteriori gradi di libertà ottenuti combinando due o più sistemi cardanici, con i loro assi di rotazione posti a 90° l'uno dall'altro. I motori che azionano questi sistemi devono reagire immediatamente e con precisione per mantenere un'immagine stabile nonostante le forti vibrazioni che si verificano durante il volo ad alta velocità.

Ci sono molti altri esempi di applicazioni che dipendono dalla capacità di fornire una coppia elevata, un'accelerazione/decelerazione reattiva e una precisione assoluta in un ingombro compatto. I motori frameless sono ad azionamento diretto sono spesso la scelta ideale per queste applicazioni.

Perché scegliere i motori frameless?

Se si riesce a trovare un motore housed che si adatta bene alla propria applicazione, quella è generalmente la scelta migliore. Ma per applicazioni che hanno esigenze specifiche - come un design ultra-compatto, una precisione estrema e una reattività del motion o la necessità di proteggere il motore da condizioni ambientali severe e potenzialmente dannose - un motore frameless è spesso una soluzione migliore.

I motori frameless sono precisi ed efficienti

In un'applicazione ad azionamento diretto, non vi è alcuna flessibilità meccanica, né backlash o perdita di motion. Anche quando viene utilizzata una trasmissione, i motori frameless sono più adatti per l'uso con progetti a backlash nullo o ridotto come azionamenti armonici, planetari e cicloidali. E con la più alta densità di coppia, i motori frameless offrono il modo più efficiente dal punto di vista energetico per soddisfare i requisiti di coppia e velocità dell'applicazione.

I motori frameless sono molto compatti

I kit di motori frameless sono costituiti esclusivamente da statore e rotore. Tutti gli altri componenti associati a un tradizionale servomotore - l'alloggiamento, i terminali a campana, i cuscinetti, l'albero di uscita e i connettori - sono invece progettati direttamente nel meccanismo dell'applicazione. Integrare un motore frameless in questo design meccanico ti consente di ottenere l'ingombro più ridotto possibile senza compromettere le prestazioni.

I motori frameless possono offrire una maggiore resilienza ambientale

Poiché i motori frameless sono integrati direttamente nell'applicazione, è possibile progettarli in modo da proteggerli dai fattori ambientali. Nelle applicazioni di washdown, ad esempio, un motore frameless può essere incassato in modo che i fluidi ad alta pressione non lo tocchino mai. Per un sistema di propulsione in mare profondo, il motore può essere sigillato in un alloggiamento riempito di olio e compensato in pressione. In ambienti ad alto vuoto e ad alte radiazioni, possono essere utilizzati materiali specializzati per prevenire il degassamento o il degrado dell'isolamento.

I motori frameless sono disponibili in una vasta gamma di dimensioni, forme e caratteristiche di prestazioni

Gli ingegneri progettisti possono facilmente ottimizzare la dimensione dell'applicazione in relazione alle caratteristiche di prestazione richieste. Ad esempio, le diverse linee di prodotti frameless di Kollmorgen offrono sia ingombri servo (più lunghi assialmente) che generatori di coppia (più corti assialmente) in diametri standard che vanno da pochi centimetri a quasi un metro. Le tensioni dei bus variano da ≤ 48 VCC a 680 VCC (480 VCA raddrizzati). Le capacità di coppia continua variano da una frazione a diverse migliaia di Nm.

Con tutte queste opzioni, gli ingegneri progettisti possono determinare la massa che devono spostare, i tempi, le restrizioni applicative e spaziali, e le eventuali sfide ambientali - e, lavorando su queste informazioni, determinare la linea di prodotti e l'ingombro che si adatta idealmente all'applicazione.



Integrazione dei motori frameless nell'applicazione

Come accennato in precedenza, un kit di motori frameless è composto solo da statore e rotore. Tutti gli altri componenti normalmente associati a un servomotore housed devono essere integrati nel meccanismo dell'applicazione. Ecco alcune delle considerazioni di alto livello da affrontare quando si progetta quel meccanismo.

