

Pkm: anche l'Italia in corsa

È recentemente riesploro, in tutto il mondo, l'interesse per le macchine a cinematica parallela, come idea "rivoluzionaria" attorno alla quale cercare di sviluppare nuove ipotesi di soluzioni produttive. Anche in questo cimento l'Italia, come usuale quando si tratta di macchine e automazione per i sistemi produttivi, è in corsa nelle primissime posizioni. Oggi è in grado di presentare la sua prima applicazione industriale

DI ANDREA TREMONTI

Nuove esigenze produttive

Negli ultimi anni la crescente necessità di disporre di sistemi produttivi sempre più prestazionali e personalizzati, in grado di abbinare caratteristiche di elevata produttività a flessibilità e modularità, sta imprimendo particolari accelerazioni verso lo sviluppo di nuove soluzioni, in grado di consentire alle imprese utilizzatrici di competere in un mercato sempre più globalizzato. L'automazione è uno dei fattori che più sta dando impulso alla risoluzione ottimale di una innumerevole casistica di problematiche produttive e, in questo ambito, la robotica



ha assunto un peso ormai determinante, con un proliferare di soluzioni a portale, scara, polari, antropomorfe. Tutti questi sistemi robotizzati hanno una caratteristica comune: il movimento di ogni asse è legato, in qualche modo, al movimento dell'altro, cioè il legame che esiste tra i vari movimenti è un legame di serialità. La caratteristica fondamentale delle macchine seriali è quindi la capacità di ogni asse di sostenere gli assi collegati e questo comporta la necessità di un accurato dimensionamento dei diversi assi. La ricerca aveva individuato da vari anni architet-

▲ Fig. 1 La Ipkm (Industrial parallel kinematic machine) italiana

ture di macchine concettualmente diverse da quelle seriali, in grado di realizzare macchine o robot costituiti da più assi di identiche caratteristiche e dotati di elevate capacità dinamiche e di affidabilità: tali architetture hanno dato origine a una classe di macchine dette "a cinematica parallela" o Pkm (Parallel Kinematic Machine).

Sebbene i principi teorici di queste macchine siano noti fin dal 1964 ed esista nel mondo un certo numero di realizzazioni, solo da po-

chissimi anni, grazie anche alla disponibilità dei potenti strumenti di calcolo necessari per simulare le diverse configurazioni e ottimizzarne la fase realizzativa e alla disponibilità dei controlli elettronici necessari per la gestione delle macchine, questo interesse è riesplso e ha portato alla realizzazione prima di interessanti prototipi con i quali validarne le prestazioni e i vantaggi, poi di macchine da impiegare sulle linee di produzione.



◀ Fig. 2 Particolare dell' "end effector"

La prima Ipkm (Industrial parallel kinematic machine) italiana

Dalla collaborazione dell'Itia (Istituto tecnologie industriali e automazione del Cnr) con la Masmec, azienda che produce macchine e sistemi complessi automatizzati per montaggi di precisione, prove funzionali e controlli sulla produzione, nasce, dopo alcuni anni di studi e ricerche congiunti, la prima macchina italiana a cinematica parallela idonea a essere inserita in linee di produ-

Le macchine a cinematica parallela

L'espressione "cinematica parallela" indica la concorrenza dei movimenti degli assi, la cui origine non dipende dal movimento di alcun altro asse: questa soluzione comporta l'assenza di serialità nei movimenti e rende possibile il collegamento di più aste estensibili fra due piani nello spazio (piattaforme), di cui uno è fisso e l'altro mobile. Il numero e il tipo di gradi di libertà della piattaforma mobile (cioè la possibilità di movimenti indipendenti nello spazio) dipende dal numero delle aste, attuate o passive, e dal numero, dalla tipologia e dalla disposizione dei giunti che collegano le aste alle piattaforme. Una importante caratteristica delle macchine parallele è l'uguaglianza degli assi fra loro: ciò consente di semplificarne il progetto e la costruzione, con l'adozione

di un numero limitato di componenti. Le Pkm presentano:

- elevata capacità dinamica derivante dalla leggerezza e dalla rigidità della struttura (cinematica chiusa);
- elevata capacità di carico, poiché la principale sollecitazione degli assi si manifesta a trazione o compressione;
- elevate velocità derivanti dalla particolare geometria;
- errori all'end effector ridotti, grazie alla non cumulabilità dell'errore come nelle macchine seriali;
- alta modularità costruttiva.

