

Lo specialista degli encoder per servodrive

Grazie ai trasduttori rotativi assoluti induttivi e ottici di Heidenhain, i servodrive diventano ancora più dinamici

VALERIO ALESSANDRONI

I servodrive controllati sono oggi molto diffusi in molteplici settori dell'automazione, della robotica e dei sistemi di manipolazione, così come nella tecnologia di azionamento delle macchine utensili e di produzione. I requisiti di dinamica, di sincronizzazione e di

rigidità di queste applicazioni impongono fattori di guadagno sempre più elevati negli anelli di controllo chiusi. I sistemi di misura di posizione impiegati hanno quindi un ruolo determinante nella qualità della regolazione dell'azionamento, rendendo determinanti caratteristiche come l'elevata risoluzione e i ridotti errori di posizione all'interno di un periodo del segnale. In ultima analisi, la scelta di una specifica tecnologia di encoder dipende in modo significativo dai requisiti di accuratezza richiesti dall'applicazione a cui sono destinati. Un montaggio meccanicamente intercambiabile sul motore e un'interfaccia standard del segnale in uscita per il controllo numerico consentono l'integrazione di diverse tecnologie di encoder, supportando configurazioni di azionamento modulari.

Trasduttori rotativi per servodrive

I nuovi trasduttori rotativi induttivi e ottici di Heidenhain sono particolarmente indicati per l'impiego sui motori utilizzati nei sistemi di automazione e di movimentazione dei servoassi su macchine utensili e di produzione.

I principali punti di forza di questi prodotti sono le lunghezze di montaggio ridotte, l'elevata rigidità torsionale dei giunti e le elevate risoluzioni. La loro massima modularità è garantita dall'interfaccia intelligente EnDat 2.2, in grado di trasmettere non solo valori di posizione assoluti ma anche informazioni supplementari - come temperatura, valori diagnostici e di prova - e parametri utili come la messa in funzione automatizzata. I vantaggi per gli utenti sono diversi. In primo luogo, la maggiore sicurezza grazie



I trasduttori rotativi ottici e induttivi assoluti offrono alte prestazioni e massima modularità per i motori elettrici



Trasduttori rotativi induttivi e ottici

alla trasmissione digitale dei valori di posizione. Inoltre, la messa in funzione automatizzata degli azionamenti e quindi la riduzione dei tempi di inattività in caso di necessità di assistenza. Infine, il cablaggio dell'interfaccia EnDat 2.2 semplice ed economico grazie alla riduzione del numero di fili necessari e all'eliminazione della doppia schermatura.

Alta risoluzione per alte prestazioni

Le prestazioni dei sistemi di misura utilizzati per trasmettere le velocità ai servodrive si differenziano considerevolmente. In particolare, i resolver presentano di norma un solo periodo del segnale per ogni giro del motore. Per questa ragione la risoluzione della posizione è limitata e il valore di posizione determinato è assoluto nell'ambito di un giro. I trasduttori rotativi induttivi assoluti dispongono invece di una graduazione con 32 o 16 impulsi per giro (1 V_{pp}) e possono quindi fornire una risoluzione di posizione molto più alta. La posizione angolare è determinata da un valore assoluto. I trasduttori rotativi ottici

Esecuzione	Risoluzione posizioni/giro	Grandezza costruttiva	Versione	Tipo
per requisiti di accuratezza tipici: automazione, impianti, macchine per la lavorazione del legno, leghe, lamiera, waterjet, tessile, carta e converting, robotica e manipolatori				
Albero conico	131.072 (17 bit)	Ø=65 mm l=29 mm	monogiro multigiro	ECI 1317 EQI 1329
Albero cavo Ø=6 mm	65.536 (16 bit)	Ø=37 mm l=27 mm	monogiro multigiro	ECI 1116 EQI 1128
per requisiti di accuratezza elevati: macchine da stampa, macchine utensili e ascensori				
Albero conico	circa 33 milioni (25 bit)	Ø=65 mm l=42 mm	monogiro multigiro	ECN 1325 EQN 1337
Albero cavo Ø=6 mm	circa 2,1 milioni * (21 bit)	Ø=37 mm l=39 mm	monogiro multigiro	ECN 1113 EQN 1125

* dopo interpolazione x4.096 dei segnali incrementali nell'elettronica successiva

Tab. 1 - Caratteristiche dei diversi modelli di trasduttori rotativi assoluti per servodrive a seconda dei requisiti di accuratezza richiesti