Alloggiamento

A differenza di un motore housed con una flangia di montaggio che viene fissata alla macchina, uno statore frameless di solito è incollato a un componente con cavità cilindrica lavorato che funge da alloggiamento del motore. Questo è montato all'interno della macchina in prossimità dell'albero azionato, consentendo il design più compatto. I motori Kollmorgen frameless sono forniti di un dettagliato manuale di installazione che copre tolleranze di lavorazione, agenti di incollaggio, sequenze di assemblaggio e altro ancora.

Per assicurare l'integrità strutturale e fornire un adeguato dissipatore di calore, l'alloggiamento è generalmente realizzato in acciaio o alluminio con uno spessore minimo della parete di 4-6 mm. È importante utilizzare per il telaio un materiale che possa efficacemente dissipare il calore dal motore, ed è questo il motivo per cui questi materiali sono preferibili. Notare che l'acciaio inossidabile ha una scarsa conduttività termica e va evitato o progettato in modo appropriato per essere sovradimensionato nelle migliori pratiche per le applicazioni di progettazione di macchine.

Kollmorgen fornisce un ricco set di tool di progettazione. I clienti possono utilizzare il nostro Frameless Motor Performance Curve Generator per ottenere informazioni dettagliate sulla velocità e sulla coppia del motore disponibili in una vasta gamma di condizioni termiche specificate. Questo consente agli ingegneri di dimensionare correttamente i motori per ogni applicazione e aiuta anche a comprendere i requisiti di progettazione per le dimensioni dell'alloggiamento dello statore e le considerazioni termiche per i componenti strettamente montati come cuscinetti, ingranaggi e dispositivi di feedback.

Inoltre, tenere presente che alcuni motori frameless sono progettati per funzionare bene a una temperatura di avvolgimento significativamente inferiore rispetto alla loro temperatura massima nominale. Ad esempio, la serie TBM2G offre prestazioni eccezionali senza superare gli 85 °C, ma è anche in grado di mantenere prestazioni complete fino a una temperatura di avvolgimento di 155 °C in modo continuativo.



Sensori termici

Nella fase di progettazione e prototipazione dell'applicazione, è spesso utile utilizzare un **sensore termico lineare** per assicurare che il motore possa erogare la coppia continua richiesta senza superare una temperatura di avvolgimento accettabile.

Bisogna tenere presente che un motore che funziona alla sua temperatura massima di avvolgimento, ad esempio 155 °C, può causare danni termici a componenti sensibili posizionati nelle vicinanze, come lubrificanti per cuscinetti e ingranaggi, nonché elettronica di dispositivi di feedback termicamente sensibili. Un'eccessiva elevazione termica può essere dannosa anche per il materiale che viene trattato dall'applicazione se è sensibile al calore.

