

La riga ottica Laser Doppler esalta le prestazioni delle macchine utensili eliminando il compromesso tra risoluzione e precisione

di Gianmarco Liotto
Optodyne Europe

Il Laser e' riconosciuto da tutti come il sistema di misura più preciso, ma e' anche erroneamente identificato come un lusso da dedicare alle sole applicazioni d'elevato costo o alla calibrazione di altri sistemi di misura. Il Laser e' anche ricordato come un sistema critico e di difficile utilizzo. Oggi qualcosa e' cambiato nel panorama tecnologico e all'uso comune, si affaccia una nuova tecnologia Laser che sfrutta l'effetto Doppler e che rende possibile ai più, l'utilizzo del Laser direttamente sulle macchine utensili, come alternativa ai trasduttori tradizionali.

Tutti ricordiamo l'effetto Doppler associato al fischio del treno, effetto col quale e' possibile riconoscere, per mezzo della variazione di frequenza la velocità e la direzione della sorgente stessa, perché non usare lo stesso sistema sfruttando le onde elettromagnetiche del raggio Laser? A questo probabilmente ha pensato lo scienziato Americano di origine Cinese Charles P. Wang (pronuncia Wong) che ha sviluppato la misura Laser Doppler per applicazioni di misura nello spazio, per poi convertirlo in uno strumento alla portata di tutti, con l'introduzione sul mercato della tecnologia LDDM (Laser Doppler Displacement Meter), sotto forma di una svariata gamma di strumenti di misura di precisione. Fanno parte di questa gamma i Laser di calibrazione per macchine utensili, i Laser per la Misura Dinamica della precisione di movimento degli assi, il Laser per le misure di Vibrazione senza contatto e gli Encoder di elevatissime prestazioni.

Descrizione del funzionamento

Gli strumenti basati sulla tecnologia LDDM sono prodotti in California dalla società OPTODYNE, Inc. di cui Charles Wang e' presidente, tra questi prodotti risalta la Riga Ottica Laser Doppler denominata LDS (Laser Doppler Scale). Lo sfruttamento dell'effetto Doppler per la misura dello spostamento di uno specchio, illuminato dal raggio Laser, e' basato sulla misura delle variazioni di frequenza e fase del raggio riflesso dallo specchio, conoscendo la variazione di fase, che e' linearmente proporzionale allo spostamento, e' facile determinare la nuova posizione. Queste misurazioni e trasformazioni qualche anno fa erano solo alla portata dei laboratori con elevata disponibilità finanziaria, mentre oggi, grazie alle moderne tecniche elettro-ottiche ed elettroniche legate alle tecnologie delle telecomunicazioni e dei computer, e' possibile costruire il nostro laser in modo agevole, con un costo contenuto e con un rateo di discesa dei prezzi ed incremento delle prestazioni, legato a queste tecnologie.



Descrizione del prodotto

Il risultato è una testa Laser molto compatta e robusta (51mm x 51mm x 216 mm), che può essere installata direttamente a bordo delle macchine utensili, per produrre una misurazione dello spostamento degli assi, con il solo ausilio di uno specchio riflettore, di diametro molto contenuto, tipicamente 6mm. La misurazione con il Laser Doppler, può essere effettuata molto più vicino al punto di applicazione, con maggiore precisione di quanto sia possibile fare ora con l'utilizzo di trasduttori lineari di tipo tradizionale come righe ottiche in vetro o acciaio, magnetiche o con Inductosyn.

APPLICAZIONE NEI SERVOSISTEMI

Come si sa, la precisione non basta nel campo delle macchine utensili, i costruttori vorrebbero tutti i parametri al massimo: precisione, risoluzione, velocità ed insensibilità agli accoppiamenti laterali (o in altre parole la misura dello spostamento solo nella direzione desiderata) e nessuna isteresi o memoria al cambiamento di direzione.

Fino ad ora i costruttori hanno dovuto considerare almeno il compromesso tra velocità e precisione. Oggi le esigenze economiche e produttive non permettono più questo tipo di compromesso e la ricerca del superamento di questo limite è un'imposizione del mercato. Così si cerca di semplificare la catena cinematica utilizzando motori lineari per aumentare le accelerazioni in modo da ridurre i tempi morti e migliorare le lavorazioni. A questo punto entra in gioco il limite dovuto al trasduttore di misura, ma con il Laser effetto Doppler il problema è risolto: risoluzione di decimi o centesimi di micron alla velocità di 4 m/s e con la precisione di 1 micron per metro. Con queste prestazioni c'è la possibilità di utilizzare al massimo il guadagno e la velocità di elaborazione dei nuovi sistemi di controllo CNC basati sui processori veloci. Ci si può chiedere perché questo sia possibile con il laser Doppler e non con le altre tecnologie? Per spiegarlo prendiamo in considerazione alcuni degli aspetti più importanti che caratterizzano il Laser Doppler.

