

Reaction

Notizie per l'industria metalmeccanica, metrologica, della produzione di stampi e utensili, dell'automazione e del controllo di movimento

www.renishaw.it

Renishaw rivoluziona il mondo della metrologia

Misure con velocità fino a 500 mm/secondo con un nuovo sistema di scansione a cinque assi

Con una rivoluzionaria tecnica di scansione a 5 assi, Renishaw introduce l'innovazione più significativa degli ultimi 20 anni nel settore delle macchine di misura. Renscan5™ è la nuova tecnologia che consente di eseguire misure in scansione a 5 assi su CMM con velocità e accuratezza senza precedenti. La testa REVO™ è la capostipite di una famiglia di sistemi di tastatura rivoluzionari, destinati a cambiare per sempre gli standard industriali per i sistemi di scansione.

L'introduzione della tecnologia Renscan5™ consente lo sviluppo di una serie di dispositivi per la scansione a 5 assi radicalmente innovativi, in grado di eseguire misure con velocità fino a 500 mm/secondo, eliminando la maggior parte degli errori oggi associati alle scansioni a 3 assi. Tutto questo grazie alla testa di misura, molto più leggera della struttura della macchina. La sua capacità di eseguire autonomamente la maggior parte degli spostamenti riduce al minimo gli errori dinamici durante le routine di ispezione.

Renscan5™ sarà disponibile con il nuovo controllo universale per CMM UCC2 che costituisce la base di tutti i futuri sistemi di scansione ad alta velocità Renishaw.

Il primo prodotto che sfrutta l'innovativa tecnologia Renscan5™ è REVO™, che consente di ridurre i tempi di ispezione in maniera sensibile, senza ripercussioni sull'elevato livello di accuratezza del sistema.

Durante le scansioni, REVO™ utilizza un movimento sincronizzato per seguire con rapidità i cambiamenti nella geometria del pezzo senza introdurre errori dinamici. In questo modo, durante le operazioni di misura la CMM può spostarsi a velocità costante lungo una direzione costante, eliminando gli errori inerziali tipici delle scansioni a 3 assi, causati dall'accelerazione della macchina.

La testa di misura REVO™ adotta su entrambi gli assi una tecnologia con cuscinetti ad aria sferici ultra rigidi, azionati da motori brushless ed encoder ad altissima risoluzione (0,08 secondi d'angolo). Uno dei principali vantaggi di questa tecnologia è la possibilità di ottenere rotazioni e posizionamenti virtualmente illimitati, per accedere con maggiore facilità agli elementi da misurare.

La testa di misura REVO™ monta un tastatore di nuovissima concezione che riduce ulteriormente le incertezze provocate dagli effetti dinamici degli spostamenti ad alta velocità e che consente l'utilizzo di stili lunghi senza alcuna perdita di accuratezza. Un sistema laser misura accuratamente la posizione della punta dello stilo. Un fascio di luce emesso dal corpo del tastatore viaggia lungo lo stilo cavo e raggiunge un riflettore posto sulla punta dello stilo. A differenza degli stili tradizionali, che devono essere molto rigidi, il nuovo stilo cavo è stato progettato per flettere, inducendo così una deflessione del fascio laser di ritorno, misurata da un rilevatore di posizione (PSD), all'interno del tastatore.

Lo spostamento del laser rilevato dal PSD viene tradotto in misura combinandolo con le informazioni relative a geometria della testa di misura, geometria del tastatore e con la posizione di ciascun asse della CMM. In questo modo è possibile calcolare l'esatta posizione della punta dello stilo. L'assenza di effetti inerziali sul fascio laser consente di mantenere immutata l'accuratezza anche a velocità elevate.



Rilevamento della rottura utensili affidabile e ad alta velocità grazie ad una nuova tecnologia di riconoscimento

In tutto il mondo, le officine meccaniche hanno lo stesso problema: la rottura degli utensili durante la produzione.

L'identificazione del momento e della causa di una rottura può essere complessa, mentre la combinazione di scarti, rilavorazioni, tempi di inattività e ritardi riduce la produttività e fa lievitare i costi. L'adozione di un dispositivo di verifica dell'integrità degli utensili aumenta significativamente produttività e redditività, azzerando gli scarti, le rilavorazioni e i tempi di inattività.

