KOLLMORGEN
A REGAL REXNORD BRAND

WHITE PAPER

Quale dispositivo di retroazione della posizione del servomotore è adatto per la tua applicazione?

La precisione e la reattività di un servosistema in anello chiuso dipendono dalla qualità del dispositivo di retroazione. Alcuni dispositivi hanno anche funzionalità che possono migliorare significativamente la produttività e la sicurezza delle macchine. Conosci le tecnologie disponibili, così da poter fare la scelta giusta per le tue esigenze.

Che cos'è un dispositivo di retroazione di posizione?

Un dispositivo di retroazione di posizione misura la posizione dell'uscita meccanica di un motore rispetto alla parte fissa. Per un motore rotativo standard, il dispositivo misura la posizione dell'albero/rotore rispetto all'alloggiamento/allo statore del motore. Per un motore lineare, misura la posizione della bobina mobile rispetto alla struttura magnetica fissa. La velocità del motion e anche l'accelerazione possono essere calcolate tramite misurazioni della posizione nel tempo.

Ci sono molti tipi di dispositivi di retroazione di posizione, basati su vari tipi di sensori analogici. I tipi di rilevamento più comuni sono:

- Ottico, ad esempio il dispositivo di retroazione intelligente assoluto multi-turn SFD-M di Kollmorgen
- Induttivo, ad esempio resolver o dispositivi della serie EQI di Heidenhain
- Capacitivo, ad esempio i dispositivi della serie EEM37 di SICK

Ogni tipo di sensore ha i suoi pro e contro basati su costo, dimensioni, prestazioni, robustezza e temperatura di esercizio.

Per i servomotori rotanti standard, i dispositivi di retroazione di posizione sono di solito montati all'interno della parte posteriore del motore come mostrato nella Figura 1, una vista esplosa di un servomotore Kollmorgen AKM2G dotato di un dispositivo di retroazione SFD-M.

Perché un servomotore ha bisogno di un dispositivo di retroazione di posizione?

Alcuni motori funzionano senza dispositivi di retroazione di posizione, ad esempio motori a corrente alternata, motori a induzione a velocità variabile e motori passo-passo. Ma per le applicazioni che richiedono un controllo preciso del motion, far funzionare i motori in modalità ad anello aperto senza dispositivi di retroazione della posizione può compromettere la qualità del motion attraverso:

- Incapacità di mantenere una posizione meccanica costante
- Regolazione insoddisfacente della velocità quando è richiesta una velocità costante
- Lento cambiamento di velocità
- Tempo di spostamento lento da una posizione all'altra
- Fluidità del motion insoddisfacente
- "Perdersi", ad esempio assestamento in una posizione molto sbagliata
- Bassa efficienza termica o necessità di specificare una maggiore dimensione del motore.

Tutti questi problemi possono essere eliminati tracciando la posizione misurata del motore in un anello di servoregolazione.

Un dispositivo di retroazione di posizione in un sistema ad anello chiuso consente il **controllo del motion più preciso.**

