

Produttività e affidabilità, grazie ai moduli con motore lineare

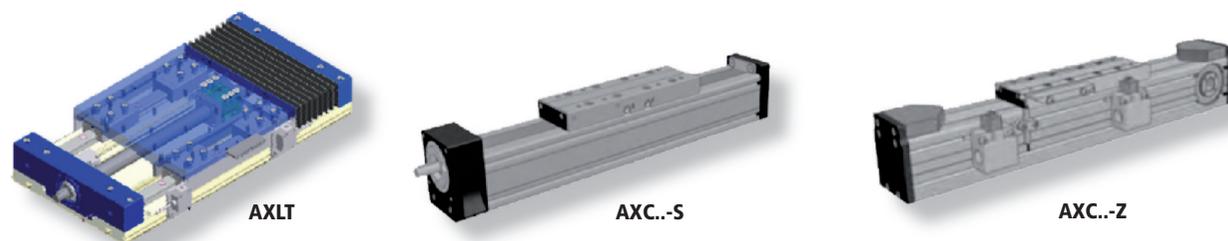


Fig. 1 - Moduli e tavole lineari Nadella.

Dalla collaborazione tra Nadella, specializzata nel mercato dei sistemi lineari, e Sytrama, dedita all'implementazione di motori lineari nella robotica, nasce il modulo AXML, con il quale Nadella intende ampliare la propria offerta. Questa nuova soluzione offre velocità di esecuzione del ciclo ed grande affidabilità.

✎ Fulvio Tondelli

I moduli lineari Nadella della serie AXC offrono una ampia base di selezione per affrontare una grande varietà di applicazioni. La possibilità di scegliere e combinare sistemi di guida a rotelle o a ricircolo di sfere con il sistema di trasmissione a cinghia dentata sincrona o con vite a ricircolo consente di risolvere movimentazioni in numerosi campi della manipolazione e della produzione. I moduli AXC...-Z, con cinghia dentata e guida a rotelle si prestano per corse lunghe

(anche decine di metri) e velocità elevate (fino a 10 m/s) anche negli ambienti più ostili per la presenza di polveri. I moduli della stessa serie con cinghia dentata e guida a ricircolo di sfere si avvantaggiano della maggior rigidità e precisione del sistema di guida e trovano frequenti applicazioni con corse e velocità inferiori. I moduli tipo AXC...-S, con guida a ricircolo di sfere e trasmissione con vite a ricircolo di sfere vengono utilizzati dove è richiesta una elevata precisione nel posizionamento offerta dal sistema a vite.

Le tavole lineari tipo AXLT con doppia guida a ricircolo di sfere e vite a ricircolo di sfere consentono elevata capacità di carico e rigidità in tutte le direzioni (fig. 1).

La gamma dimensionale (con profili da 40 o 455 mm di larghezza), l'integrazione con prodotti (AXN semplici e robusti, i moduli AXC...-A per movimenti verticali con cinghia ad omega) la ricchezza delle varianti che vengono gestite (classi di precarico per guide e viti a ricircolo, opzioni di protezione e pressurizzazione...), gli accessori (staffe, elementi di collegamento, sensori di fine corsa...) sono parti di un'offerta articolata e ben strutturata. Eppure non è sufficiente.

Gli attuatori con motori lineari

La richiesta dei costruttori è sempre al limite delle possibilità e il progredire della tecnica apre continuamente nuove vie da esplorare e svilup-

pare. I motori lineari e gli attuatori che si basano su motori lineari sono sul mercato da numerosi anni. Dal punto di vista tecnologico sono un componente maturo, dal punto di vista applicativo hanno un potenziale ancora molto elevato. I vantaggi dell'azionamento lineare diretto sono stati colti da un numero limitato di potenziali utilizzatori: sono i settori più innovativi e sottoposti alla pressione della concorrenza tecnologica che hanno aperto la strada allo sviluppo del prodotto.

Nadella e Sytrama sono due aziende europee: la prima è presente con forza nel mercato delle trasmissioni meccaniche, in particolare delle guide lineari, la seconda con una decennale esperienza nell'implementazione di motori lineari nella robotica e che recentemente ha sviluppato un proprio motore lineare. Dalla collaborazione tra queste aziende nasce il modulo AXML, con il quale Nadella intende ampliare la propria offerta.

