



## Guida introduttiva al dimensionamento e alla selezione di sistemi servo

**Il dimensionamento e la selezione di un sistema di servomotori per il progetto di una macchina, iniziano con la comprensione dei componenti che costituiscono un servomotore o un sistema di servoazionamento. I servosistemi sono ad anello chiuso e controllano il motion desiderato. Incorporano un dispositivo di feedback che fornisce informazioni costanti tra il motore e l'azionamento per controllare con precisione la posizione, la velocità e la coppia del meccanismo da azionare.**

Il dimensionamento di un servosistema richiede un approccio olistico che tenga conto dei parametri meccanici, elettrici e di programmazione globali. Iniziare definendo:

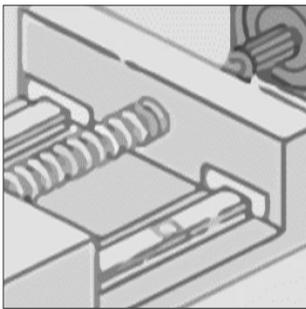
- Il carico meccanico
- Il profilo di motion (compresi i requisiti di posizionamento)
- Le caratteristiche del servomotore
- L'ambiente in cui sono collocati il motore e gli altri componenti
- Il materiale in lavorazione e/o il processo stesso



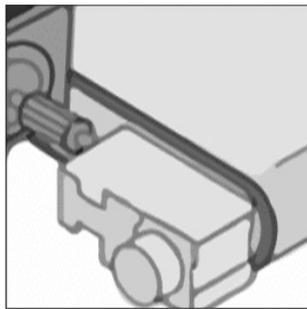
## Carico meccanico e parametri del profilo di motion

Iniziamo con il capire quali sono le implicazioni di un carico meccanico e dei requisiti di motion. La fisica newtoniana di base afferma che la forza (o la coppia in termini rotativi) è proporzionale alla massa (momento d'inerzia) per l'accelerazione, sia essa positiva o negativa. Nel contesto della progettazione di un servosistema, la struttura della macchina ha una massa propria oltre alla massa del carico trasportato. È importante definire con precisione le masse nel motion e i profili di motion richiesti. I meccanismi utilizzati per tradurre il moto rotatorio in moto lineare variano notevolmente (Figura A) e dipendono dalla precisione, dai carichi, dalla dinamica del movimento e dalle condizioni ambientali dell'applicazione.

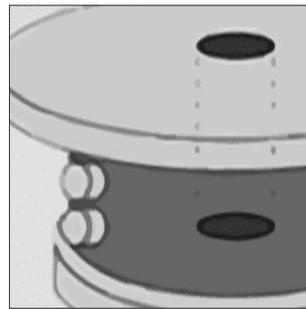
Una volta compreso il meccanismo da utilizzare, è necessario comprendere la dinamica del movimento per determinare la migliore soluzione di servomotore. I profili di motion comprendono non solo lo spostamento da un punto all'altro, ma anche le funzioni che si verificano durante il motion, come le forze di spinta associate alla lavorazione dei pezzi. L'accelerazione, la traslazione e la decelerazione, così come i periodi di sosta o di riposo, sono inclusi nel profilo di motion complessivo del sistema. I movimenti di indicizzazione possono essere semplicemente a triangolo, trapezoidali variabili o 1/3-1/3-1/3 (il movimento più efficiente legato al valore RMS della coppia).



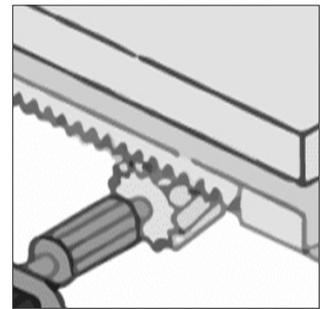
**TRASMISSIONE A VITE**



**NASTRO TRASPORTATORE**



**ROTATIVO**



**PIGNONE E CREMAGLIERA**

Figura A: I programmi di dimensionamento delle applicazioni offrono vari modelli di soluzioni meccaniche

Sono disponibili tool di dimensionamento e selezione per aiutare l'utente a costruire un profilo di motion basato sui requisiti di motion dell'applicazione. La maggior parte dei tool software, come la piattaforma Motioneering di Kollmorgen, offre una serie di modi per descrivere un moto e assistere nel calcolo dei tassi di accelerazione, del tempo di spostamento e della distanza, dei tempi di traslazione e di sosta.

