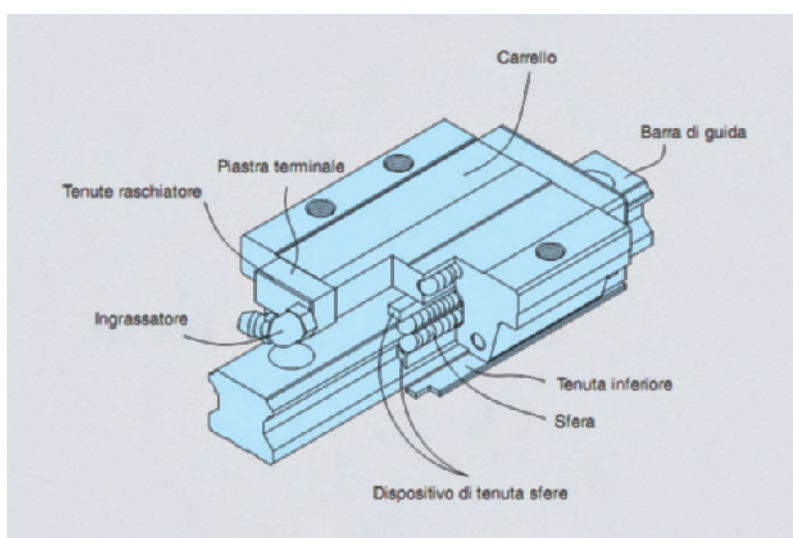


## Movimentazione lineare e scelta del sistema

Nonostante gli studi di progettazione e gli uffici tecnici abbiano maturato competenze sempre più specifiche, non risulta semplice determinare quale sistema di movimentazione lineare sia più adatto alla specifica applicazione. L'industria, dal canto suo, richiede sempre nuovi requisiti in termini di prestazioni, velocità di traslazione e, non ultimo, ingombri sempre più ridotti e, laddove possibile, soluzioni complete e pre-assemblate.

A cura di Gianandrea Mazzola

La produzione moderna richiede sempre più componenti ad alta tecnologia che siano in grado di esaltare le performance delle macchine utilizzate nell'industria, migliorandone le prestazioni da un lato, ma assicurandone l'affidabilità dall'altro. In particolare, come ampiamente illustrato nella rubrica "L'ABC dell'installatore" pubblicato sul fascicolo di ottobre, in una vasta gamma di macchine e sistemi di automazione trovano ampio impiego i sistemi lineari. Le numerose tipologie presenti sul mercato consentono di soddisfare le esigenze sia di applicazioni dove compattezza e velocità di movimentazione sono le principali peculiarità richieste, sia applicazioni dove più comuni sono le grandi masse e i carichi elevati. La variegata offerta è differenziabile in due famiglie tecnologiche principali: le guide che sfruttano il principio della ricircolazione di sfere o di rulli, oppure le guide a rotelle. Le prime sono essenzialmente indicate per applicazioni pesanti e precise, mentre le seconde per l'automazione veloce. Un contesto che interessa una pluralità di proposte che talvolta rende assai difficile la scelta ai progettisti. Nonostante gli studi di progettazione e gli uffici tecnici interni alle aziende di produ-



(sopra a sinistra) Una guida lineare a ricircolo di sfere è un sistema costituito da una barra di guida e da un carrello che dispone su entrambe le estremità di raschiatori e di guarnizioni di tenuta contro la polvere e per eliminare le materie estranee, da due gruppi di ricircoli che, unitamente al dispositivo di tenuta, vincolano le sfere e da un attacco di ingrassaggio (attraverso il quale è possibile fare il rabbocco del grasso). (sopra a destra) Elevata robustezza e capacità di carico sono i principali punti di forza delle guide lineari Hiwin serie RG distribuite da Mondial.

zione di macchine a uso industriale abbiano maturato competenze sempre più specifiche, non risulta infatti così immediato determinare quale sistema di movimentazione lineare sia più adatto al progetto in via di sviluppo. L'industria dal canto suo richiede sempre nuovi requisiti in termini di prestazioni, velocità di traslazione e, non ultimo, ingombri sempre più ridotti e, laddove possibile, soluzioni complete e pre-assemblate.