I sistemi convenzionali di verifica dell'integrità dell'utensile senza contatto funzionano su un principio di interruzione (utensile integro) o di continuità del raggio laser (utensile rotto).

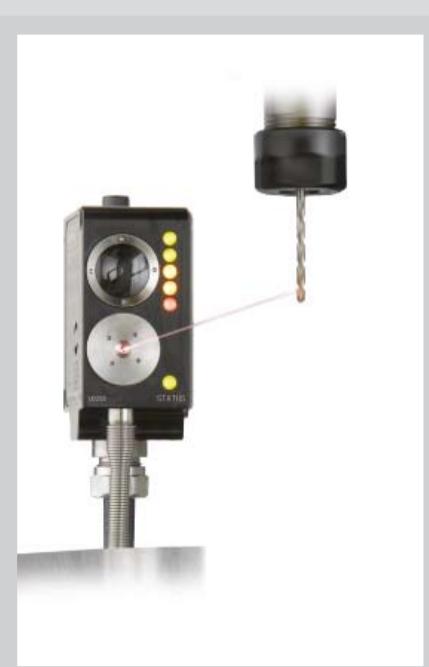
Il nuovo sistema TRS1 funziona in maniera differente. Il vantaggio è nel principio di misura, che non è limitato alla verifica dell'intensità luminosa. La nuova tecnologia per il riconoscimento utensili distingue l'utensile dal refrigerante e dai trucioli e garantisce rapidità e affidabilità anche in condizioni di lavorazione reali.

L'innovativo sistema di Renishaw proietta un fascio laser sull'utensile e analizza la luce diffusa di ritorno per determinare se siano presenti rotture. Questo metodo di riconoscimento consente di esaminare rapidamente i singoli utensili sia all'inizio sia alla fine del ciclo di lavorazione.

Il dispositivo è composto da una singola unità contenente la sorgente laser e l'ottica di rilevamento. Ciò rende possibile installare il TRS1 all'esterno dell'area di lavoro, proteggendolo da eventuali collisioni e risparmiando spazio sulla tavola.

L'unità TRS1 può essere montata su qualsiasi supporto rigido: il posizionamento del dispositivo in relazione all'utensile non ha particolare importanza. Ciò rende il sistema semplice e rapido da installare, senza allineamenti accurati con gli assi della macchina.

Conveniente, rapido e affidabile, con una singola unità il TRS1 è in grado di rilevare utensili con dimensioni fino a Ø0,5 mm, trattenendoli all'interno del fascio laser per circa un secondo. TRS1 è capace di rilevare la gamma completa di utensili a centro solido quali punte, maschi, frese a candela, frese a spianare e frese a testa sferica. Inoltre, con una distanza operativa compresa tra 0,3 m e 2,0 m, è utilizzabile su una vasta gamma di macchine.



Gli obiettivi sono la qualità e la riduzione dei costi Nissan risparmia 350.000 Euro e azzera gli scarti grazie ai sistemi di tastatura Renishaw



Lo stabilimento Nissan di Sunderland (UK), creato nel 1986 e ampliato nel 1991 con l'aggiunta di due linee di produzione dedicate agli alberi a camme, ha visto il costante sviluppo di nuovi modelli di autovetture Nissan. La vasta gamma di motori ha comportato la necessità di adottare nel 2001 un approccio completamente nuovo per soddisfare le future esigenze di produzione.

Le linee esistenti non erano in grado di gestire la complessità della nuova generazione di alberi a camme, perciò è stato implementato un processo che ha trasformato due linee dedicate agli alberi a camme in un'unica linea flessibile.

La nuova linea occupa metà dello spazio rispetto alle due originali e garantisce la stessa produzione. Nel 2002 venivano prodotti nella nuova linea quattordici varianti di alberi a camme, oggi ne sono prodotti sei tipi.

Il preventivo iniziale per un calibro flessibile stand-alone, necessario per fare fronte alle enormi differenze tra le varianti di albero, era di oltre 350.000 Euro. Questo costo, unito alla buona qualità delle lavorazioni già in corso, ha indotto alla valutazione di un approccio alternativo. Per ciascuna macchina utensile, è stato proposto il sistema LTO2S Renishaw, una sonda montata sulla torretta, che avrebbe sfruttato la flessibilità dei torni per gestire tutte le varianti e che avrebbe avuto un costo di sole 30.000 Euro per le quattro macchine. Una vera e propria nuova vita per queste vecchie macchine che, dotate di nuova intelligenza di tastatura, sono capaci di reagire man mano ai problemi che si presentano.

