



HEIDENHAIN

Notevole incremento dell'accuratezza sul Tool Center Point

Sistemi di misura HEIDENHAIN per robot industriali

REPORT TECNOLOGICO

Sistemi di misura HEIDENHAIN per robot industriali

Velocità, potenza e durevolezza sono le caratteristiche principali dei robot industriali. Tra gli impieghi classici rientrano quindi applicazioni quali la saldatura o il sollevamento di componenti pesanti per il montaggio di veicoli. Nonostante i metodi di calibrazione all'avanguardia, l'accuratezza di posizionamento è insufficiente per determinate mansioni. Ma ora la situazione sta cambiando, anche grazie ai sistemi di misura di elevata precisione di HEIDENHAIN e AMO.

Promotore di questa evoluzione è soprattutto l'industria aerospaziale, in cui devono essere lavorati con elevata accuratezza componenti di grandi dimensioni. Le macchine utensili raggiungerebbero con estrema facilità le accuratezze richieste, ma sono troppo poco flessibili o estremamente costose come versioni speciali per quanto riguarda luoghi di impiego e aree di lavoro. Un robot, invece, è in grado di raggiungere senza problemi qualsiasi punto su componenti particolari, come la fusoliera di un velivolo, ed eseguire lavorazioni come forature e fresature.

Molti sono i fattori che compromettono l'accuratezza

Per queste applicazioni il Tool Center Point, ossia l'utensile alla fine del braccio del robot, può essere posizionato e guidato con sufficiente accuratezza, ed è così che i robot industriali classici si spingono fino ai loro limiti. Troppi sono i fattori che causano errori:

- per garantire la mobilità desiderata, sono richiesti robot con cinematica seriale, ad esempio robot con braccio articolato dotato di sei assi;
- ciascuno di questi assi è azionato da un servomotore con un riduttore di velocità; errori di posizione zero, errori di inversione ed elasticità delle articolazioni sono la causa principale di imprecisioni;
- le forze applicate e gli effetti dinamici durante il processo di lavorazione si ripercuotono sulla rigidità della meccanica dei robot e influiscono negativamente sull'accuratezza di posizione assoluta.



Grazie a metodi di calibrazione all'avanguardia, è già possibile raggiungere ripetutamente il Tool Center Point su una determinata posizione entro pochi centesimi di millimetro. A seconda del costruttore, la ripetibilità di robot articolati è pari a $\pm 0,1$ mm e oltre in conformità a ISO 9283.

Rispetto alla ripetibilità, l'accuratezza assoluta ottenibile all'interno del sistema di coordinate dei robot è peggiore di un fattore di 10. A seconda della configurazione, dell'autonomia massima e della capacità di carico, nell'impiego pratico i robot articolati raggiungono oggi una accuratezza di posizione assoluta di ± 1 mm. Questa però è insufficiente a soddisfare i requisiti di accuratezza imposti da settori quali l'industria aerospaziale. Ma i costruttori di robot vi hanno posto rimedio.

Fase 1: regolazione motore altamente dinamica

Il motor feedback dei servomotori sugli assi dei robot continua ad essere affidato ai trasduttori rotativi classici. Siccome i servomotori richiedono un'elevata dinamica di regolazione, possono essere ad esempio impiegati trasduttori rotativi induttivi robusti come le serie ECI 1100 e 1300 o trasduttori rotativi multigiro delle serie EQI 1100 e 1300 di HEIDENHAIN. Questi encoder offrono un'elevata qualità di regolazione e accuratezza del sistema e sono inoltre particolarmente resistenti alle vibrazioni. Poiché i trasduttori rotativi dispongono dell'interfaccia EnDat puramente seriale, persino ambiti applicativi esposti a forti carichi elettromagnetici non compromettono la qualità e la sicurezza della trasmissione dei dati.



*Figura 1:
trasduttori rotativi classici HEIDENHAIN per il motor feedback*

Questi trasduttori rotativi induttivi supportano il livello di integrità di sicurezza SIL 2, categoria 3 PL d, e con azioni supplementari nel controllo numerico raggiungono persino SIL 3 o categoria 4 PL e. Un ulteriore vantaggio in tale contesto è rappresentato dal fault exclusion di tipo meccanico che HEIDENHAIN ha realizzato per impedire l'allentamento del giunto lato albero e statore. Con questo pacchetto di sicurezza, i trasduttori rotativi induttivi possono essere impiegati anche in sistemi per la collaborazione uomo-robot.