Ma come si fa a determinare la soluzione lineare più giusta per una applicazione? Per rispondere a questa domanda ci siamo avvalsi della collaborazione di Davide Torresan, Product Manager Sistemi Lineari in Mondial, società attiva sul mercato italiano da oltre sessant'anni, e tra i più importanti distributori per la trasmissione di potenza.

### LA SCELTA DEL SISTEMA DI GUIDA

Nella scelta di un sistema di guida occorre tenere conto di una molteplicità di fattori. Ci sono per esempio fattori dimensionali relativi allo spazio disponibile per l'installazione

del sistema e alla posizione in cui verrà montato (per esempio orizzontale, a parete, inclinato oppure rovesciato). Dopo di che occorre saper valutare quelle che sono le condizioni ambientali: l'applicazione dovrà operare in ambienti ostili in cui ci siano polveri o agenti corrosivi? Oppure verrà installata in ambienti che richiedono una pulizia assoluta per cui non è possibile procedere a una normale lubrificazione? Non ultimi i fattori prestazionali relativi per esempio alla lunghezza della corsa, alla velocità, alla precisione richiesta in termini di posizionamento. E naturalmente il fattore economico, che anch'esso si identifica come elemento di orientamento della scelta.

### RICIRCOLO DI SFERE E A RULLI

In generale, i sistemi a ricircolo di sfere e a rulli sono utilizzati principalmente sulle macchine utensili e sono particolarmente adatti quando la precisione di posizionamento è la caratteristica principale a cui dover rispondere. Altri requisiti ai quali i sistemi a ricircolo di sfere rispondono sono la capacità di gestire grossi carichi e l'aver un gioco ridotto, oltre alla possibilità di essere precaricate. Sono inoltre disponibili innovative soluzioni sempre a ricircolo di sfere (proposte anche dalla stessa Mondial), in grado di dare una risposta concreta anche a tutte quelle applicazioni come le macchine per la lavorazione del legno, del marmo, del vetro, ovvero dove vi sia una forte presenza di polveri fini. A questo proposito Mondial è distributore delle guide Hiwin, produttore taiwanese, le cui soluzioni si caratterizzano per diversi aspetti e peculiarità che andiamo brevemente ad analizzare. Da segnalare l'elevata precisione di posizionamento: quando un carrello sottoposto a un carico viene movimentato, si genera una condizione di attrito volvente in conseguenza dell'azione degli elementi rotolanti tra il carrello stesso e la barra di guida. Il coefficiente d'attrito è solo 1/50 rispetto a quello di un sistema tradizionale e la differenza tra il coefficiente dinamico e statico è minimo; in questo modo non si verifica alcun strisciamento tra la barra di guida e