La Figura B mostra un profilo di base 1/3-1/3-1/3 nel tool Motioneering di Kollmorgen con l'introduzione di un jerk del 50% per smussare i tassi di accelerazione. Questo esempio mostra un moto di 20 cm in 1 secondo utilizzando un jerk al 50% e una sosta di 2 secondi. Il sistema ha calcolato il moto in base a 1/3 del tempo di accelerazione, 1/3 di traslazione e 1/3 di decelerazione. La velocità massima è stata calcolata dal tool a 1.830 cm/min. È possibile vedere il profilo della curva a "S" (basato su un jerk del 50%).

Il carico di spinta (linea rossa) per questo moto è stato applicato durante la parte di traslazione del moto: è qui che potrebbe avvenire la lavorazione del profilo. Il periodo di sosta si estende fino a 3 secondi ed è molto importante, poiché tutti i parametri relativi a questo profilo saranno utilizzati per calcolare il valore RMS della coppia.

Il valore RMS della coppia viene utilizzato per il dimensionamento e la selezione del servomotore corretto. I componenti nel motion devono avere le loro inerzie sommate e riflesse verso l'albero motore. Oltre all'inerzia, è necessario prendere in considerazione le forze esterne, gli attriti e le inefficienze.

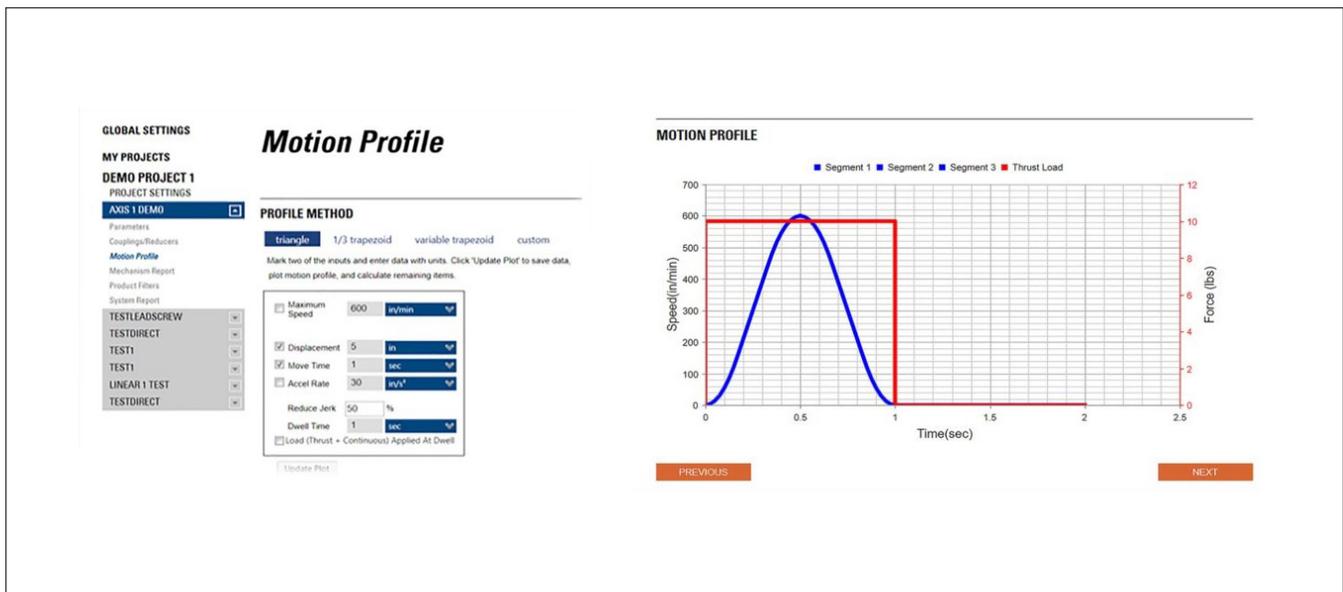


Figura B: Profilo di motion in uscita da un programma di dimensionamento dell'applicazione