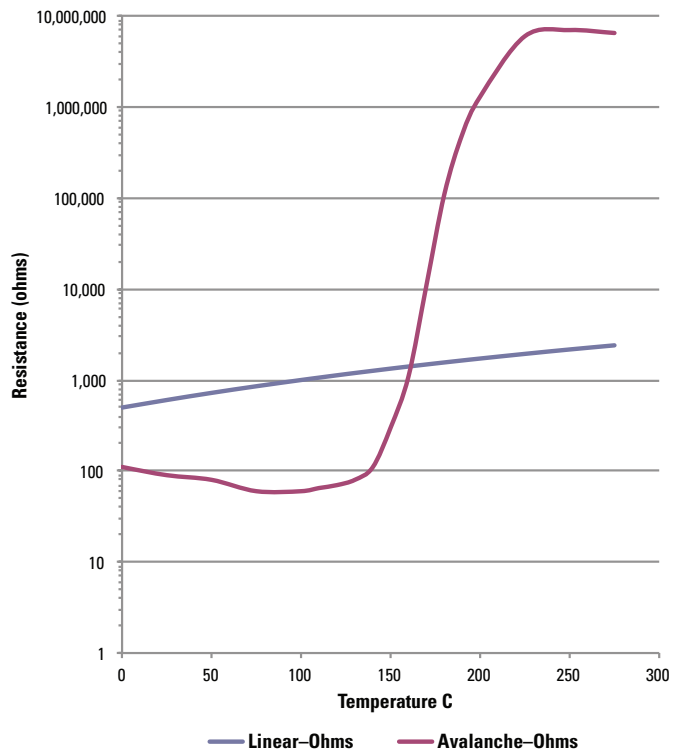
Un sensore termico lineare come il PT1000, ampiamente utilizzato, può fornire le informazioni necessarie per correlare i livelli di prestazione dell'applicazione con la temperatura di avvolgimento effettivamente rilevata nel motore. Questi dati possono essere confrontati con altri elementi di macchine termicamente critici nell'applicazione. Si potrebbe scoprire che è possibile spingere in modo sicuro la macchina a livelli di prestazioni più elevati con una determinata selezione di motori, oppure che è possibile ottenere le prestazioni desiderate con un motore più piccolo.

Nel design finale, potrebbe essere vantaggioso incorporare un sensore **termico di tipo PTC o "a valanga"** . Un sensore a coefficiente di temperatura positivo è un semplice dispositivo resistivo che cambia rapidamente il valore di resistenza quando la temperatura supera un punto stabilito, come il limite di progettazione della temperatura continua massima per gli avvolgimenti del motore. Per la maggior parte le applicazioni di produzione non hanno bisogno del livello di dettaglio fornito da un sensore termico lineare a meno che non ci sia una funzione specializzata che lo richieda. Ma un semplice

Albero e cuscinetti

Un motore tradizionale con alloggiamento ha cuscinetti interni che permettono al rotore di girare liberamente. Questi cuscinetti non sono destinati a sostenere il carico, quindi uno o più set di cuscinetti aggiuntivi esterni al motore devono essere incorporati nell'applicazione a tale scopo.

Un set di motori frameless non ha albero o cuscinetti. Invece, il design dell'applicazione include il proprio albero di uscita. I cuscinetti sull'albero sostengono sia il rotore che il carico. Non è necessario modificare il progetto complessivo della macchina per ospitare un motore frameless specifico. Il progettista della macchina già comprende i requisiti di carico del



Curva di risposta del sensore termico lineare rispetto al sensore termico PTC ("a valanga")

dispositivo PTC collegato all'azionamento può supportare diverse azioni correttive in caso di surriscaldamento.

Ad esempio, se un motore inizia a surriscaldarsi e lavorare troppo duramente, il sistema di controllo può essere programmato per fornire un avviso, ridurre la corrente fino a quando il motore si raffredda o passare attraverso una sequenza di rallentamento/arresto, qualunque cosa abbia più senso per lo stato e la produttività dell'applicazione e del suo processo. Un PTC fornisce un elemento protettivo facile da implementare ed economico nel design del sistema di controllo.

cuscinetto per il meccanismo e semplicemente ha bisogno di trovare un punto sull'albero per montare il rotore da aggiungere. In base a quella posizione del rotore, l'elemento di alloggiamento è progettato nella macchina per supportare lo statore.

In altre parole, il progetto incorpora il design dell'albero e del cuscinetto già esistente che è necessario per svolgere un compito specifico, ed è semplicemente necessario adattare gli elementi del rotore e dello statore in modo appropriato su quell'albero esistente. Tenere presente che la rotazione del rotore non introduce alcuna significativa forza di carico assiale o radiale sui cuscinetti.