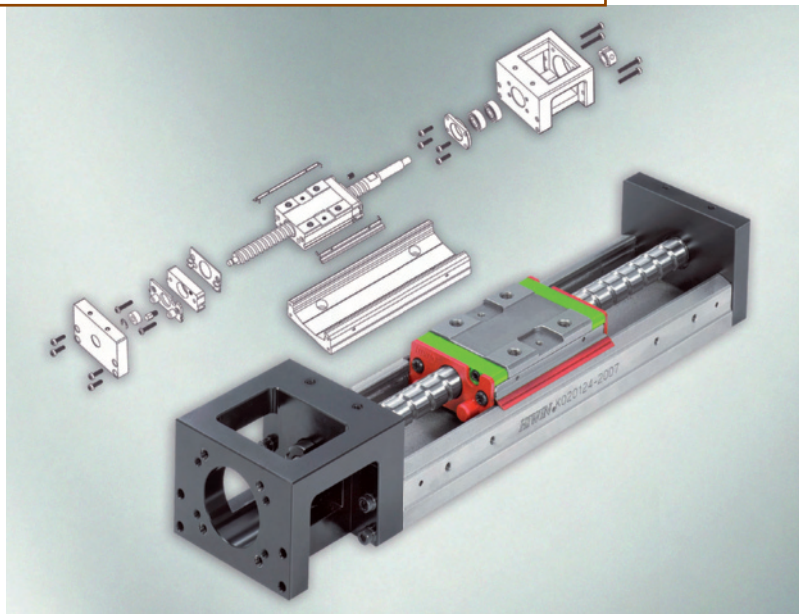
### SISTEMI DI GUIDA CON PROFILI IN ALLUMINIO

Sempre nell'ambito della movimentazione lineare, il Gruppo Mondial, attraverso la propria società TMT, da oltre vent'anni investe nella ricerca e nello sviluppo, confrontandosi con comparti produttivi molto diversi tra loro per esigenze e problematiche. Ne scaturiscono sistemi tecnologici di elevata qualità tra cui la linea Speedy Rail, comprendente guide autoportanti in lega leggera, guide in acciaio con rotelle in acciaio, moduli lineari con guide in alluminio e portali a 2 e 3 o più assi con azionamento a cinghia o cremagliera. Le guide sono profili estrusi di precisione in lega leggera induriti superficialmente mediante trattamenti che ottengono una durezza di 700 HV.

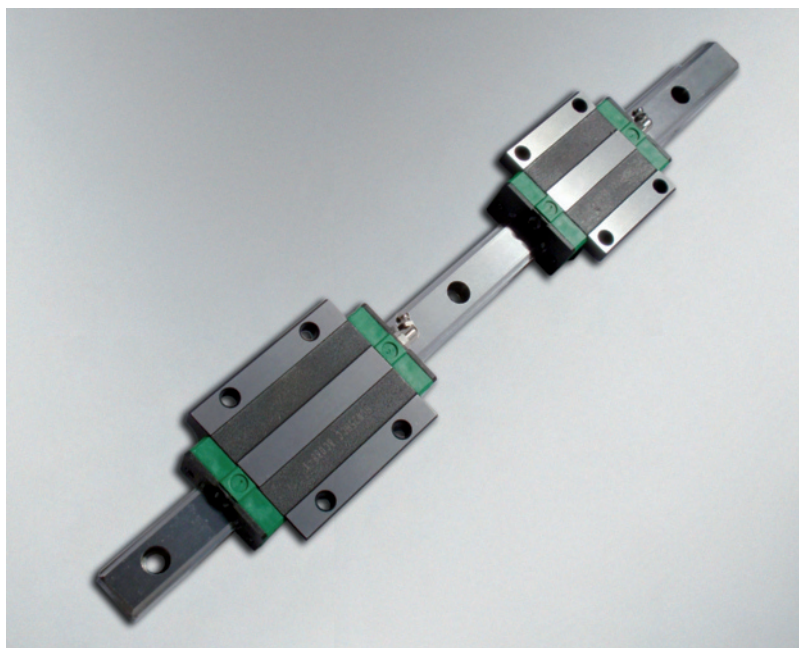
I sistemi di guida Speedy Rail TMT, società del Gruppo Mondial, trovano ampia applicazione nei settori dell'automotive e dell'automazione industriale, nel settore ceramico e nell'industria del vetro, nella produzione dei laterizi e nel packaging.

Le rotelle incorporano cuscinetti a rullini e a sfere doppiamente protetti con guarnizioni a labbro e labirinti metallici. Particolare attenzione è stata posta nel rivestimento della superficie di rotolamento delle rotelle con compound plastico. Questa soluzione da una parte è il motivo della silenziosità delle guide, dall'altra favorisce il funzionamento del sistema lineare a velocità di esercizio rilevanti. Inoltre, grazie alla sua peculiare struttura, il rivestimento è in grado di incorporare le impurità presenti nell'ambiente, impedisce in questo modo il danneggiamento delle guide e permette durate di vita del sistema notevoli (oltre 10 anni in assenza totale di protezioni). Manutenzione ridotta e compatibilità coi rigorosi sistemi di gestione conformi alle norme Ohsas 18001 e Iso 14001, completano il quadro delle principali specifiche tecniche.

## di guida



Pronti per l'installazione, i moduli lineari Hiwin serie KK possono essere facilmente integrati in macchine e impianti anche quando lo spazio disponibile è limitato.