Caratteristiche	Resolver	Trasduttori rotativi induttivi	Trasduttori rotativi ottici
Impulsi per giro (tipico)	1	32	2.048
Interpolazione	esterna	interna	interna
Risoluzione	tipica 14 bit 16.384 posizioni/giro	17 bit 131.072 posizioni/giro	25 bit circa 33 milioni di posizioni/giro
Accuratezza	tipica $\pm 480''$	$\pm 280''$	$\pm 20''$
Passo di misura minimo possibile	circa $80''$	circa $10''$	circa $0,04''$

Tab. 2 - Confronto tra sistemi di misura per la trasmissione delle velocità ai servodrive

si basano su graduazioni molto fini con 512 o 2.048 impulsi per giro, raggiungendo perciò risoluzioni molto più elevate. La versione multigiro dei trasduttori rotativi assoluti induttivi e ottici è in grado di determinare in modo univoco la posizione assoluta nell'arco di 4.096 giri.

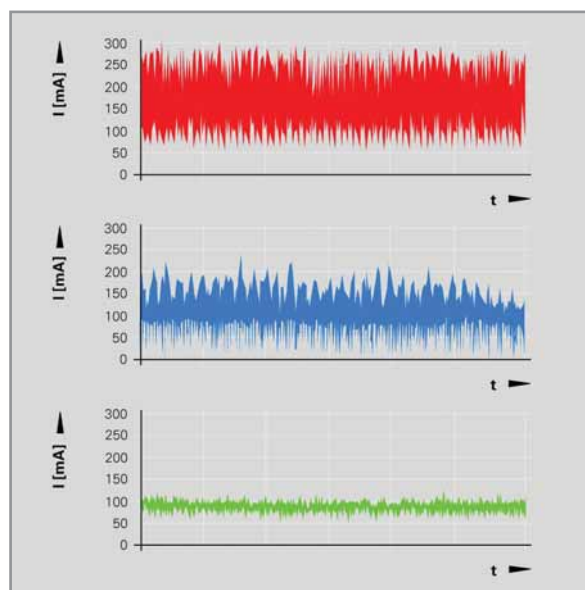
Analisi integrata del segnale

I trasduttori rotativi induttivi e ottici di Heidenhain con interfaccia digitale EnDat 2.2 sono dotati di un'analisi integrata del segnale. Il controllo numerico, cioè, riceve direttamente il valore di posizione assoluto in forma digitale, eliminando la necessità di ulteriori operazioni di calcolo. Con i resolver, invece, è necessario generare e analizzare i segnali analogici: un'operazione complessa che deve essere considerata come un fattore di costo supplementare. I resolver sono noti per la loro robustezza, ma anche i trasduttori rotativi Heidenhain consentono valori di sollecitazioni dinamiche che li rendono idonei a un'ampia gamma di applicazioni.

Errori di misura periodici e regolazione

Per ottenere elevati valori di risoluzione è necessario applicare un'interpolazione ai segnali di scansione sinusoidali. Talvolta, però, a causa di una scansione inadeguata, della contaminazione dell'elemento di misura o dell'elaborazione insufficiente, i segnali possono discostarsi dalla forma sinusoidale ideale. Durante l'interpolazione si verificano quindi errori con andamento periodico nell'ambito di un periodo del segnale, chiamati errori di posizione nell'arco di un periodo del segnale o errori di interpolazione. Nei sistemi di misura di alta qualità questi errori rappresentano una frazione tra l'1 e il 2% del periodo del segnale. L'errore di interpolazione compromette l'accuratezza di posizionamento e può quindi peggiorare in modo significa-

tivo anche la sincronizzazione e la rumorosità dell'azionamento. Il regolatore di velocità calcola le correnti nominali utilizzate per frenare o accelerare il motore in funzione dell'andamento dell'errore: quando le velocità sono basse il motore segue l'andamento dell'errore di interpolazione; all'aumentare della velocità, invece, il suo effetto sulla sincronizzazione diminuisce. Infatti con la velocità cresce anche la frequenza dell'errore, ma poiché il motore può seguire l'andamento dell'errore soltanto nell'arco della larghezza della banda di regolazione, il suo effetto risulta



Variazioni di corrente per diversi sistemi di scansione nell'encoder: in rosso i resolver (un impulso per giro); in blu i trasduttori rotativi induttivi (32 impulsi per giro); in verde i trasduttori rotativi ottici (2.048 impulsi per giro)

sempre più limitato. I disturbi nella corrente del motore, però, continuano ad aumentare e con essi, in caso di elevati guadagni dell'anello di controllo, cresce la rumorosità nell'azionamento. L'accuratezza raggiungibile da un servodrive dipende sia dall'ampiezza sia dalla lunghezza del periodo dell'errore di misura.

