

## Perdite di passo nei sistemi ad anello aperto

### Premessa.

Questo documento ha lo scopo di mettere a disposizione del lettore, nel modo più breve possibile, cause e soluzioni per questa problematica.

### Principali cause del problema nei sistemi CNC ad anello aperto con motori passo passo.

#### 1) Errato dimensionamento dei motori

Il dimensionamento del motore richiede una accurata analisi onde ridurre la possibilità che avvengano perdite di passo.

### Come dimensionare i motori passo passo per un determinato tipo di macchina?

Con l'aiuto di un tecnico che abbia esperienza, che di solito si avvale di programmi adatti che permettono di calcolare la coppia richiesta per ogni asse e per il tipo di lavorazione richiesta.

Se non si è esperti e si affida il compito a chi lo è, sarà bene comunque sapere quali sono i punti di riferimento importanti che vengono usati per la scelta.

### Quali sono i dati necessari per dimensionare i motori:

Per ogni asse occorre stabilire:

- 1) Carico applicato al motore.
- 2) Tipo di trasmissione (vite a ricircolo di sfere, trapezoidale, cinghia, cremagliera ecc.)
- 3) Tipi di guide lineari (a ricircolo di sfere, barra-cuscinetto ecc.)
- 4) Tipo di lavorazione (senza carico come laser o plasma, o fresatura leggera o pesante).
- 5) Velocità e accelerazione massime richieste.

### A cosa serve la coppia, perché si sceglie la taglia e il modello del motore con questo parametro?

Occorre partire dal concetto di *forza*. La forza si esprime in Newton (simbolo N) ed è ciò che riesce ad imprimere una accelerazione ad una massa libera di muoversi. Una forza di un Newton è in grado di accelerare di 1 m/s per ogni secondo una massa di 1 kg.

La coppia determina la *forza applicata per imprimere un moto di rotazione*.

I motori infatti generano un moto di *rotazione*. Nelle macchine CNC, la trasmissione trasforma il moto rotatorio del motore in moto *lineare*.

Il risultato di questa trasformazione sarà una forza applicata sull'asse, o meglio sul carrello fissato sulla trasmissione e conseguentemente un' accelerazione di questo quando il motore entra in rotazione.

**La coppia di un motore passo passo viene sfruttata per accelerare il moto dell'asse a cui è collegato.**

Una volta raggiunta la velocità di lavoro, **la coppia serve soltanto per equilibrare gli attriti della trasmissione** (ed eventualmente la gravità se il moto non è orizzontale). E' facile capire che questo lavoro sarà ben inferiore a quello richiesto per **accelerare** l'asse.

Se il motore è stato scelto con i giusti criteri, la causa di una eventuale perdita di passo non sarà da attribuire al dimensionamento.

## 2) Errori dovuti ad errate impostazioni di accelerazione e velocità.

Questa condizione di errore è frequente. Il precedente **dimensionamento** viene fatto proprio con questi parametri. Il motore viene scelto tenendo conto del **carico** e del **tempo minimo** richiesto affinché l'asse raggiunga la sua **velocità massima**. Quindi l'**accelerazione** va impostata con un valore non superiore a quello usato per dimensionare il motore. Generalmente nelle macchine CNC la fase di accelerazione dura da 0,1 a 1 secondo. Tanto più gli assi sono pesanti, maggior tempo richiede la fase di accelerazione. Per ottenere tempi brevi, a seconda delle necessità, bisognerà scegliere un motore con maggior valore della coppia.

## 3) Errori dovuti a percorsi utensile aventi caratteristiche particolari che richiedono prestazioni superiori a quelle per le quali la macchina è stata realizzata e messa a punto.

Questo punto è stato inserito perché le macchine CNC sono spesso soggette a notevoli variazioni di tipo di lavorazione. Spesso i percorsi di lavorazione vengono realizzati con CAM che sono programmi specifici per le macchine CNC. Se i percorsi descrivono curve e queste sono composte da segmenti molto piccoli, può accadere che i segmenti abbiano tra loro angoli che comportano repentini **cambi di direzione** (accelerazione/decelerazione) e l'esecuzione di questi percorsi *stressa maggiormente* gli assi portandoli a condizioni non previste, come per esempio nell'importazione e nella vettorializzazione di immagini bitmap. Molti CAM hanno funzioni di "lisciatura" delle curve o "riduzione nodi" che, non compromettendo il risultato, eliminano il problema delle curve a "Zig-Zag". Può essere utile osservare i percorsi ed eventualmente ingrandirli per correggerli.