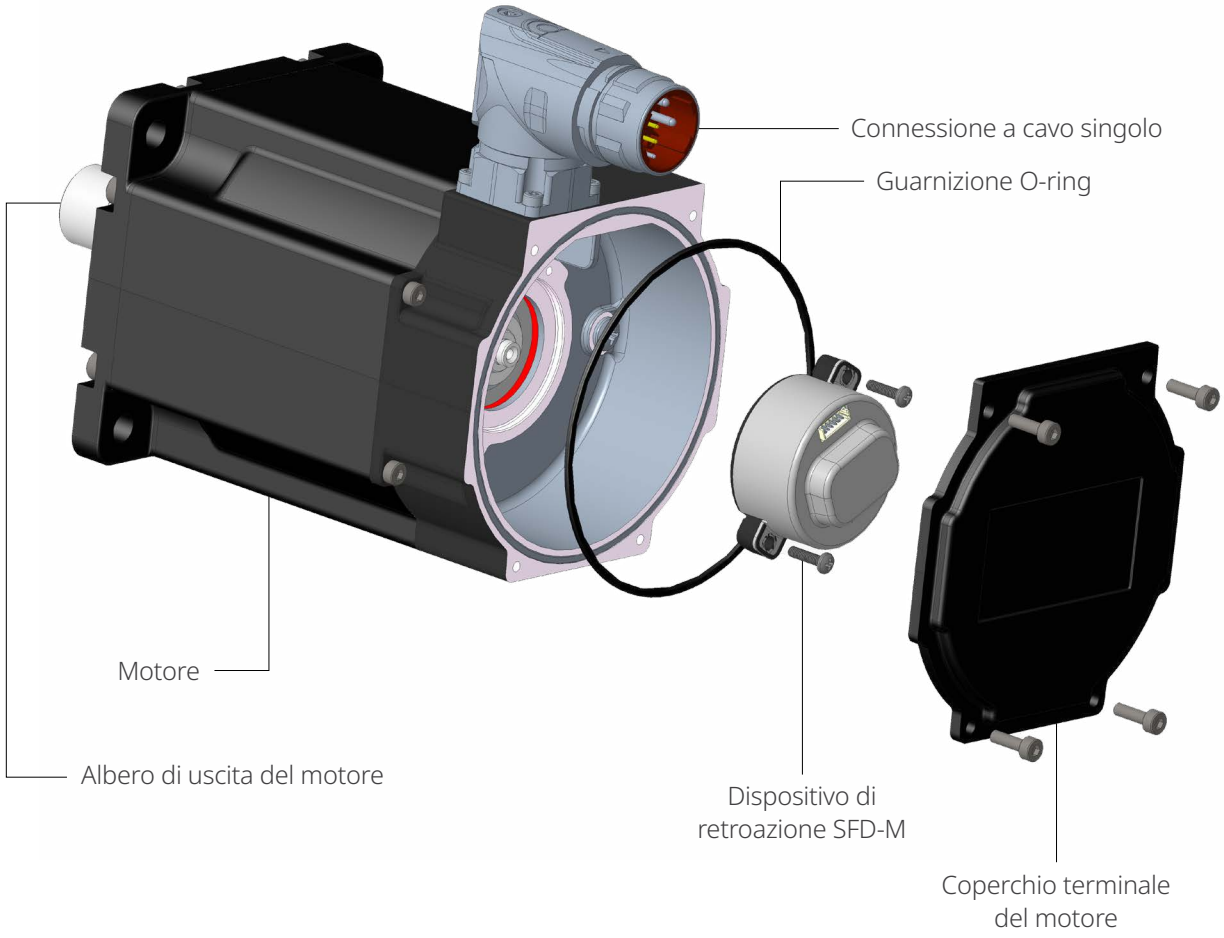


Figura 1. Vista esplosa del servomotore Kollmorgen AKM2G con retroazione SFD-M

Come viene utilizzata la retroazione della posizione?

Anello di servoregolazione

Il posizionamento misurato del motore è il dato utilizzato in un anello di servoregolazione da un controller elettronico noto come azionamento del motore.

L'obiettivo di un anello di servoregolazione è quello di ridurre continuamente il valore dell'errore il più possibile; in altre parole, di azionare l'uscita del blocco del sensore di retroazione il più vicino possibile al valore di comando in ingresso.

Nella Figura 2, il blocco etichettato come sensore di retroazione è il dispositivo di retroazione della posizione per il servomotore nel sistema. Idealmente, l'anello di servoregolazione cerca di azionare la posizione di uscita del motore, misurata dal dispositivo di retroazione, il più vicino possibile alla posizione comandata. In una variante della Figura 2 il blocco del sensore di retroazione prende la derivata della posizione misurata per fornire una retroazione sulla velocità, e l'anello controlla la velocità del motore.