Poiché il resolver genera soltanto un periodo del segnale al giro, l'errore di interpolazione ha un effetto particolarmente significativo: con i valori numerici tipici e una larghezza di banda di regolazione di 100 Hz, il motore segue un errore di interpolazione sinusoidale con periodo pari a quello del segnale dell'encoder (cioè un errore 1phi) fino a velocità di 6.000 giri/min.

Le oscillazioni del numero di giri, quindi, saranno presenti sull'intera gamma di velocità. Con un trasduttore rotativo ottico con 2.048 divisioni, invece, un errore 1phi si presenta nella gamma di velocità compresa tra 0 e 2,8 giri/min. Gli errori di posizione conseguenti rientrano di norma in un intervallo di $\pm 6''$ circa.

Risoluzione di posizione e regolazione di velocità

La risoluzione e l'accuratezza dei sistemi di misura impiegati sui servodrive sono spesso molto diverse: l'influsso del passo di misura minimo possibile sull'anello di controllo assume quindi grande importanza. Questo effetto può essere analizzato prendendo in considerazione un anello di controllo semplificato e tralasciando la parte I del regolatore di velocità e il regolatore di posizione.

Come esempio si può prendere in esame un motore con i

seguenti valori caratteristici:

- tempo di scansione T di 100 μ s
- guadagno P (K_{PG}) di 600 s^{-1}
- inerzia del motore J_M di 0,001 kgm^2
- costante di coppia K_{KM} di 0,68 NmA^{-1} .

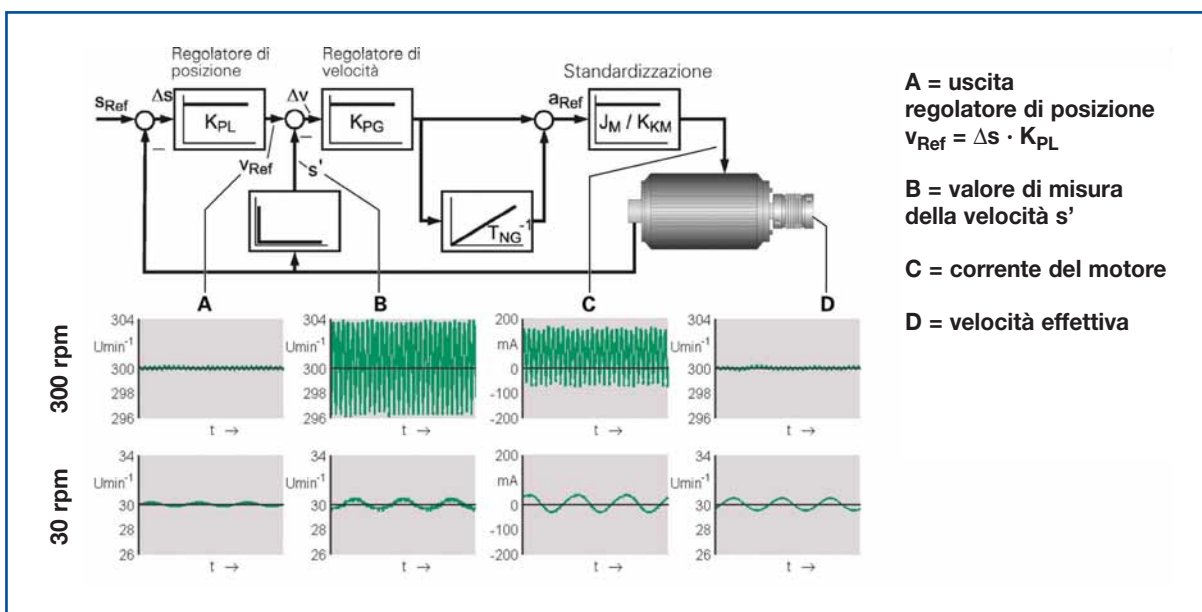
Con questi valori in un resolver con interpolazione successiva a 14 bit il passo di misura minimo possibile determina una variazione nella corrente nominale di 3,4 A: questo valore corrisponde sempre al 50% della corrente di picco del motore considerato. In un trasduttore rotativo induttivo con risoluzione a 17 bit il passo di misura più fine causa uno sbalzo di soli 400 mA, mentre in un trasduttore rotativo ottico con risoluzione a 25 bit la variazione è inferiore a 2 mA.