La chiave di questo successo risiede nelle fasi di azzeramento iniziale e di verifica a campione dopo la lavorazione, che hanno drasticamente ridotto gli scarti. Nissan dichiara con



soddisfazione che, dall'applicazione del processo, non è più stato prodotto nessun componente difettoso su una produzione di 550.000 alberi a camme all'anno. Infatti, la società si sta avvicinando al numero stratosferico di due milioni di pezzi di buona qualità.

L'utilizzo del tastatore diventa una procedura standard

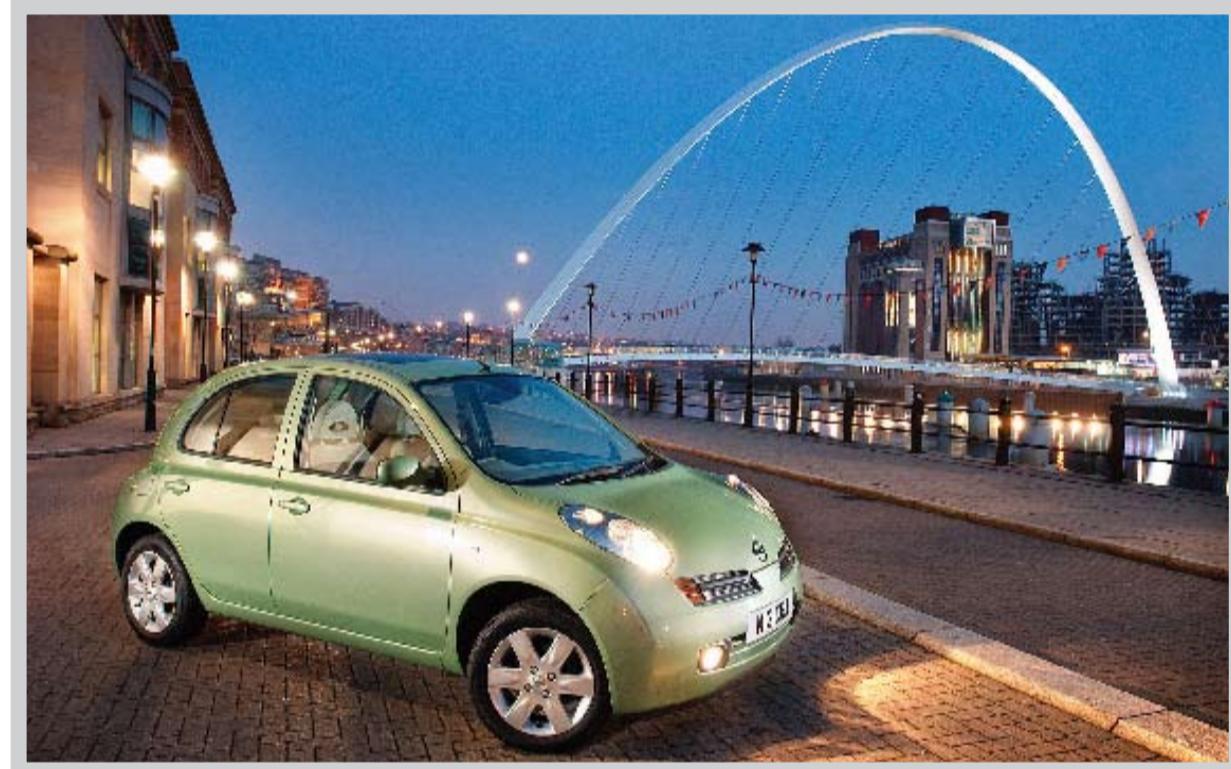
A ciascun tornio CNC è costantemente allegato un documento in cui è indicato in dettaglio l'uso del sistema di misura nel processo di lavorazione e che funge da costante riferimento per tutti gli operatori. Questo documento indica i quattro motivi principali per l'esecuzione della misura post processing con la sonda Renishaw:

1. Garantire la qualità generale, ovvero misurare gli elementi chiave con una frequenza pianificata (20 pezzi).
2. Sostituzione degli utensili. Il sistema di gestione utensili del tornio viene interrogato a ogni ciclo per stabilire se è necessario operare una sostituzione singola o completa. La sostituzione completa richiederà la misura di tutte le lavorazioni mentre quella di un singolo utensile richiederà la misura del solo elemento lavorato da quell'utensile.
3. Gestione delle varianti.
4. Inizio turno o primo pezzo prodotto. I contatori di pezzi del tornio vengono monitorati a ogni ciclo. Ciò risulta particolarmente importante se la macchina viene avviata a freddo la domenica sera.