Il motore lineare utilizzato nei moduli AXML è concettualmente simile a un motore brushless in cui i magneti permanenti del rotore, o unità secondaria, invece di essere disposti su un cilindro sono svolti su una rotaia e lo statore, gli avvolgimenti dell'unità primaria, è anch'esso svolto in un corpo a forma di parallelepipedo. Le due unità scorrono una di fronte all'altra separate dal traferro mantenuto costante dalle guide lineari. Il sistema di

The principal advantages of linear motors' axes are:

- Increased system rigidity;
- Increased dynamics due to the absence of rotating masses;
- High acceleration and speed, together with precise positioning;
- Enables use of several, independent slides on the same axes;
- Low maintenance;
- Low noise level.

accoppiamento tra i campi magnetici e l'alimentazione delle fasi del motore è analogo a quello di un motore rotativo, per questo gli azionamenti che alimentano i tradizionali motori rotativi sono adatti a pilotare anche i motori lineari (fig. 2).

Il modulo AXML

Gli elementi base con cui è costituito il modulo AXML sono il profilo in alluminio, due guide a ricircolo di sfere che supportano il carrello, le piastre con i magneti del motore fissati all'interno del profilo, il primario del motore montato sul carrello supportato dalle guide a ricircolo, l'encoder che trasmette la posizione del carrello al controllo del motore. A questi si aggiungono gli elementi che compongono la chiusura del modulo per proteggere il motore e le guide.

Sono disponibili due dimensioni del profilo: 190x110 mm e 200x150 mm, che si differenziano essenzialmente per la rigidità, da scegliere quindi in base al carico e alla distanza tra i supporti del modulo.

Il motore lineare prevede tre taglie con spinta nominale utile da 180N, 380N e 580 N. La forza di picco è rispettivamente di 500 N, 1.000 N, 1500 N. Tali valori possono essere raggiunti senza un sistema di raffreddamento esterno del motore. Gli avvolgimenti dell'unità primaria sono poi configurati per la velocità nominale di 2,5 m/s o 5 m/s.

Le guide a ricircolo di sfere sono montate all'interno del profilo, 4 o 6 carrelli secondo la taglia del motore.

Il sistema di misura standard prevede una riga magnetica con risoluzione di 0,01 mm. È possibile montare una riga ottica con risoluzione superiore ma bisogna sempre considerare che la precisione del posizionamento finale dipende anche dalla rigidità di tutta la struttura.

Un sistema di schermi e cinghie chiude il modulo in modo che non vi sia la possibilità di entrare in contatto con le guide lineari e con i magneti evitando il rischio che parti metalliche durante il montaggio o l'utilizzo si depositino sulla rotaia magnetica.

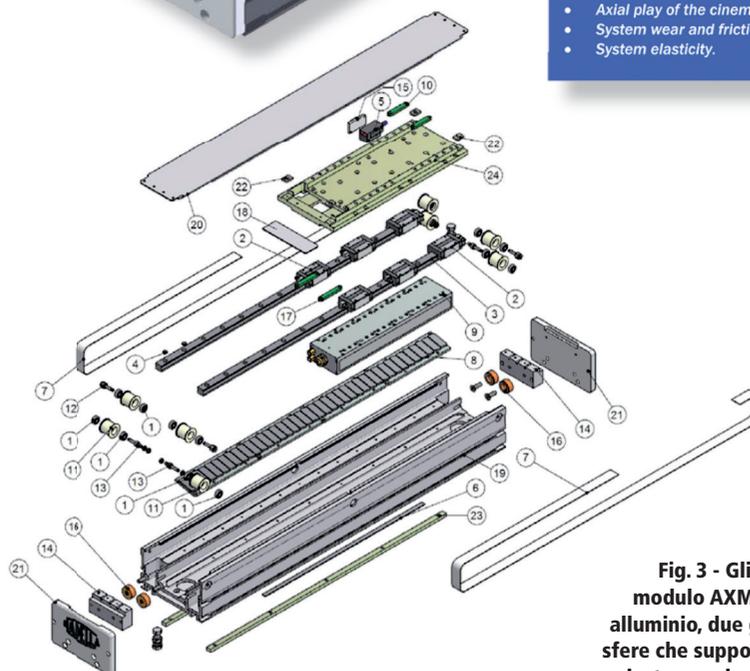
La struttura del modulo AXML è stata concepita per eseguire posizionamenti nelle applicazioni dell'automazione generale, quali la produzione e la movimentazione di ma-

Fig. 2 - I vantaggi dell'azionamento con motore lineare si possono riassumere in: aumentata rigidità del sistema, alta dinamica, accelerazione e velocità, riduzione del rumore e dei tempi di manutenzione.