Caratteristiche peculiari

1) MISURA SENZA CONTATTO: non c'è isteresi intrinseca al sistema Laser Doppler mentre è tipico trovare, nelle righe ottiche comunemente usate per le macchine utensili, valori di isteresi di uno o più micron, risoluzioni superiori al valore di isteresi non sono utilizzabili dinamicamente dal servocontrollo di velocità e posizione perché si genererebbe instabilità. Il Laser Doppler può dare risoluzioni dinamiche fino a qualche millesimo di micrometro.

2) INSENSIBILITÀ AGLI SPOSTAMENTI LATERALI E ALLA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE: il Laser Doppler può funzionare con solo il 2% della potenza ottica riflessa e può anche funzionare con disallineamenti, spostamenti trasversali alla direzione del raggio Laser, fino a 5 mm, senza che si verifichino errori o variazioni nella misura stessa. Il laser Doppler misura solo la componente dello spostamento sull'asse di misura, e' questo il motivo per cui, misurando con il Laser Doppler, una sollecitazione laterale come ad esempio lo spostamento contemporaneo di un altro asse, non si trasforma in variazione della quota introducendo un meccanismo di correzione non necessario e generando instabilità. Inoltre per l'uso di uno speciale specchio prismatico (catadiottrico) è possibile tollerare variazioni di posizionamento o movimento angolare dello

specchio stesso fino a dieci gradi in tutte le direzioni, mantenendo il raggio di ritorno sempre parallelo a quello di provenienza.

3) LINEARITA' E PRECISIONE INTRINSECA: il reticolo di misura è ricavato dal raggio di luce Laser la cui frequenza e lunghezza d'onda sono intrinsecamente stabili (meglio di un PPM - equivalente ad 1micron per metro - lo garantisce il NIST, ente di controllo USA, altrimenti il tubo Laser Elio-Neon smette di funzionare). Il passo di misura del reticolo di luce è perfettamente uniforme e predicibile in funzione dei fattori climatici. Il passo del reticolo di misura e' di 0,6328 micron ed e' da questa risoluzione, che i circuiti elettro-ottici di misura ricavano i valori intermedi. Il passo del reticolo delle righe ottiche tradizionali e' di 20- 40 o anche 100 micron, la differenza e' evidente.

4) RIDUZIONE DELL'ERRORE DOVUTO ALL'EFFETTO ABBE. L'effetto Abbe si presenta quando l'asse istantaneo di movimento dell'utensile (o del pezzo) non è perfettamente parallelo all'asse di misura, e i due assi sono distanziati tra loro. Il valore dell'errore è uguale all'angolo (misurato in Radianti) moltiplicato per la distanza tra l'asse di movimento ed il punto di misura. E' in altre parole l'errore dovuto alla non rettilineità di movimento, moltiplicato per la distanza del trasduttore di misura dall'utensile.

E' particolarmente importante ridurre questo errore, perché normalmente e' quello che contribuisce maggiormente all'errore di posizionamento degli assi di una macchina utensile.

Installazione e manutenzione

Il Laser Doppler può essere installato nelle posizioni strategiche fino ad ora inaccessibili alle tecnologie correnti come ad esempio all'interno della struttura della macchina, lungo l'asse di movimento del carro o del mandrino, questo e' possibile poiché' il Laser Doppler e' molto compatto e non necessita di superfici continue e lavorate con precisione per il suo montaggio.

E' interessante menzionare anche la facilità di montaggio, allineamento e manutenzione. I tempi di montaggio e allineamento sono ridotti a pochi minuti, di conseguenza anche il fermo macchina, in caso di guasto si riduce drasticamente. I Laser Doppler sono indipendenti dalla lunghezza di misura e sono intercambiabili tra loro con ovvio vantaggio nella riduzione delle scorte di magazzino.

CONCLUSIONI

I costruttori di macchine utensili, con l'utilizzo della tecnologia Laser Doppler, hanno, un nuovo strumento che permette il pieno sfruttamento delle tecnologie attuali (motore Brushless e vite) o di spiccare il salto di qualità alla macchina con motori lineari, mediante i quali e' possibile ottenere prestazioni che fino a qualche anno fa erano possibili solo nella fantasia degli studi teorici.