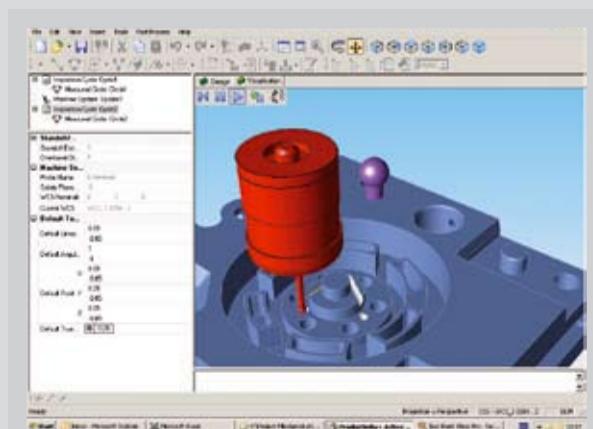
Con l'impressionante aumento delle capacità produttive di Nissan e con l'integrazione dei cicli di ispezione nelle procedure standard, le resistenze iniziali sono ora solo degli sbiaditi ricordi.

Il sito produttivo Nissan di Sunderland e la linea degli alberi a camme

Nel grande sito di Sunderland si svolge la maggior parte dei processi di lavorazione necessari per costruire e assemblare tutti i pezzi delle vetture Nissan. Queste operazioni sono eseguite direttamente da Nissan o dai vari fornitori indipendenti localizzati nelle vicinanze.



Un'interfaccia CAD consente di sviluppare complesse routine d'ispezione



Productivity+™ Active Editor Pro è uno dei componenti della nuova generazione di software di facile uso per l'ispezione e il controllo di processo create da Renishaw, orientato a tutti gli utilizzatori di tastatura su macchina utensile. Il software può essere usato per sviluppare complesse routine d'ispezione per sonde a contatto o senza contatto, comprese operazioni quali il presettaggio e la verifica di integrità degli utensili, l'azzeramento e l'ispezione dei pezzi, la qualifica del tastatore.

Questo software è una soluzione integrale e indipendente per generare cicli d'ispezione fuori linea. Utilizza un'interfaccia CAD che permette di identificare gli elementi con un semplice clic, e un'interfaccia drag-and-drop che usa i dati rilevati per aggiornare i parametri macchina. Non occorrono conoscenze specialistiche delle macro che cambiano da un controllo macchina all'altro e che rappresentano un dispendio di tempo considerevole.

Con Productivity+™ Active Editor Pro, è possibile leggere i programmi di lavorazione, aggiungendo le routine d'ispezione al punto desiderato, senza dover tagliare e incollare in un editor o apportare le modifiche in macchina. È possibile anche selezionare gli elementi da un modello CAD importato, semplificando ulteriormente la creazione di cicli di ispezione. Chi non disponga di un sistema CAD può creare i cicli d'ispezione utilizzando un sistema di finestre di dialogo integrato in Productivity+™ Active Editor Pro.

Una volta completato il programma, il sistema consente di eseguire la simulazione dell'intera routine per identificare eventuali errori e collisioni, e passare poi al post-processor e adattare il programma ai diversi controlli. Productivity+™ Active Editor Pro funziona con il diffuso formato Parasolid™. I controlli supportati sono Fanuc, Heidenhain e Siemens.

La nuova testa con infinite posizioni di misura per le CMM DCC offre flessibilità e costituisce una garanzia per il futuro

Arriva Gyro™, ultima nata nella famiglia Renishaw di teste Renscan5™ per misura dinamica, che ha nell'esclusiva testa Revo™ il modello di punta. Gyro™ è un dispositivo di misura esclusivo e versatile con tre livelli di funzionalità per rispondere in maniera completa alle esigenze di tastatura, dall'ispezione a contatto alla scansione a 5 assi con velocità fino a 500 mm/sec.