Linear motors overcome the following limits:

- Axial play of the cinematic chain;
- System wear and friction;
- System elasticity.



- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. Ball bearing | 2. Runner block |
| 3. Profiled guide rail | 4. Rail cap |
| 5. Encoder | 6. Magnetic strip |
| 7. Protection belt | 8. Permanent magnet rail (rotor) |
| 9. Slider (stator) | 10. Spacer |
| 11. Nylon pulley | 12. Upper pulley shaft |
| 13. Lower pulley shaft | 14. Block |
| 15. Encoder bracket | 16. Shock absorber |
| 17. Spacer | 18. Plate |
| 19. Aluminum profile | 20. Protection plate |
| 21. Head | 22. Nut |
| 23. Fixing rod | 24. Fixing plate |

Fig. 3 - Gli elementi base del modulo AXML sono il profilo in alluminio, due guide a ricircolo di sfere che supportano il carrello, le piastre con i magneti del motore fissati all'interno del profilo, il primario del motore montato sul carrello supportato dalle guide a ricircolo, l'encoder che trasmette la posizione del carrello al controllo del motore.

nufatti di piccola e media dimensione, che sono i settori in cui Nadella già propone con successo le guide e i moduli lineari tradizionali (fig. 3).

Vantaggi e limiti dei moduli AXML

La scelta del motore lineare è conseguente a due esigenze fondamentali nei sistemi di

produzione: velocità di esecuzione del ciclo ed affidabilità del sistema.

Per il primo aspetto, la velocità, valgono le considerazioni seguenti.

La velocità di esecuzione dipende ovviamente anche dalla velocità massima raggiunta durante la traslazione. Un classico attuatore con la vite a ricircolo di sfere è limitato dal numero di giri possibile della chiocciola e soprat-

tutto, con l'incremento della lunghezza della vite, dal raggiungimento della velocità critica flessionale della vite stessa (fig. 4).

Per una tavola Nadella AXLT325 equipaggiata con vite a ricircolo da 32 mm di diametro la velocità massima consentita per una corsa 2500 mm è limitata dalla velocità critica flessionale della vite a 700 giri/min, corrispondenti a 0,37 m/s

Un sistema con cinghia dentata consente di superare agevolmente la velocità di un sistema a vite, ma a scapito della precisione e della accuratezza di esecuzione del profilo. Questo sia per le tolleranze proprie della cinghia, nell'ordine dei decimi di mm per metro lineare, sia per l'elasticità della stessa che in seguito alle variazioni di carico dovute alle accelerazioni richiede dei tempi relativamente lunghi di assestamento per completare il movimento.

Un sistema a cremagliera consente di ottenere spinta, velocità e precisione competitivi con un motore lineare, ma presuppone in ogni caso un elemento di trasmissione (il riduttore e la cremagliera) e i relativi svantaggi, in particolare rumorosità e necessità della lubrificazione.

In ogni caso la realizzazione un sistema veloce e preciso con metodi tradizionali richiede l'uso di una serie di componenti qualitativamente validi, senza gioco, con elevata rigidità, rendimento elevato per non generare un calore eccessivo se sottoposti a intensi cicli. La velocità di esecuzione del ciclo non dipende solo dalla velocità di traslazione raggiunta dal modulo. In una buona parte delle applicazioni con motore lineare la velocità in m/s non è particolarmente elevata: nel caso di masse considerevoli da movimentare le accelerazioni e le conseguenti spinte porterebbero infatti a motori e azionamenti di taglia e costo elevato. Nonostante ciò il motore lineare consente una riduzione del tempo di ciclo.

Il motore lineare è un sistema di trasmissione diretto, il sistema di misura integrato nel modulo legge la posizione effettiva del carrello che è anche il punto in cui il motore genera e applica la spinta. Tra il carico e il motore non c'è nessun elemento di trasmissione che con l'inevitabile elasticità e inerzia, attriti e giochi riduce la possibilità di controllare la dinamica del movimento.