## 4) Errori dovuti alla meccanica oppure ad un deterioramento delle caratteristiche meccaniche.

*Ecco alcune tra le cause più frequenti:*

- 1) **Grani di fissaggio** delle trasmissioni che si allentano. In questo caso gli alberi slittano, spesso in condizioni ripetibili causando errori nei percorsi. La ripetibilità induce falsamente ad imputare la causa al software o ai motori o all'elettronica. Bisogna spesso verificare gli elementi di fissaggio in una macchina CNC.
- 2) **Mancata lubrificazione delle trasmissioni**. In questo caso si ha un aumento dell'attrito degli assi e si può arrivare a perdere il passo per mancanza di coppia in accelerazione. In alcuni casi si arriva allo stallo del motore.
- 3) **Giochi nelle trasmissioni**. I giochi nelle trasmissioni sono da evitare perché provocano **bruschi cambi di forze** durante le accelerazioni.
- 4) **Cinghie di trasmissione troppo tese** possono creare **carichi radiali** non ammessi dai motori passo passo e possono causarne l'arresto.
- 5) **Accoppiamenti motore/vite non elastici**. L'accoppiamento o giunto elastico tra il motore e la vite ha lo scopo di **evitare forze radiali** eccessive dovute al non allineamento Motore/vite. Se l'accoppiamento è troppo rigido, può, in alcuni casi, causare forze contrarie al moto con conseguente perdita di passo.

## 5) Errori dovuti all'elettronica di potenza (Azionamenti o Driver) e controller:

Escludiamo la condizione di azionamenti non adatti al tipo o alla taglia del motore. L'azionamento va scelto infatti con la stessa cura usata per la scelta del motore e quindi con un valore di corrente superiore rispetto a quella massima del motore. Esistono però delle condizioni per le quali azionamenti adatti possono generare errori di perdita di passo:

- 1) **Tensione di alimentazione con valore insufficiente.** Gli azionamenti hanno solitamente una gamma di valori possibili per la loro alimentazione. Il valore di tensione va scelto in base al modello di motore. Una tensione più elevata è utile quando il motore gira a regimi alti di rotazione.
- 2) **Potenza dell'alimentatore insufficiente.** E' necessario che il trasformatore e i condensatori di livellamento siano scelti con cura per evitare abbassamenti di tensione in condizioni gravose.
- 3) **Corrente dell'azionamento impostata in modo insufficiente.**
- 4) **Disturbi sui segnali di passo o direzione.** Questo problema è piuttosto raro in quanto i moderni azionamenti hanno ingressi optoisolati e, solo in presenza di forti disturbi si potrebbero avere "passi spuri" durante la lavorazione.
- 5) **Violazioni delle temporizzazioni del segnale di direzione** rispetto al segnale di step. Il segnale di direzione sull'azionamento va impostato sempre prima di attivare quello di Step con un tempo variabile a seconda dell'azionamento. Sui controller e sugli azionamenti è spesso disponibile la selezione del **fronte di passo** (step). Oltre al tempo minimo tra un cambio di direzione e l'impulso di step, il controller deve rispettare anche il tempo di mantenimento (Hold) della direzione dopo l'impulso di step. Errate impostazioni possono causare perdite di passo la cui entità può dipendere dalla natura dei file eseguiti e quindi difficili da individuare.

In conclusione:

- I motori vanno dimensionati con un buon margine rispetto alla coppia richiesta.
- Bisogna tener conto delle condizioni peggiori durante il dimensionamento.
- Le trasmissioni devono essere sempre sottoposte a manutenzione per mantenerne l'efficienza e le caratteristiche iniziali.
- Bisogna effettuare test di accelerazione e velocità per poter scegliere con sicurezza la massima velocità e la massima accelerazione raggiungibili per un determinato sistema.