La qualità del dispositivo di retroazione della posizione è probabilmente l'elemento più importante che contribuisce alla qualità del motion ottenuto dal servosistema. Questa conclusione deriva dal fatto che un anello di servoregolazione non può guidare direttamente la posizione di uscita in modo che sia uguale al comando in ingresso. Invece, guida il valore di retroazione in modo che sia uguale al comando. Ogni errore di misurazione nel sensore di retroazione causerà necessariamente errori/distorsioni nella posizione effettiva del motore.

Quando l'anello di servoregolazione è molto stretto, significa che il segnale di errore è molto piccolo, la posizione effettiva di uscita ha un errore che è inverso all'errore di misurazione del sensore di retroazione. Consideriamo un sensore di posizione a retroazione che presenta errori di fluttuazione ciclici nella posizione rilevata. Quando il servoamplificatore comanda una velocità costante, il motion effettivo del motore avrà una fluttuazione ciclica inversa che annulla gli errori di misurazione del sensore di retroazione.

Più preciso è il dispositivo di retroazione di posizione, migliore sarà il motion risultante. Tuttavia, per i dispositivi montati all'interno del motore, c'è un limite a quanto devono effettivamente essere validi.

Nella maggior parte dei casi, un motore aziona una forma di leveraggio meccanico, come una puleggia, una trasmissione, un accoppiatore o una madrevite. L'importante è il motion alla fine di questi meccanismi. Anche se il motion dell'albero del motore fosse perfetto, è improbabile che il motion all'estremità della meccanica connessa sia perfetto. Questi sistemi meccanici connessi richiederebbero costi sostanziali e attenzione per evitare errori dell'ordine di pochi archi-min come misurato all'albero del motore.

Pertanto, è improbabile che un dispositivo di retroazione di posizione con precisione nell'ordine di pochi archi-s migliori significativamente il motion alla fine della meccanica connessa, dove la qualità del motion conta effettivamente.

Commutazione elettronica di un motore

Molti motori richiedono forme d'onda CA sincronizzate in modo appropriato per ottenere il motion desiderato. Nei motori a spazzole originali, questa sincronizzazione veniva eseguita tramite un commutatore meccanico. Nei servomotori a magnete permanente brushless, un dispositivo di retroazione di posizione fornisce al servoamplificatore le informazioni di cui ha bisogno per sincronizzare elettronicamente l'eccitazione degli avvolgimenti del motore come richiesto per specifiche attività di motion. La commutazione elettronica degli avvolgimenti del motore offre molti vantaggi in termini di prestazioni, come ad esempio la possibilità di utilizzare motori più piccoli e di costo minore per raggiungere determinate specifiche di potenza meccanica e di coppia. La commutazione elettronica per alcuni tipi di motori richiede informazioni sulla posizione assoluta all'interno di un ciclo elettrico del motore.

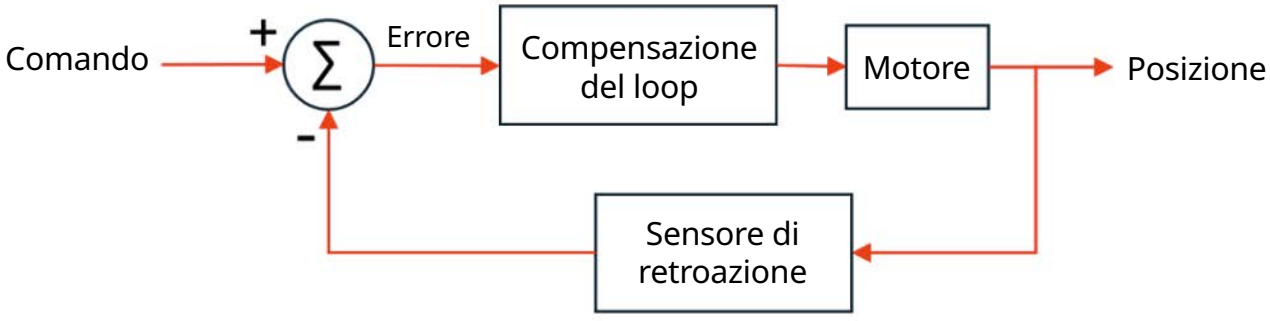


Figura 2. Anello di servoregolazione di base

Che cos'è la posizione assoluta?