Ciò significa che i cuscinetti sull'albero supportano il rotore frameless oltre al carico, ma non è necessario specificarli tenendo conto del motore. Invece, selezionare e dimensionare i cuscinetti in base alle forze assiali e radiali che l'albero della macchina incontrerà mentre sposta il carico. Utilizzare un motore frameless anziché housed non dovrebbe avere alcun effetto sui cuscinetti dell'albero che si specificano.

Dispositivo di feedback

Come con qualsiasi sistema di servomotore brushless, viene utilizzato un dispositivo di feedback per fornire la posizione del rotore al fine di controllare il timing e la sequenza dell'amplificatore che controlla elettronicamente l'alimentazione del motore. Nella sua forma più semplice, questo segnale di commutazione può essere fornito da un gruppo di sensori magnetici noti come dispositivi a effetto Hall che possono essere offerti come opzione standard con l'insieme di parti del motore frameless.

Un'altra opzione è quella di fornire un feedback di posizionamento per un sistema di controllo ad anello chiuso utilizzando un encoder incrementale che incorpora tracce di uscita a effetto Hall. In alternativa, per ambienti difficili e soggetti a forti urti che possono essere dannosi per un encoder ottico, un resolver fornisce un'alternativa di feedback della posizione assoluta robusta e affidabile, sebbene la risoluzione sia inferiore, in genere pari a 12-16 bit.

Spesso la soluzione migliore, utilizzata nella maggior parte delle applicazioni di motori frameless, è un encoder assoluto, che fornisce la risoluzione di 18 bit o superiore richiesta per i sistemi di automazione che necessitano della massima precisione. Utilizzando un encoder assoluto si elimina anche la necessità di un dispositivo Hall separato, consentendo all'azionamento di conoscere sempre la posizione esatta del rotore anche all'avvio del sistema.



Ingranaggi

I motori frameless sono ideali per applicazioni di azionamento diretto. Ma quando è desiderabile aumentare la coppia riducendo la velocità, questi motori possono anche essere utilizzati con ingranaggi di azionamento armonici compatti e a backlash zero, nonché con ingranaggi cicloidali, cilindrici e planetari. Questi riduttori mantengono una precisione estrema consentendo un'elevata moltiplicazione della coppia in un ingombro compatto.

Ad esempio, utilizzando un ingranaggio ad azionamento armonico con un rapporto di riduzione tipico di 100:1, l'inerzia del carico riflessa sull'albero del motore viene ridotta del quadrato del rapporto, ovvero di un fattore di 10.000, senza influire in modo significativo sulle dimensioni complessive del design dell'applicazione.

Queste considerazioni possono essere importanti quando, ad esempio, si ha bisogno della coppia per accelerare un carico consistente senza esitazione, oppure quando si desidera ottenere un valore specifico di coppia utilizzando un motore più piccolo. Comprendere l'effetto della riduzione del rapporto di

trasmissione è fondamentale per il dimensionamento del motore. Gli ingegneri di Kollmorgen offrono l'esperienza necessaria per aiutare a fare le scelte ottimali.

Freni

Alcune applicazioni richiedono freni elettromagnetici o meccanici. Nelle applicazioni verticali, ad esempio, la gravità è un componente del carico che potrebbe far cadere o spostare il carico dalla sua posizione prevista se l'alimentazione del motore viene interrotta in modo imprevisto.

Un altro utilizzo dei freni è quello di mantenere l'integrità della posizione del carico quando il motore viene intenzionalmente spento. Ad esempio, una piattaforma stabilizzata come un gimbal per sensori UAV potrebbe trarre vantaggio dai freni per evitare che il carico si sposti quando il velivolo è in volo, ma momentaneamente il sensore non è necessario.

I freni possono essere forniti come componente integrante di molti motori housed. Tuttavia, con un motore frameless, vanno aggiunti all'albero primario azionato del meccanismo.