Fase 2: "secondary encoder" per la misurazione ultraprecisa della posizione

Un miglioramento significativo dell'accuratezza di posizione assoluta dei robot è raggiungibile grazie all'impiego di sistemi di misura angolari o trasduttori rotativi altamente precisi aggiuntivi su ogni asse. Questi cosiddetti secondary encoder, montati a valle del riduttore di velocità, determinano la posizione effettiva di ogni articolazione del robot. In questa configurazione, rilevano in ogni caso l'errore di posizione zero e il gioco di inversione. Su ogni asse del braccio robotizzato misurano inoltre le forze retroattive della lavorazione. Nel complesso ciò ha comportato un miglioramento dell'accuratezza di posizione assoluta sul Tool Center Point del 70 - 80%.



Figura 2:
miglioramento dell'accuratezza di posizione assoluta grazie all'impiego di cosiddetti "secondary encoder" su ogni asse

Per queste applicazioni sono particolarmente indicati i sistemi di misura angolari modulari come ECA 4000 HEIDENHAIN con scansione ottica, il trasduttore rotativo ECI 4000 HEIDENHAIN con scansione induttiva o il sistema di misura angolare WMR AMO. Grazie alla loro struttura modulare con tamburo o nastro graduato e unità di scansione separata, questi encoder sono ideali per alberi di grande diametro e per condizioni di montaggio difficili, come si riscontrano nei robot a causa degli spazi ristretti. La qualità dei loro segnali è nettamente migliore di quella dei trasduttori rotativi sul servomotore; sono infatti in grado di fornire valori di posizione essenzialmente più precisi, persino con movimenti altamente dinamici.



Figura 3:
sistemi di misura HEIDENHAIN e AMO di elevata accuratezza per misurazioni assolute di posizione sui robot

REPORT TECNOLOGICO

	ECA 4000	ECI 4000	WMR
Principio di scansione	assoluto, ottico	assoluto, induttivo	incrementale, induttivo
Diametro interno	da 70 mm a 512 mm	90 mm / 180 mm	da 60 mm a 10.000 mm
Risoluzione	29 bit	20 bit	in funzione dell'elettronica successiva
Accuratezza di sistema	±2"	±25" / ±40"	±3" per ogni metro di lunghezza d'arco
Resistenza alla contaminazione	+	++	++
Tolleranze di montaggio	+	++	+

Tabella 1:
confronto tra i principali dati tecnici di "secondary encoder" tipici

Fase 3: misurazione precisa della posizione per robot traslabili

Per raggiungere tutte le posizioni di lavorazione su componenti estremamente grandi e lunghi, come la fusoliera di un velivolo, o per la produzione di componenti di fibre composite di elevate dimensioni, i robot possono essere traslati su assi lineari lungo i componenti. Per il posizionamento ultrapreciso dei robot sugli azionamenti lineari sono disponibili i sistemi di misura lineari incapsulati HEIDENHAIN per corse utili fino a 30 m. La misurazione di posizione con un sistema di misura lineare compensa errori termici e altri influssi della meccanica di avanzamento, che una determinazione di posizione di tipo tradizionale non è in grado di rilevare basandosi sul valore del passo della vite a ricircolo di sfere e della posizione angolare del trasduttore rotativo del motore.