La gamma di guide lineari a ricircolo di sfere Hiwin SW è realizzata appositamente per le applicazioni in presenza di polveri fini.

il carrello. Lunga durata di servizio con un movimento ad alta precisione: nel caso di un sistema di tipo tradizionale gli errori di precisione sono causati dal moto relativo del carrello rispetto allo strato di liquido lubrificante; d'altra parte una lubrificazione insufficiente causa una usura elevata delle superfici di contatto, che di conseguenza diventano sempre più imprecise. Invece il contatto di rotolamento con le sfere presenta usura minore, quindi una "macchina" può raggiungere una durata di servizio maggiore e mantenere nel tempo un movimento di alta precisione. Il movimento ad alta velocità è possibile con una contenuta forza di azionamento: le guide lineari Hiwin hanno un coefficiente di attrito ridotto, ne consegue che per muovere un carrello caricato basta una limitata forza di azionamento, fattore che assume molta importanza per esempio in un movimento di tipo alternato. Il

movimento ad alta velocità è possibile perché l'attrito genera poco calore, minore energia dissipata, quindi un risparmio energetico (velocità max pattini a sfere di 4 m/s, a rulli di 2 m/s). Capacità di carico uguale in ogni direzione, intercambiabilità e facilità di installazione sono altre importanti peculiarità. Nel primo caso, lo speciale design delle piste per la versione a sfere (con forma ad arco gotico, per le versioni a 2 ricircoli e ad arco circolare per le versioni a 4 ricircoli), permette alle guide lineari di supportare carichi in tutte le direzioni. Le guide tradizionali non sempre sono in grado di sopportare carichi laterali, ciò comporta la perdita di precisione del movimento. Anche le versioni a rulli provviste di pista inclinata di 45° sono ovviamente in grado di reagire a carichi applicati in ogni direzione. Anche la fase di lubrificazione si presen-

## Criteri principali di selezione delle guide lineari

I costruttori/distributori di sistemi lineari, al fine di rendere più semplice e mirata la selezione della miglior guida secondo la specifica applicazione, rendono disponibili dei pratici e utili schemi. A titolo esemplificativo riportiamo nella seguente tabella quello proposto da Mondial per la selezione della propria gamma di guide lineari Hiwin.

<b>Fase 1</b>	Identificare le condizioni applicative	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tipo di impiego (caratteristiche dell'applicazione)</li> <li>■ Limiti dimensionali</li> <li>■ Precisione</li> <li>■ Rigidità</li> <li>■ Tipo di carico</li> <li>■ Punto di applicazione del carico</li> <li>■ Distanza di movimentazione</li> <li>■ Velocità di movimentazione</li> <li>■ Accelerazione</li> <li>■ Frequenza di utilizzo</li> <li>■ Durata di utilizzo</li> <li>■ Condizioni ambientali</li> </ul>
<b>Fase 2</b>	Identificare la serie di guida in funzione dell'applicazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ HG/EG: rettificatrici, fresatrici, trapani, torni, centri di lavoro, automatismi, dispositivi di trasporto, macchine produzione e controllo semiconduttori, macchine lavorazione legno, attrezzature di misura di alta precisione.</li> <li>■ QH/QE: macchine utensili con alta velocità di traslazione degli assi, applicazioni veloci a bassissima rumorosità.</li> <li>■ RG: macchine utensili con elevata capacità di carico ed elevata rigidità.</li> <li>■ MGN/MGW: dispositivi in miniatura, apparecchiature medicali, attrezzature per l'industria dei semiconduttori.</li> </ul>
<b>Fase 3</b>	Selezionare la precisione	Classi di precisione in funzione della precisione dell'applicazione.
<b>Fase 4</b>	Stabilire grandezza e numero dei carrelli	In base all'esperienza, oppure secondo il calcolo di selezione teorico basato sulle condizioni applicative. Come principio di base, se il sistema di guida viene applicato in combinazione con una vite a ricircolo di sfere, la taglia del medesimo deve essere proporzionale alla dimensione (diametro) della vite.
<b>Fase 5</b>	Calcolare il carico massimo del carrello	Far riferimento agli esempi di calcolo del carico e calcolare il carico massimo. Verificare che il fattore di sicurezza statico della guida selezionata sia superiore a quelli riportati nella relativa tabella.
<b>Fase 6</b>	Selezionare il pre-carico	In funzione delle esigenze di rigidità e della precisione della superficie di montaggio.
<b>Fase 7</b>	Stabilire la rigidità	Calcolare la deformazione utilizzando la tabella dei valori di rigidità, selezionando un pre-carico maggiore e una grandezza superiore di guida lineare per incrementare la rigidità.
<b>Fase 8</b>	Calcolare la durata di servizio	Calcolare la durata del sistema di guida considerando i fattori di carico e le condizioni applicative che possono influenzarne il valore.
<b>Fase 9</b>	Scelta del lubrificante	Grasso, fornito per mezzo di ingrassatori. Olio o grasso fornito attraverso sistemi di lubrificazione centralizzata. Sistemi di lubrificazione speciali a vita integrati nei carrelli.