Il dispositivo di retroazione di posizione più basilare fornisce una posizione incrementale. Questo significa che quando il dispositivo si accende, riporta sempre la posizione 0, indipendentemente dalla posizione fisica effettiva del rotore, e quindi misura la distanza incrementale percorsa dall'ultima accensione. Per alcune applicazioni, come il motion a velocità costante, queste sono tutte le informazioni necessarie.

Tuttavia, per la maggior parte le applicazioni hanno bisogno di conoscere la posizione effettiva all'interno di uno spazio operativo. I dispositivi di retroazione di posizione assoluta forniscono la posizione relativa a una posizione 0 che è sempre fissa, anziché ripristinarsi in un luogo diverso a ogni accensione. Questo tipo di posizione è chiamato posizione assoluta. I dispositivi di retroazione di posizione assoluta sono disponibili in vari tipi, differenziati dal loro intervallo di posizione assoluta:

Commutazione

Fornisce informazioni sufficienti sulla posizione assoluta entro un ciclo elettrico del motore all'accensione per commutare elettronicamente il motore. Per la retroazione di posizione, fornisce solo la posizione incrementale o solo la posizione assoluta all'interno di un solo ciclo elettrico del motore, che è inferiore a una rotazione completa di un motore. Tra gli esempi vi sono un encoder incrementale e un sensore a effetto Hall o un resolver a più velocità.

Giro singolo assoluto

Fornisce un valore di posizione assoluto esattamente corretto entro un giro meccanico da 0 a 360 gradi all'accensione. Ne sono un esempio i resolver a velocità singola e alcuni dispositivi ottici, capacitivi o induttivi.

Assoluto multigiro

Fornisce una posizione assoluta all'interno di un giro meccanico, ma tiene anche traccia di quanti giri completi sono stati compiuti. Tipicamente, i dispositivi di retroazione assoluta multigiro variano nella loro capacità di conteggio da 4.069 giri (12 bit o 2^12) a 65.536 giri (16 bit o 2^16). La retroazione assoluta multigiro può essere implementata in quattro modi fondamentali:

1. Salvare la posizione corrente nella memoria non volatile allo spegnimento, ripristinare all'accensione.
   - La posizione del motore non deve essere spostata mentre l'alimentazione è spenta.
   - Costo più basso, gamma maggiormente limitata di possibili applicazioni.
2. La batteria di backup alimenta un contatore di giri.
   - Libertà di muovere il motore mentre l'alimentazione è disattivata.
   - La batteria rappresenta problemi di costi e manutenzione e richiede spazio.
   - Rischio che lunghi periodi di spegnimento possano potenzialmente creare un pericolo.
3. Utilizzare ingranaggi con letture individuali. Per esempio, SICK DSL o Heidenhain EnDat.
   - Libertà di muovere il motore mentre l'alimentazione è disattivata.
   - Gli ingranaggi rendono l'encoder più grande, il che può rendere il motore più lungo.
   - Gli ingranaggi sono costosi, richiedono strette tolleranze di montaggio.
4. Recupero di energia. Con l'alimentazione spenta, muovendo manualmente il motore si attiva un contatore di giri in memoria non volatile. Ad esempio, Kollmorgen SFD-M.
   - Libertà di muovere il motore mentre l'alimentazione è disattivata.
   - Più robusto e con un intervallo di conteggio dei giri più ampio rispetto agli ingranaggi.
   - Più piccolo degli ingranaggi, meno costoso e richiede tolleranze meno precise.

Quasi tutte le applicazioni possono beneficiare di avere una retroazione assoluta di posizione multigiro. Ad esempio, in applicazioni in cui la rotazione del motore viene convertita in un motion lineare di limitato raggio, come un tavolo X-Y, la retroazione assoluta multigiro consente una produttività immediata all'accensione, senza la necessità di procedure di riferimento lente o costosi sensori e cablaggi di riferimento.