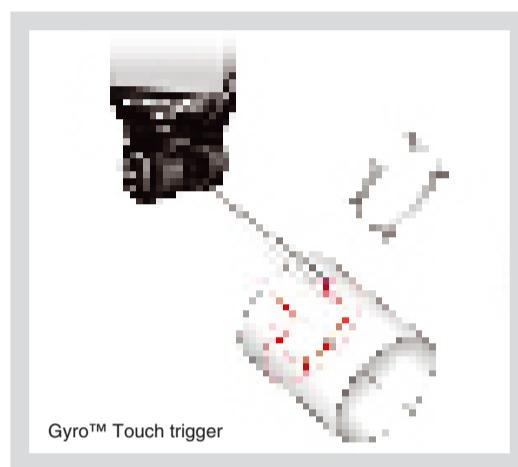
Se configurata per la funzionalità di ispezione a contatto, Gyro™ è in grado di operare anche alla profondità di 500 mm. Con soli cinque minuti di calibrazione la testa può essere impiegata in una qualsiasi delle infinite orientazioni senza dover ripetere la qualifica e risparmiando quindi ore di impostazione.

In combinazione con un upgrade software Renscan3™, Gyro™ apre la porta alla funzionalità di scansione su tre assi con movimento della macchina.

Il vantaggio di questa modalità rispetto alla misurazione per punti singoli è una velocità di gran lunga superiore nell'acquisizione.

Per la massima accuratezza e velocità, l'upgrade software Renscan5™ attiva la funzionalità di scansione a cinque assi. I vantaggi principali di un sistema di scansione a cinque assi basato su tecnologia Renscan5™ sono l'eliminazione degli errori dinamici legati al movimento della macchina e velocità di scansione molto superiori grazie al movimento della testa.

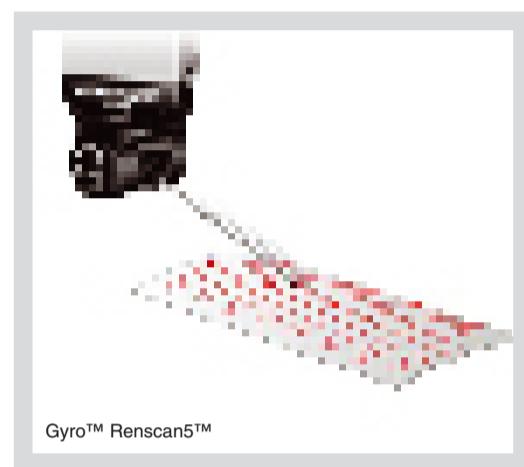
**NUOVO
PROSSIMAMENTE**



Gyro™ Touch trigger



Gyro™ Renscan3™



Gyro™ Renscan5™

L'esperienza di successo di un contoterzista in UK

Alla Castle Precision lavorazioni a controllo numerico con grande efficienza e produttività



La Castle Precision ha scelto di adottare tecnologie innovative in ogni settore produttivo. Il motivo c'è: queste tecnologie si sono dimostrate così efficienti da ridurre le operazioni inutili fino all'80%. Ad esempio, i sistemi di ispezione Renishaw installati sui torni CNC di Castle Precision hanno ridotto i tempi di ispezione da 35 minuti a meno di 6 minuti.

C'è molto da imparare da quest'azienda, e non c'è dubbio che i visitatori degli stabilimenti di Castle Precision ne traggano una buona ispirazione. Non è semplice riuscire a descrivere tutti gli aspetti legati all'alta efficienza di un'azienda come questa, che vanta risultati d'eccellenza in aree quali pianificazione della produzione, operazioni di lavorazione, registrazione del tempo, computer, gestione della fatturazione e delle vendite.

Costruire la qualità

Renishaw ha collaborato con Castle, fornendo il proprio supporto per oltre 20 anni. Il presidente, Marcus Tiefenbrun, ci dice: "Sono fermamente convinto nella costruzione della qualità fin dall'inizio, non nel suo raggiungimento per mezzo delle verifiche a posteriori. I sistemi di tastatura Renishaw rappresentano un elemento fondamentale della nostra filosofia produttiva, la nostra collaborazione con Renishaw è da sempre molto stretta e posso affermare che la loro flessibilità e disponibilità sono sempre state al di là di ogni aspettativa."