Struttura modulare

I servodrive devono poter essere impiegati per applicazioni che richiedono requisiti diversi di accuratezza.

Poiché l'accuratezza richiesta influisce in modo determinante sulla scelta della tecnologia degli encoder, la possibilità di montaggio universale rappresenta un requisito importante per la versatilità e la modularità del sistema di azionamento. La soluzione ideale dovrebbe prevedere la possibilità di montare tutte le varianti di encoder - trasduttori rotativi ottici e induttivi e resolver - su un motore senza flange intermedie supplementari.

Heidenhain ha progettato una configurazione che consente questa modalità di montaggio e nella quale i trasduttori rotativi ottici e induttivi presentano già situazioni di montaggio identiche.



Effetto degli errori di interpolazione nell'anello di controllo di un servodrive con due velocità diverse

L'importanza del sistema di misura

Da quanto detto emerge che, oltre alla costruzione e alle caratteristiche del controllo numerico, per migliorare le prestazioni dei motori elettrici è decisiva anche la tecnica di misura impiegata. L'accuratezza di posizionamento e la sincronizzazione degli assi macchina influiscono in modo significativo sulla qualità del pezzo lavorato. Per ottenere buone caratteristiche di accuratezza e sincronizzazione è necessario un sistema con un numero elevato di passi di misura e una buona qualità del segnale. Le irregolarità nella sincronizzazione possono essere dovute a problematiche meccaniche nella catena cinematica e da errori di posizione introdotti dalle tecnologie degli encoder impiegati. La risoluzione insufficiente dei sistemi di misura e gli elevati errori di interpolazione possono comportare anche effetti di tipo ondulatorio

Supporto a tre punti

Foro di centraggio

Perno dell'albero per resolver e trasduttori rotativi

Proposta per il montaggio universale su un servodrive dei diversi sistemi di misura: trasduttori rotativi induttivi, ottici e resolver

Un anno dopo

L'ultimo incontro fra Automazione Oggi e Heidenhain risale a circa un anno fa. Abbiamo domandato ad Andrea Bianchi, Amministratore Delegato di Heidenhain Italiana, quali sono stati, a livello societario, i maggiori eventi successi in questo periodo.

"In questo ultimo anno Heidenhain ha continuato sulla sua solida strada di innovazione, apertura ai nuovi mercati e eccellenza nel servizio offerto" ha risposto Andrea Bianchi. "Il primo grande evento ha avuto loco proprio nella sede centrale della società Dr. Johannes Heidenhain a Traunreut: l'inaugurazione del nuovo edificio per lo sviluppo, la realizzazione e la certificazione dei sistemi di misura.



Andrea Bianchi, Amministratore Delegato di Heidenhain Italiana

Questa costruzione offre layout produttivi più idonei all'aumento dei volumi produttivi ed è un'ulteriore testimonianza dell'orientamento di Heidenhain a effettuare importanti investimenti a sostegno della crescita del business e di una costante evoluzione tecnologica, senza dimenticare l'attenzione verso i propri dipendenti e l'ambiente. Un altro passo è stato il potenziamento della presenza di Heidenhain nel Far East, con l'apertura di diversi uffici tecnici e filiali commerciali, per vincere le sfide anche nei mercati emergenti. In questa stessa direzione, possiamo considerare l'estensione del service network con l'obiettivo di garantire maggiore capillarità insieme a una maggiore tempestività nel risolvere le richieste del cliente". Quali sono, invece, i principali prodotti che l'azienda ha introdotto in questo stesso periodo?