Progettare per la producibilità

Può essere fin troppo facile progettare e costruire un prototipo che soddisfi i requisiti prestazionali della tua applicazione, ma anche trascurare la necessità di prestazioni ottimali in fabbrica e sul mercato. Per minimizzare il rischio e massimizzare il successo, considerare che servono componenti provenienti da fonti affidabili, un processo di assemblaggio semplice e una progettazione che possa essere facilmente riparata se necessario.

Quando si progetta un'applicazione, è bene pensare al processo di produzione, all'ordine di assemblaggio e ai costi totali. Ad esempio, a causa delle alte forze magnetiche che possono essere coinvolte, considerare se si avrà bisogno di dispositivi speciali per installare in modo sicuro il rotore a magneti permanenti e l'albero in prossimità dell'alloggiamento dello statore nell'assemblaggio della macchina.

Se ci si aspetta che l'applicazione abbia carichi radiali estremi che potrebbero accorciare la vita tipica dei cuscinetti dell'albero della macchina, potrebbe essere opportuno incorporare un sistema di smontaggio per una facile sostituzione dei cuscinetti, riducendo al minimo il costo e la complessità dell'integrazione del motore frameless. Questi sottili concetti di progettazione rientrano solitamente nel dibattito sulla sostenibilità delle macchine, parte integrante del normale processo di revisione della progettazione con gli ingegneri Kollmorgen.

Tenendo conto di questi e altri fattori fin dall'inizio del processo di progettazione, è possibile evitare costi eccessivi, assicurare che il processo di produzione possa far fronte alla domanda e migliorare notevolmente le prospettive di accettazione sul mercato.

Ottenere l'aiuto e l'assistenza di cui si ha bisogno

Progettare e produrre un'applicazione che incorpora motori frameless non deve essere un processo pieno di incertezze. Quando sorgono domande o sfide di progettazione, è bene sapere che è sempre disponibile assistenza tramite risorse self-service e ingegneri con una profonda comprensione di come incorporare motori frameless in tutti i tipi di applicazioni.

Kollmorgen offre diversi tool per aiutare a progettare e costruire un'applicazione ad alte prestazioni e altamente produttiva:

- [Frameless Motor Decision Tree](#). Questo tool interattivo guida attraverso le domande a cui è necessario rispondere per determinare se un motore frameless è adatto all'applicazione e, in tal caso, quale tipo specifico di motore. C'è anche una [versione pdf stampabile](#).

- [Frameless Motor Performance Curve Generator](#). Regola corrente, tensione, temperatura ambiente e fattori di avvolgimento per generare istantaneamente curve di prestazione e valutare le migliori opzioni di motori frameless per soddisfare i requisiti della tua applicazione.
- [Motioneering](#). Utilizza questo tool di selezione guidata online per scegliere e dimensionare i componenti di motion servo ottimali per il tuo progetto in base alle tue effettive esigenze di profilo di motion che possono essere sviluppate da una libreria di tipi di progetto meccanico (vite con ricircolo di sfere, cremagliera e pignone, azionamento a cinghia, rulli di pressione, cinghia e puleggia, azionamento diretto) e carichi caratterizzati dai requisiti di tempistica e prestazioni della tua applicazione.
- [Altri tool di progettazione](#). Confronta e seleziona prodotti di motion, genera modelli 3D, configura cavi, calcola tempi di frenata sicuri e altro ancora con questi potenti tool di ingegneria.

Desideri saperne di più?

[Contatta Kollmorgen](#) per discutere le tue esigenze e i tuoi obiettivi con uno specialista di motori frameless.

Informazioni su Kollmorgen

Kollmorgen, un marchio Regal Rexnord, vanta oltre 100 anni di esperienza nel settore del motion, comprovata da motori, azionamenti, soluzioni di controllo AGV e piattaforme di automazione dalle prestazioni tra le più elevate e affidabili del settore. Forniamo soluzioni innovative che non hanno rivali in termini di prestazioni, affidabilità e facilità di utilizzo, garantendo ai costruttori di macchine un indubbio vantaggio sul mercato.