Storicamente, l'alto costo di aggiungere la funzionalità assoluta multigiro ai dispositivi di retroazione della posizione ha significato che molte applicazioni sono rimaste prive dei benefici offerti. Oggi è possibile non accettare limitazioni. In particolare, il dispositivo di retroazione della posizione SFD-M di Kollmorgen offre tutti i vantaggi della funzionalità assoluta multigiro con tecnologia di recupero dell'energia senza costi aggiuntivi rispetto a un dispositivo incrementale a singolo giro.

Specifiche importanti dei dispositivi di retroazione

Le specifiche che definiscono le prestazioni e l'utilità dei dispositivi di retroazione di posizione includono:

Risoluzione

La distanza minima di motion che può essere misurata. Nota anche come quanti di posizione. La risoluzione è di solito specificata come il numero di bit binari per rivoluzione. Più bit/giro, meglio è, fino a un certo punto di rendimenti decrescenti. Questo valore determina anche la risoluzione della velocità come determinato differenziando la posizione. Per un tipico servomotore rotativo industriale, cerca almeno 16 bit/rivoluzione e preferibilmente 24 bit/rivoluzione, che producono 2^24 = 16.777.216 posizioni misurate distinte per ogni rivoluzione meccanica. Oltre i 24 bit/rivoluzione, il ritorno sull'investimento diminuisce rapidamente.

Precisione

La differenza tra la posizione misurata del dispositivo e la posizione effettiva ed esatta del motore. L'accuratezza di solito è specificata come un errore del caso peggiore rispetto alla posizione reale di +/- arc-min di angolo. L'accuratezza è quasi sempre maggiore (peggiore) della risoluzione.

Fluttuazione della velocità

Quando la velocità effettiva è costante, la stima della velocità della posizione misurata differenziata avrà fluttuazioni a causa degli errori nella posizione misurata. La fluttuazione della velocità è espressa come % p-p perché l'ampiezza di queste fluttuazioni di velocità nel valore misurato è direttamente proporzionale alla velocità. Giri/min fluttuazione = (% fluttuazione)*(giri/min motore). La fluttuazione della velocità è causata dagli errori di accuratezza della posizione, ma un dato errore di posizione di +/– caso peggiore non determina direttamente la % di fluttuazione della velocità.

Rumore di posizione

Quando il motore è perfettamente fermo, il valore di posizione misurato non si fermerà su un valore fisso. Avrà un rumore casuale che farà rimbalzare il valore. Questo rumore sarà la somma del rumore intrinseco nel metodo di rilevamento analogico più eventuali rumori accoppiati a esso dall'EMI da rumori come tensioni PWM su un avvolgimento del motore. Il rumore è di solito specificato come variazione dei giri/min di posizione. Nei dispositivi ad alta risoluzione, l'ampiezza del rumore di posizione è tipicamente compresa tra la risoluzione e le specifiche di accuratezza. Contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, un dispositivo di retroazione della posizione con rumore pari a 0, chiamato quantizzatore ideale, non è desiderabile. Con il rumore casuale aggiunto, il segnale di posizione può essere mediato o ulteriormente filtrato per ottenere una risoluzione maggiore rispetto alla specifica di risoluzione. È meglio avere 1-2 bit meno significativi di rumore casuale di risoluzione.

Larghezza di banda

Ogni sensore ha un limite su quanto velocemente può rispondere ai cambiamenti del suo ingresso. La larghezza di banda del sensore di posizione è espressa come la frequenza in Hz quando il motion sinusoidale misurato rispetto al motion sinusoidale effettivo della posizione diminuisce in ampiezza a -3 dB o 0,707x. La larghezza di banda di un dispositivo di retroazione della posizione deve essere maggiore della larghezza di banda del motion desiderato dell'anello di servoregolazione chiuso.

Latenza/fase

Ogni sensore ha un ritardo di fase o anche una latenza (ritardo temporale) nel passare dall'ingresso al valore misurato. Il ritardo di fase netto è di solito espresso in gradi elettrici a una frequenza sinusoidale operativa specifica in Hz. Il ritardo di fase deve essere sufficientemente piccolo alla larghezza di banda desiderata dell'anello di servoregolazione chiuso per non causare problemi di stabilità.