"A livello di prodotti, il discorso si fa ampio e possiamo solo accennare ad alcune novità" ha affermato Bianchi. "Nell'ambito dei CN per fresatrici e centri di lavoro, Heidenhain ha puntato su TNC 320 e su iTNC 530. Il TNC 320 è un controllo numerico continuo compatto ma versatile con tre (a richiesta fino a cinque) assi controllati. È il primo controllo della nuova generazione Heidenhain con struttura NC Kernel, l'architettura 'completamente digitale' che caratterizzerà lo sviluppo nei prossimi anni. Il controllo e tutti i suoi componenti saranno connessi via Hsci (Heidenhain Serial Control Interface), il protocollo real-time fast-Ethernet. I sistemi di misura sono con-

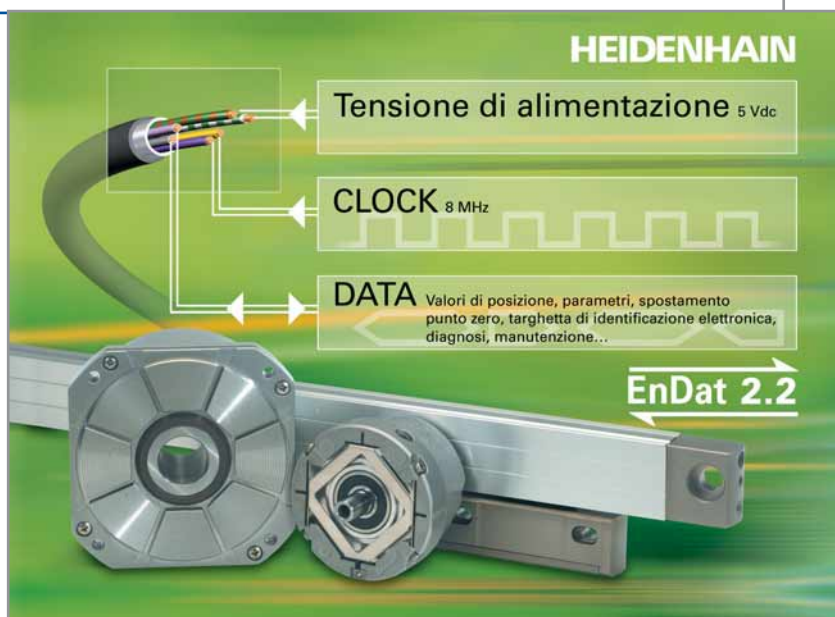


La sede centrale della società Dr. Johannes Heidenhain GmbH, dove recentemente è stato inaugurato il nuovo edificio per lo sviluppo, la realizzazione e la certificazione dei sistemi di misura

sulla superficie del pezzo lavorato. Anche negli impianti di produzione la sincronizzazione di alcuni movimenti specifici può diventare un parametro rilevante in termini di qua-

lità del prodotto. Maggiori risoluzioni e accuratezze possono migliorare la sincronizzazione e ridurre nel contempo i disturbi nella corrente del motore: di conseguenza questo

nessi via EnDat 2.2, l'interfaccia bidirezionale digitale Heidenhain. In questi anni iTNC 530 si è assestato come standard nelle lavorazioni HSC. Dopo il successo del controllo anticollisione dinamico DCM e dell'importazione dei file DXF, alla BI.MU sono state presentate altre importanti novità che rendono il controllo Heidenhain ancora più user-friendly: GPS (Global Program Settings), AFC (Controllo adattativo dell'avanzamento), un ulteriore potenziamento della modalità smarT.NC e i manuali operativi del controllo numerico on-line. Per l'ambito dei sistemi di misura, sicuramente spiccano i sistemi di misura angolari modulari della serie ERA 4000, dotati di grande diametro e concepiti per il montaggio all'interno di elementi della macchina utensile o di altri dispositivi. Per i sistemi di misura incapsulati, è stata introdotta la famiglia delle LC 183/LC 483 che si distingue per il comportamento termico definito e la resistenza alle vibrazioni; inoltre l'interfaccia EnDat 2.2 e il principio di scansione a un settore ne fanno un prodotto all'avanguardia. Per applicazioni che non richiedono un sistema incapsulato, dove il montaggio semplice e rapido è decisivo, è stata progettata la nuova serie di sistemi di misura lineari aperti Lida 200".



L'interfaccia intelligente EnDat 2.2 è in grado di trasmettere solo valori di posizione assoluti, informazioni supplementari e parametri utili come la messa in funzione automatizzata

funziona in modo silenzioso e sviluppa una quantità di calore minima. Segnali in uscita ottimali e con risoluzione elevata consentono inoltre di avere bande di regolazione molto ampie, riducendo al minimo l'effetto delle oscillazioni di carico sulla velocità di rotazione. ■

Heidenhain readerservice.it n. 00