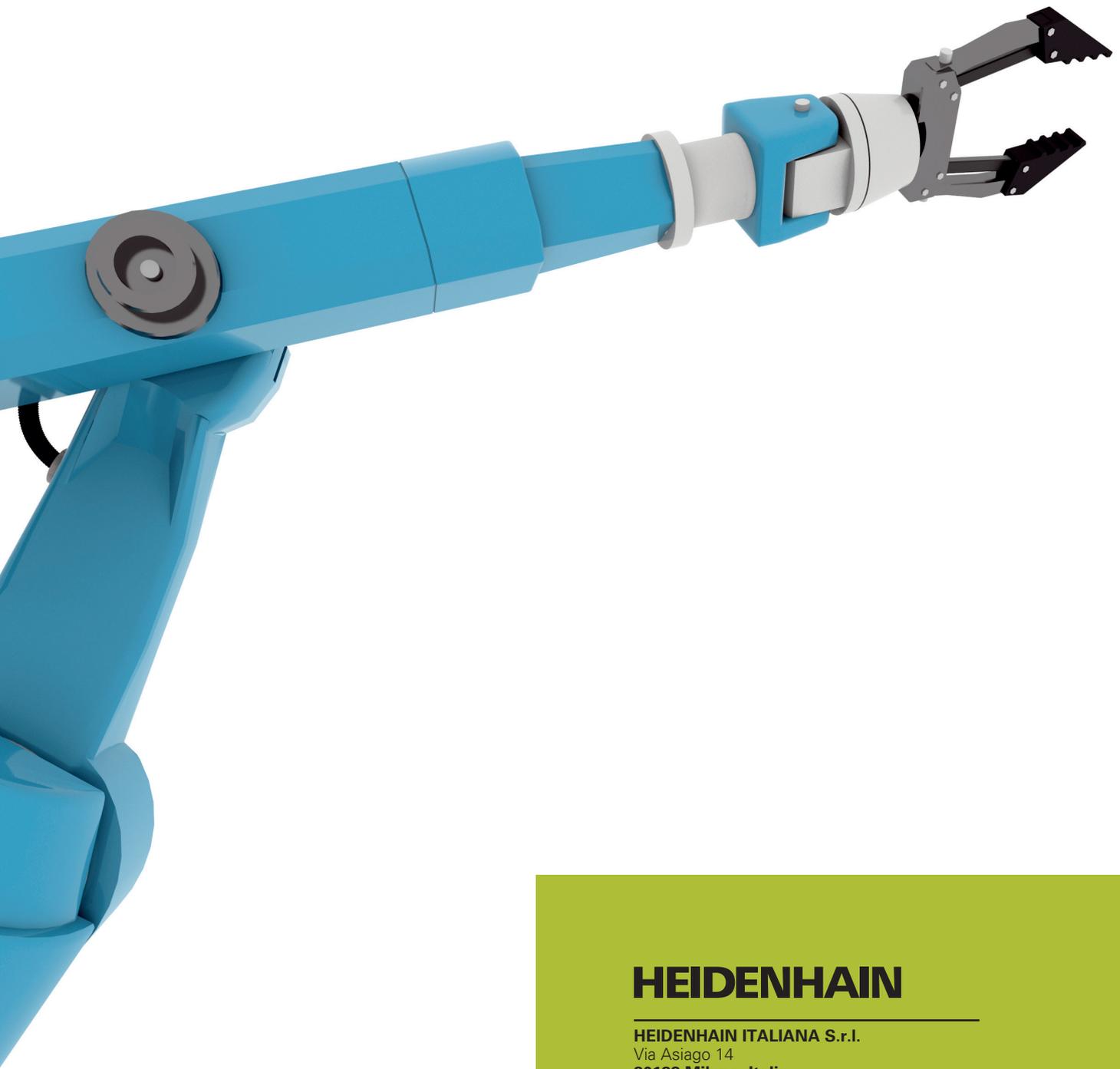




*Figure 4
HEIDENHAIN linear encoders*

Conclusione: la misurazione ultraprecisa della posizione incrementa l'accuratezza sul Tool Center Point

Sistemi di misura aggiuntivi su tutti gli assi di un robot e i sistemi di misura lineari per il posizionamento del robot rispetto al pezzo consentono una accuratezza sul Tool Center Point, che permette a robot industriali adeguatamente equipaggiati di ottenere posizioni precise di lavorazione e di manipolazione dei componenti. I sistemi di misura angolari e lineari di HEIDENHAIN e AMO offrono non soltanto la necessaria accuratezza del sistema ma anche la necessaria flessibilità per il montaggio nella meccanica complessa e compatta dei robot. La loro idoneità per applicazioni safety-oriented permette inoltre di realizzare sistemi per la collaborazione uomo-robot.



HEIDENHAIN

HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.

Via Asiago 14

20128 Milano, Italia

☎ 02 27075-1

☎ 02 27075-2 10

E-mail: info@heidenhain.it

www.heidenhain.it