Temperatura

Quanto freddo e quanto caldo può essere il dispositivo pur continuando a funzionare entro le specifiche. Di solito, i componenti del motore possono operare a temperature più elevate rispetto ai dispositivi di retroazione. Questo significa che la coppia continua del motore è limitata dalla temperatura massima di funzionamento del dispositivo di retroazione della posizione.

Robustezza

Le applicazioni dei servomotori spesso coinvolgono vibrazioni meccaniche e urti come quelli riscontrati, ad esempio, nelle macchine da stampa o nelle applicazioni veicolari. Ogni dispositivo di retroazione della posizione ha un intervallo di vibrazioni e urti meccanici che può gestire pur continuando a funzionare entro le specifiche. Alcuni dispositivi sono più robusti di altri.

Caratteristiche utili dei dispositivi di retroazione

Oltre alla loro funzione principale di misurare la posizione del motore, i moderni dispositivi di retroazione possono includere una serie di funzionalità che ne migliorano la funzionalità e il valore, tra cui:

Supporto

Dispositivi di retroazione della posizione che includono collegamenti di comunicazione digitale al servoamplificatore spesso includono memoria non volatile. La programmazione di questa memoria con i valori della scheda tecnica del motore significa che, all'accensione, il servoamplificatore è in grado di sapere a quale motore è collegato e di impostarsi automaticamente per essere compatibile con quel motore. Tutti i dispositivi Kollmorgen con memoria sono programmati con le informazioni sull'ID del motore Kollmorgen che possono essere utilizzate dai servoamplificatori Kollmorgen per la configurazione automatica.

Sensore termico

Alcuni dispositivi di retroazione della posizione digitale hanno un ingresso che può essere collegato a un sensore termico dell'avvolgimento del motore e quindi comunicare il valore misurato al servoamplificatore tramite il suo collegamento di comunicazione digitale. Questo elimina la necessità di cablare il sensore termico dal motore fino al servoamplificatore.

Cavo singolo

Dispositivi di retroazione della posizione che comunicano digitalmente con il servoamplificatore possono funzionare con un piccolo numero di fili, ad esempio quattro fili o addirittura solo due in dispositivi come SICK Hiperface DSL o SFD-M Kollmorgen. Questo si confronta molto favorevolmente, ad esempio, con i resolver che richiedono 8 fili, i dispositivi incrementali + effetto Hall che ne richiedono 13 o EnDat 2.2/01 che ne richiede 14. Con solo 2 o 4 fili di retroazione, è possibile che un solo cavo ibrido fornisca sia l'alimentazione del motore che la retroazione tra il servoamplificatore e il motore. Al contrario, i conteggi di fili elevati o i sensori analogici diretti richiedono due cavi: uno per l'alimentazione e uno per i dati di retroazione. La tecnologia a cavo singolo significa meno spese e meno manodopera per l'installazione.

Sicurezza funzionale

Nei macchinari moderni, c'è il desiderio di permettere agli operatori di avere le mani sulle macchine senza spegnerle completamente. Per garantire la sicurezza dell'operatore, i servomotori possono integrare un dispositivo di retroazione della posizione per la sicurezza funzionale certificato da terze parti. Questa funzionalità certificata consente ai servomotori attivi di mantenere una posizione fissa mentre l'operatore lavora in sicurezza con la macchina. Tipicamente, ciò migliora la produttività media della macchina fornendo nel contempo un ambiente di lavoro più sicuro per gli operatori.

Tabella comparativa dei dispositivi di retroazione

Combinando tutte le metriche di performance, le capacità e le caratteristiche che abbiamo discusso, e aggiungendo i prezzi relativi, possiamo costruire un grafico completo di confronto che mostra le opzioni buone, migliori e ottime per una vasta gamma di dispositivi di retroazione della posizione disponibili. Vedere Tabella 1.