A meno che il progetto non possa utilizzare una soluzione con motore ad azionamento diretto, includerà una trasmissione meccanica di qualche tipo. La trasmissione di potenza da rotativa a lineare (per trasformare l'uscita rotativa del motore in corsa lineare dell'asse) può avvenire, ad esempio, tramite una cinghia/puleggia o un meccanismo a vite come una vite a sfere. Le trasmissioni rotanti comprendono trasmissioni o gruppi a cinghia che fungono da riduttori di velocità utilizzando pulegge di varie dimensioni. In alcune applicazioni, le parti in moto contribuiscono in modo significativo alla massa totale in moto. Un caso particolare è quello in cui l'asse di una macchina deve muovere una massa mutevole, come ad esempio nel caso dei sistemi

robotici di dosaggio o di lavorazione. In questo caso, la variazione del carico totale può essere un fattore di regolazione del servozionamento.

Una buona parte dello sforzo di dimensionamento iniziale per determinare il muscolo del sistema motore/azionamento necessario deriva dalla meccanica e dal profilo di motion. È inoltre importante comprendere gli effettivi requisiti di posizionamento del carico in termini di risoluzione, accuratezza e ripetibilità. Ciò è direttamente influenzato dalla selezione del dispositivo di feedback e (in modo più significativo) dalla quantità di motion perso del gruppo meccanico sotto forma di backlash e cedevolezza.

## Considerazioni sul feedback e caratteristiche del servomotore

Per definizione, i servosistemi dispongono di dispositivi di feedback che misurano la velocità, la posizione e altri parametri del sistema durante il funzionamento. I produttori possono avere scelte limitate, ma è essenziale un'attenta considerazione dei parametri applicativi specifici, tra cui il carico d'urto, l'accuratezza di posizionamento e la ripetibilità.

I dispositivi di feedback più comuni includono:

- Resolver
- Encoder ottici
- Encoder sinusoidali
- Dispositivi ibridi

I resolver tendono a eccellere in ambienti difficili, soprattutto con carichi d'urto elevati. I resolver sono trasformatori rotativi costituiti da bobine di filo avvolte attorno a un nucleo per le parti dello statore e del rotore. Questa architettura consente il funzionamento a temperature più elevate ed è molto più tollerante nei confronti di carichi d'urto elevati rispetto agli encoder ottici, che probabilmente contengono un elemento a disco di vetro.

Gli encoder sinusoidali offrono un'elevata risoluzione, fino a 24 bit e oltre, per una migliore accuratezza di posizionamento.

I dispositivi di feedback ibridi come l'SFD (Smart Feedback Device) di Kollmorgen offrono la robustezza di un resolver con capacità di risoluzione migliorate. Questi dispositivi si basano su un resolver con un elemento elettrico che interpreta i segnali sinusoidali e cosinusoidali e li converte in un segnale digitale ad alta risoluzione che viene trasmesso al servozionamento per le retroazioni di velocità e posizione.

Un'altra scelta di feedback che dipende dai requisiti specifici dell'applicazione è la necessità di un feedback di posizione assoluta rispetto a quella incrementale. In un sistema rotativo, una volta completata una rotazione di 360 gradi con un dispositivo a rotazione singola, la posizione riparte da zero. Un encoder assoluto multigiro consente al sistema di sapere dove si trova, non solo nell'ambito dei 360 gradi di rotazione di un motore, ma anche quante volte ha compiuto un giro completo in una delle direzioni fino a un determinato numero di giri. In questo modo, sa esattamente dove si è posizionati, anche quando la macchina viene spenta e riavviata successivamente.

Il feedback di posizione assoluta può essere utile per il posizionamento di tool e altri assi, soprattutto all'avvio della macchina, consentendo di bypassare le routine di homing e di aumentare la capacità produttiva. Al contrario, un semplice encoder incrementale identifica la posizione dell'utente in un singolo giro, ma solo dopo aver trovato se stesso in un ciclo di accensione; pertanto, non è possibile sapere quante volte si è completato un ciclo, né la posizione assoluta all'interno dei 360 gradi di rotazione all'accensione.

Un altro tipo di encoder che si può incontrare è l'encoder assoluto capacitivo, che si basa sulle variazioni del campo magnetico per essere interpretato dal convertitore digitale in una posizione.

## Cablaggio

I servomotori e i servozionamenti sono importanti, ma anche il cablaggio tra i due è importante. La flessibilità del cavo, definita dai raggi di curvatura consentiti, è un aspetto fondamentale. Ciò è particolarmente vero per le applicazioni in cui i cavi viaggiano con l'asse, tipicamente in senso longitudinale.