Il primo tastatore Renishaw entra in Castle nel 1984, montato su un centro di lavoro Mori Seiki a sei pallet. Anche se all'epoca il software era limitato, la sonda si rivelò immediatamente molto utile nel creare gli zeri per le lavorazioni. Da allora, Castle ha l'installazione di tastatori come standard su tutte le nuove macchine, utilizzando dove serve il servizio di retrofit Renishaw.

I tastatori da mandrino sono ormai comuni sui centri di lavoro, ma Castle ne ha dimostrato l'efficacia anche sui torni CN, sia per l'azzeramento, sia per l'ispezione. Il direttore dell'ufficio tecnico, Alex Skinner, è stato l'ispiratore, insieme a Marcus Tiefenbrun,

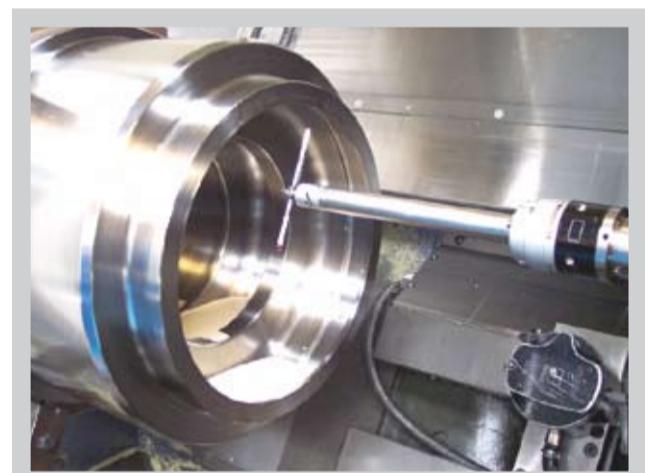


del forte impulso tecnologico impresso alla produzione. Con queste parole spiega come guadagnare in efficienza.

"Uno dei pezzi che producevamo richiedeva 35 minuti per le ispezioni in processo. Era chiaramente necessaria una riduzione dei tempi. Il pezzo veniva caricato manualmente e doveva rimanere fermo. L'operazione faceva parte del ciclo di lavorazione, per cui la macchina non poteva lavorare. Ciò implicava l'interruzione della produzione per tutto il tempo richiesto dall'ispezione. Gli ispettori misuravano un pezzo dalle pareti particolarmente sottili e decidevano se era o meno conforme alle specifiche. Accettavano oppure rifiutavano il pezzo senza registrare i valori misurati. Con l'introduzione di un ciclo di tastatura, i tempi delle ispezioni si sono ridotti a circa 6 minuti. Le misure sono registrate e salvate in un pacchetto SPC. Possiamo recuperare istantaneamente le dimensioni misurate di qualsiasi pezzo lavorato negli ultimi cinque anni."

Decisioni intelligenti con i sistemi di ispezione

E non è finita. Alex Skinner continua: "Decidemmo di utilizzare la sonda per prendere decisioni intelligenti. Le misure effettuate dalla sonda sono utilizzate per aggiornare le correzioni. Tali modifiche vengono quindi scaricate e registrate per consentirci di monitorare e controllare il processo.



In questo modo siamo riusciti a ridurre drasticamente l'intervento umano, tanto che ora ciascun operatore è in grado di seguire due macchine anziché una soltanto." Marcus Tiefenbrun non ha dubbi sui vantaggi dell'applicazione di sistemi di sonde alle macchine CNC della propria azienda. "Il vantaggio principale è la riduzione... anzi, la completa eliminazione di tutti i problemi legati alle correzioni". Anche la semplificazione delle operazioni non è un fattore da trascurare. Ci siamo resi conto che quando i nostri clienti vedono con i loro occhi i processi da noi utilizzati restano veramente impressionati e la loro fiducia nei nostri confronti cresce in modo significativo, perché si rendono conto che ogni dettaglio del processo è sotto controllo."