Dispositivo	Prezzo	Analogico o digitale	Posizione iniziale	Tipo di posizione iniziale	Risoluzione	Precisione	Velocità Rumore	ID motore	Singolo Dimensioni	Robustezza meccanica	Temperatura	Lunghezza del motore	Sicurezza funzionale
SFD-M	Basso	Digitale	16 bit	Eng Harvest	Alto	Alto	Molto Basso	Sì	Sì	Alto	Alto	Più breve	No
SFD-3	Basso	Digitale	Singolo	-	Alto	Basso	Medio	Sì	Sì	Alto	Alto	Più breve	No
SFD (Smart Feedback Device)	Basso	Digitale	Singolo	-	Alto	Basso	Medio	Sì	Sì	Alto	Alto	Più breve	No
Resolver	Basso	Analogico	Singolo	-	Medio	Basso	Alto	No	No	Molto alto	Molto alto	Più breve	No
Encoder incrementale + Halls	Medio	Analogico	Commutazione	A 6 fasi	Basso	Medio	Medio	No	No	Medio	Medio	Più breve	No
Ottico analogico BiSS B	Medio	Ana/Dig	Singolo	-	Molto alto	Molto alto	Basso	Sì	No	Medio	Medio	Più lungo	No
Ottico analogico BiSS B	Alto	Ana/Dig	12	Ingranaggi	Molto alto	Molto alto	Basso	Sì	No	Medio	Medio	Più lungo	No
Digitale BiSS C	Alto	Digitale	12	Ingranaggi	Molto alto	Molto alto	Basso	Sì	No	Medio	Medio	Più lungo	No
Hiperface analogico ottico	Medio	Ana/Dig	Singolo	-	Medio	Alto	Basso	Sì	No	Medio	Basso	Più lungo	No
Hiperface analogico ottico	Alto	Ana/Dig	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Basso	Sì	No	Medio	Basso	Più lungo	No
Hiperface DSL ottico	Medio	Digitale	Singolo	-	Medio	Alto	Basso	Sì	Sì	Medio	Basso	Più lungo	No
Hiperface DSL ottico	Medio	Digitale	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Basso	Sì	Sì	Medio	Basso	Più lungo	No
Hiperface capacitivo	Medio	Digitale	Singolo	-	Medio	Alto	Medio	Sì	Sì	Alto	Basso	Più lungo	No
Hiperface capacitivo	Medio	Digitale	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Medio	Sì	Sì	Alto	Basso	Più lungo	No
Hiperface DSL capacitivo	Medio	Digitale	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Medio	Sì	Sì	Alto	Basso	Più lungo	Sì
EnDat 2.2/01 analogico ottico	Medio	Ana/Dig	Singolo	-	Molto alto	Molto alto	Basso	Sì	No	Medio	Basso	Più lungo	No
EnDat 2.2/01 analogico ottico	Molto alto	Ana/Dig	12	Ingranaggi	Molto alto	Molto alto	Basso	Sì	No	Medio	Basso	Più lungo	No
EnDat induttivo analogico	Medio	Ana/Dig	Singolo	-	Medio	Alto	Medio	Sì	No	Alto	Basso	Più lungo	No
EnDat induttivo analogico	Medio	Ana/Dig	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Medio	Sì	No	Alto	Basso	Più lungo	No
EnDat 2.2 induttivo digitale	Molto alto	Digitale	12	Ingranaggi	Medio	Alto	Medio	Sì	Sì	Alto	Basso	Più lungo	Sì

Tabella 1. Tabella di confronto dei prezzi, delle prestazioni e delle caratteristiche dei dispositivi di retroazione della posizione