ta semplice, e può essere assicurata con più sistemi: a grasso, facilmente introducibile attraverso l'ingrassatore collocato su una delle estremità del carrello; a olio, attraverso una lubrificazione centralizzata con un opportuno sistema. Esistono tuttavia anche versioni con dispositivi di "lubrificazione a vita".

Dal punto di vista di prodotto, si segnala la serie RG Hiwin per l'elevata robustezza e capacità di carico. Si tratta di una gamma che offre elevate prestazioni per lavorazioni di alta precisione e più lunga durata di esercizio, disponibile in sei diverse grandezze (15, 20, 25, 35, 45 e 55 mm) e fornita di serie con guarnizioni di tenuta (a richiesta anche con doppia guarnizione o raschiatori). La sigla SW contraddistingue invece la nuova gamma di guide lineari a ricircolo di sfere Hiwin realizzate appositamente per le applicazioni in cui vi sia una forte presenza di polveri fini, la cui novità consiste nell'aver dotato il carrello di tenute in gomma a doppio labbro strisciante sulla parte frontale in aggiunta alle normali tenute longitudinali che sono comunemente state implementate.

### I SISTEMI DI GUIDA A ROTELLE

Ideali nel settore dell'industria alimentare dove non sia possibile lubrificare i sistemi di guida per non contaminare gli alimenti che vengono trasportati o confezionati, i sistemi a rotelle vengono applicati con successo anche in molti altri settori per le loro peculiarità di flessibilità di soluzioni, robustezza, pur essendo nel contempo leggeri e per le versioni in inox che ne garantiscono l'impiego in ambienti corrosivi. A questo proposito Mondial propone da anni i sistemi HepcoMotion, oltre a distribuire la propria gamma TMT, la società del Gruppo che produce componenti e sistemi di movimentazione lineare per l'industria. Tra questi, GV3 è un sistema di guida Hepco completo, progettato per offrire una vasta serie di grandezze e di opzioni, in grado di rispondere a qualsiasi esigenza in fatto di movimentazione lineare. In esso sono state trasferite consolidate caratteristiche i suoi noti sistemi di guida Seconda Generazione e CM, ampliandone considerevolmente la gamma. Sono stati aggiunti molti altri compo-

menti, tra cui barre di guida a singola cuspide, barre di guida con profilo piano e opzioni diverse di comando. È possibile selezionare barre di guida in tre diverse classi di precisione e di utilizzarle con cuscinetti sia accoppiati che a doppia corona di sfere o con cuscinetti di ingombro assiale ridotto, serie Slimline. Uno dei maggiori vantaggi del profilo a "V" del sistema è rappresentato dalla capacità di mantenere pulite le barre di guida. Grazie a calotte di protezione è possibile prevenire il deposito sulla guida di impurità e incrementare al massimo la durata di vita del sistema. Poiché il sistema assicura un attrito ridotto, viene proposto per applicazioni che prevedono velocità elevate e richiedono per un periodo prolungato valori di precisione notevoli. Oltre a essere silenzioso ed esente da attrito, in molti casi risulta un sistema indicato per funzionamento a "secco". Nella versione inox è particolarmente richiesto per esempio nelle applicazioni alimentari o dove non sia possibile la lubrificazione, poiché i cuscinetti a "V" sono lubrificati a vita con un grasso speciale.