I parametri del cavo, come l'impedenza e la caduta di tensione, insieme al tipo e all'intensità del segnale del dispositivo di feedback, sono fattori chiave nelle considerazioni sulla lunghezza. Alcuni dispositivi più recenti disponibili sul mercato (come SFD di Kollmorgen, DSL di SICK, EnDat di Heidenhain e i protocolli BiSS di Hengstler) trasmettono informazioni seriali all'azionamento a velocità molto elevate, che ancora una volta sono influenzate dalla lunghezza, in particolare l'impedenza e i rapporti segnale/rumore. I cavi devono essere progettati per gestire i tipi di segnali generati da questi dispositivi.

Un'altra considerazione sulla lunghezza del cavo di alimentazione del motore è legata alle alte frequenze di commutazione coinvolte negli attuali azionamenti PWM. Il rumore è presente nel cavo di alimentazione del motore e, man mano che il cavo si allunga e si avvicina alla metà della lunghezza d'onda della frequenza che lo percorre, si crea un'antenna. Tale antenna potrebbe trasmettere o ricevere segnali (in questo caso, rumore). Un rumore eccessivo può causare problemi in un servosistema ad alte prestazioni. Per questo motivo è importante utilizzare cavi sviluppati e testati dal produttore.

**È possibile conoscere la posizione esatta, anche quando la macchina viene riavviata**

**Un encoder assoluto multigiro consente al sistema di sapere dove si trova, non solo nell'ambito dei 360 gradi di rotazione di un motore, ma anche quante volte ha compiuto un giro completo in una delle direzioni.**



Figura C: La scelta dei cavi è sempre importante per le prestazioni e la precisione della macchina.

## Considerazioni ambientali per la progettazione dei servo

Una considerazione che spesso viene trascurata quando si specifica il progetto di un servomotore è l'ambiente in cui il servosistema dovrà operare. La maggior parte dei servomotori è progettata per funzionare in condizioni ambientali di 40 °C, un ambiente molto caldo, ma tipico di molte fabbriche e ambienti industriali.

L'elettronica di un azionamento non tollera particolarmente il calore e, sebbene sia spesso classificata per una temperatura ambiente di esercizio di 40 °C, la gestione della temperatura in cui opera può diventare una sfida. Spesso negli armadi di controllo sono necessari metodi di raffreddamento ad aria forzata per mantenere condizioni ambientali (temperatura e umidità) adeguate. I motori, invece, si montano o si integrano direttamente nella macchina per azionare i meccanismi che sostengono il carico.

I produttori definiscono le prestazioni del motore in parte in base alle condizioni ambientali in cui il motore funzionerà. Spesso i progettisti partono dal presupposto che un motore sia classificato per un ambiente di 40 °C, ma le specifiche del motore potrebbero essere classificate a 25 °C. Si consiglia di prestare attenzione quando si esaminano le specifiche per capire a quale ambiente si fa riferimento per il valore nominale pubblicato. Se la temperatura ambiente in cui opera la macchina supera la temperatura ambiente nominale, il motore non funzionerà al meglio.

Altre condizioni ambientali possono minacciare la vernice del motore, le guarnizioni e altri subcomponenti meccanici. Polvere, sporcizia, umidità, spruzzi durante il lavaggio, requisiti igienici, ambienti esplosivi, ambienti sottovuoto e radiazioni richiedono funzionalità speciali dei servomotori con caratteristiche fisiche adatte alla sfida da affrontare.

## L'ingegneria collaborativa migliora i risultati del sistema di motion

Grazie all'ingegneria collaborativa, Kollmorgen può aiutarti a scegliere e dimensionare il motore, l'azionamento e i cavi ottimali per l'applicazione. È possibile contattarci per discutere le tue esigenze applicative e trovare la soluzione migliore. Puoi provare i nostri tool di progettazione self-service online, compreso il potente software di dimensionamento e selezione Motioneering, per ottenere con sicurezza le specifiche dei prodotti per il motion che meglio soddisfano le tue esigenze.



## Desideri saperne di più?

[Contatta Kollmorgen](#) per discutere le tue esigenze e i tuoi obiettivi con un esperto, per le applicazioni servoassistite.

## 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.