Fai la scelta corretta

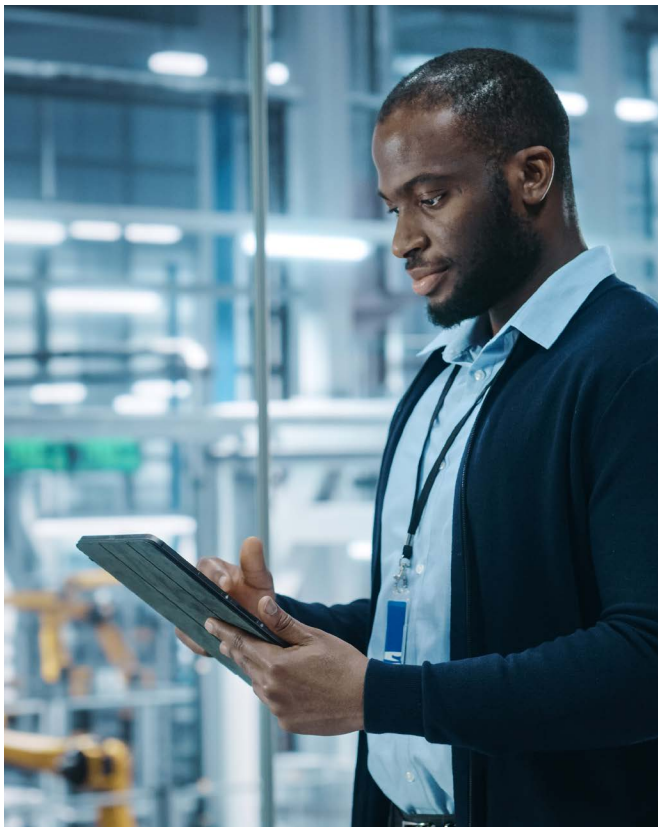
Applicazioni generali di controllo del motion

In base alla tabella di confronto, l'SFD-M è la scelta migliore per la maggior parte delle applicazioni. Caratteristiche:

- Prezzo conveniente
- Ha risoluzione assoluta a 16 bit multigiro
- Offre prestazioni elevate

Raccomandazioni per applicazioni speciali

Tuttavia, esistono applicazioni specializzate per le quali l'SFD-M non sarebbe la soluzione migliore. Questi casi speciali sono elencati di seguito insieme ai dispositivi di retroazione appropriati e ai loro codici di ordinazione.



1. È richiesta la certificazione di sicurezza funzionale:
   - Sicurezza capacitiva GU BiSS
   - Sicurezza induttiva LD EnDat
     - Costo superiore o molto superiore e motore più lungo rispetto a SFD-M
2. Massima accuratezza di posizione richiesta per l'azionamento diretto:
   - DA, DB EnDat ottico
   - AA, AB BiSS ottico
     - Costo maggiore e motore più lungo rispetto a SFD-M
3. Se non si utilizza un azionamento motore Kollmorgen:
   - Scegliere un dispositivo di retroazione compatibile con l'azionamento

Kollmorgen ti è sempre accanto, con processi collaudati e consegne affidabili

Collaboreremo con te nella fase di progettazione iniziale per comprendere i tuoi requisiti precisi, quindi forniremo l'assistenza tecnica necessaria per semplificare la selezione, il dimensionamento, la configurazione e la programmazione del sistema di motion. Grazie alle nostre estese capacità di configurazione, eseguiremo prototipizzazione rapida, consegneremo e provvederemo all'iterazione della soluzione secondo necessità, risparmiando potenzialmente mesi nel processo di sviluppo.

Al termine della progettazione, forniremo la documentazione completa per eventuali certificazioni necessarie, in qualsiasi area. Produzione snella, processi ripetibili e controlli qualitativi ci permettono di passare con rapidità dal prototipo alla produzione a pieno ritmo, garantendo sempre la fornitura puntuale dei tuoi sistemi di motion. Inoltre, forniremo un'assistenza a lungo termine, nella regione e per la regione, per sostenere la consegna del prodotto durante l'intero ciclo di vita dell'applicazione, gestendo i costi e scalando la produzione in base alle necessità.

Desideri saperne di più?

Contatta Kollmorgen per discutere le tue esigenze e i tuoi obiettivi con un esperto applicativo Kollmorgen.

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.

KM_WP_000442_RevA_IT
©2025 Kollmorgen Corporation. All rights reserved