Grazie a sofisticati sistemi di sviluppo e simulazione si è inoltre in grado di prevedere già in fase di progetto le prestazioni, le dimensioni e lo spazio di lavoro necessario e pertanto il progettista può essere supportato nella scelta della configurazione di macchina ottimale per una certa soluzione produttiva.

zione. Questa macchina può essere impiegata vantaggiosamente, grazie alla sua buona velocità (dovuta alle basse inerzie) e alla sua elevata capacità di carico (dato che lavora con carico

▼ Fig. 3 La Ipkm nella sua attività di montaggio del tubo di scarico sul basamento della lavatrice



di punta), per applicazioni di assemblaggio in generale, di manipolazione, per operazioni di *pick and place* e per semplici lavorazioni. Gli altri aspetti che rendono interessante l'utilizzazione in produzione sono la semplice manutenzione, legata al minore numero di ricambi potenzialmente necessari, la sua elevata affidabilità e, probabilmente in un futuro non lontano, un costo inferiore a quello di un robot antropomorfo di pari capacità. Di contro, l'unica limitazione che sembra presentare la macchina è l'elevato ingombro rispetto al volume di lavoro, che, di fatto, ne sconsiglia l'utilizzo, perché antieconomico oltre i 9 m³, volume al quale si può asso-

▼ Fig. 4 La Ipkm nello stand Masmec durante la 22^a Bimu



ciare, indicativamente, un campo di lavoro di circa 0,5x0,5x0,5 m.

Il peso massimo manipolabile da una tale Ipkm è oggi di circa 30 kg e la velocità di traslazione è di circa 1 m/s; è possibile inoltre l'interpolazione su tutti gli assi.

La realizzazione della Ipkm ha posto ai progettisti tutta una serie di problematiche, quali il controllo di una cinematica chiusa, risolto con l'adozione di un software appositamente sviluppato, il numero ridotto di componenti, che ha richiesto la ricerca di

soluzioni innovative ottimizzate, la ricerca di componenti cinematici idonei e di adeguata precisione. La Masmec ha dovuto tenere inoltre presente la necessità di realizzare una interfaccia particolarmente *user friendly* per l'operatore.

L'applicazione

Con la collaborazione dell'Itia e della Electrolux Zanussi, Masmec ha progettato e realizzato una macchina da impiegare in linea di produzione per assemblare il tubo di scarico sul basamento delle lavatrici, operazione che presenta una certa complessità. La configurazione è di tipo "ibrido", nel senso che una parte di essa è parallela mentre la parte più prossima all'"end effector" è seriale. Tale configurazione consente all'"end effector" stesso di avere 6 gradi di libertà, 3 dei quali traslazionali affidati alla parte Pkm e 3 rotazionali affidati a un polso seriale, con conseguente elevata flessibilità di impiego.

Le prestazioni di questa macchina sono:

- spazio operativo: 0,2 m³;
- spazio raggiungibile: 0,4 m³;
- velocità traslazionale massima: 1,0 m/s;
- accelerazione massima: 10,0 m/s²;
- precisione: 0,05 mm;
- carico utile massimo: 30 kg;
- dimensioni: 2.500 x 2.000 x 2.100 mm;

La macchina, completa di una unità di nuova concezione per la prova di tenuta che consente di ridurre il tempo ciclo al 30% di quello richiesto dallo stesso controllo condotto con metodo tradizionale, è stata presentata in anteprima alla 22^a Bi-

mu. «La macchina - dice Michele Vinci, amministratore unico della Masmec - sta suscitando molto interesse per diverse applicazioni, soprattutto per la sua evidente versatilità e flessibilità. I prossimi passi saranno l'approfondimento delle sue possibilità e la fase di riduzione dei costi: sono sicuro che riusciremo in questo obiettivo data l'elevata possibilità di utilizzare componenti uguali fra loro».

Un traguardo strategico

Il traguardo raggiunto attraverso la collaborazione tra Masmec, Itia e Electrolux Zanussi è importante da un punto di vista generale e si può definire anche strategico, se riferito al valore delle relazioni sinergiche sviluppate tra il mondo della ricerca e quello della produzione.

Il direttore dell'Itia, Francesco Jovane, ha affermato che: «[...] occorre che Università e Istituti di ricerca, con le imprese, operando sulle tecnologie trasversali alimentino la parte alta dell'Armadio Tecnologico in cui va collocata anche l'esperienza dell'impresa, mentre le imprese, con Università e Istituti di ricerca dovranno generare, settorialmente, nuovi prodotti e processi [...]».

Le tecnologie trasversali, in questa nuova visione, rappresentano le conoscenze che incrociano le esigenze e rispondono ai bisogni del territorio, mentre l'Armadio Tecnologico è costituito dal potenziale di know how e di prodotto che il mondo della ricerca e le imprese devono generare.