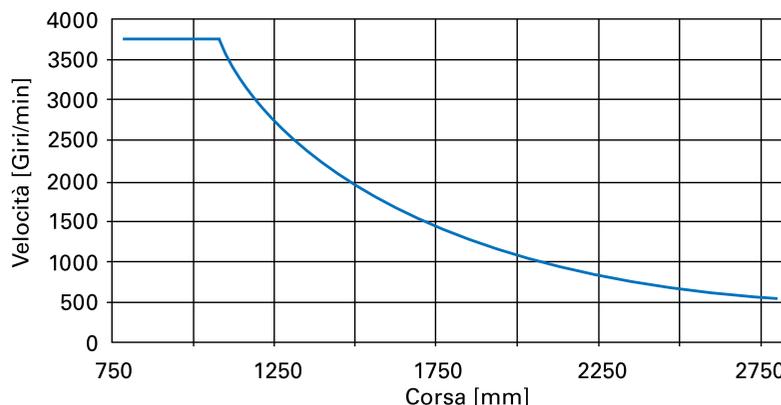


Fig. 4 - Per una tavola Nadella AXLT325 equipaggiata con vite a ricircolo da 32 mm di diametro, la velocità massima consentita per una corsa 2500 mm è limitata dalla velocità critica flessionale della vite a 700 giri/min, corrispondenti a 0,37 m/s.

Il motore lineare consente di ottenere il posizionamento preciso e stabile nel minimo tempo possibile.

Per il secondo aspetto, l'affidabilità del sistema, bisogna considerare che viene semplicemente eliminata tutta la catena cinematica posta tra gli avvolgimenti del motore e la parte utile da movimentare: il carrello dell'attuatore. Vengono soppressi i riduttori, i giunti, la vite a ricircolo, pignoni e cremagliere, i relativi cuscinetti. Sono tutti organi meccanici che richiedono un'appropriata installazione e manutenzione, e anche quando queste sono soddisfatte restano possibili cause di guasto in quanto sottoposti ad uno sforzo meccanico usurante.

Nell'attuatore con motore lineare l'unico organo di trasmissione meccanica sono le guide a ricircolo di sfere su cui trasla il carrello, montate in fabbrica durante l'assemblaggio del AXML.

Affidabilità e minima manutenzione sono requisiti essenziali per i moderni strumenti di produzione.

I moduli con motore lineare presentano anche altri vantaggi, come la possibilità di muovere in modo indipendente più carrelli sullo stesso asse. Ad esempio più unità possono condividere l'asse per eseguire lavorazioni o movimentazioni in modo indipendente anche sovrapponendo le aree di lavoro.

Ovviamente vi sono anche limitazioni che riducono il campo di applicazione degli AXML.

I motori lineari non si prestano per movimentazioni in verticale. Lo sforzo per sostenere il peso graverebbe con continuità sul

motore che, senza la riduzione meccanica della trasmissione, utilizzerebbe a questo scopo una frazione considerevole della sua capacità di spinta.

Un'altra considerazione importante riguarda le possibili conseguenze di una interruzione dell'alimentazione del motore. In questo caso non vi sono freni meccanici consistenti all'interno del sistema e bisogna valutare la necessità di smorzatori esterni.

La prospettiva

I vantaggi dell'azionamento con motore lineare sono evidenti. La riduzione del tempo ciclo e l'aumento di produttività sono il motivo più immediato e pressante per cui indirizzarsi su tale scelta, ma l'aspetto dove ci si aspetta il maggior ritorno è nella semplicità e affidabilità del sistema.

Inoltre un fattore importante è che con la diffusione crescente si consolida anche la confidenza degli utilizzatori, legato anche alla maggior disponibilità sul mercato di produttori di motori lineari e relativi controlli. Non si tratta di una rivoluzione travolgente, ma del graduale passaggio di una quota di applicazioni dalla tecnologia più tradizionale con il motore rotativo verso i sistemi di azionamento lineare diretto. Nadella intende partecipare a questo sviluppo con i moduli AXML.

Infine, per quel che riguarda l'aspetto economico, la soluzione con motore lineare è competitiva, specialmente se si considera il costo della trasmissione richiesta con un motore tradizionale per ottenere delle prestazioni paragonabili. ■