Una passione per l'efficienza

È davvero difficile descrivere in poche righe una società come Castle, che negli anni '60 dipendeva dalla produzione di pezzi a basso costo per Massey Ferguson, British Leyland e Singer (hanno prodotto anche pezzi per cambi Hillman Singer) ed ora è una ditta altamente specializzata e dal contenuto tecnologico elevato. Il segreto è racchiuso in tre parole: controllo, qualità ed efficienza.



Con il nuovo NC4 compatto Renishaw espande la gamma di prodotti per l'impostazione senza contatto degli utensili

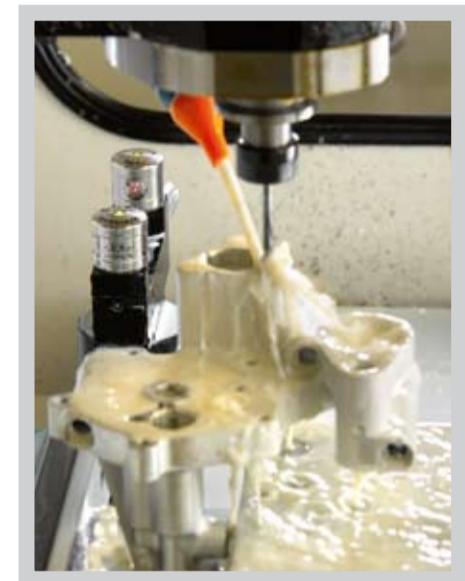
Il dispositivo laser di impostazione utensili senza contatto NC4 fa parte delle numerose soluzioni Renishaw per servire diversi tipi di centri di lavoro. Ora Renishaw ha ampliato la famiglia di prodotti NC4 verso una maggiore compattezza.

I prodotti F95, F115 e F230 della serie NC4 individuano un nuovo standard di prestazioni, e di dimensioni, con apertura di 23 mm, 55 mm e 170 mm. Misurano e rilevano utensili con un diametro minimo fino a 0,03 mm su qualsiasi punto del fascio e con ripetibilità fino a $\pm 0,1 \mu\text{m}$ (2 σ).

I sistemi NC4 sono disponibili in versione fissa e modulare, tutti dotati dell'esclusivo dispositivo di protezione MicroHole™, già utilizzato negli altri prodotti Renishaw senza contatto. La protezione ambientale è sempre attiva, anche durante le routine di misura, e l'assenza di parti mobili complicate riduce significativamente i rischi di rottura.

Inoltre l'innovativo dispositivo automatico di sicurezza PassiveSeal™, mantiene la protezione al livello IPX8 anche in caso d'interruzione dell'erogazione d'aria compressa. NC4 non ha bisogno di mettere a fuoco in un punto perciò l'installazione risulta semplice e rapida.

L'ottica è di alta precisione come standard, e questo conferisce a questa nuova serie compatta un elevato rendimento in una forma adatta alle macchine piccole o alle situazioni in cui lo spazio è costoso. Su richiesta, sono disponibili soluzioni personalizzate con "getto d'aria" per effettuare una pulizia dell'utensile prima dell'ispezione: prestazioni straordinarie con interventi manuali ridotti.



Il nuovo sistema di ispezione per centri di fresatura-tornitura

La nuova sonda OMP60 di Renishaw è la capostipite in una serie di prodotti con trasmissione ottica progettati per essere compatibili sia con i ricevitori ottici Renishaw attuali sia con i ricevitori ottici della prossima generazione. Con OMP60, si allarga la gamma di centri di lavorazione e di fresatura-tornitura che possono beneficiare della tastatura, con riduzioni anche del 90% dei tempi di impostazione, abbattimento degli scarti e dei costi per le attrezzature e miglioramento del processo di controllo.

Il tastatore OMP60 è inoltre compatibile con i ricevitori OMM/MI12 e OMI, perciò molti dei vantaggi offerti da questa nuova tecnologia sono immediatamente applicabili a chi già usa MP7, MP8, MP9 e MP10.

Dentro OMP60 si trova l'elettronica già sperimentata nel diffuso tastatore OMP40, a vantaggio delle dimensioni compatte (diametro 63 mm e lunghezza 76 mm) che lo rendono adatto a una vasta gamma di macchine utensili. Inoltre, il tastatore OMP60 può essere utilizzato in combinazione con il nuovo ricevitore ottico con interfaccia integrata OMI-2. Questo sistema impiega la più avanzata tecnica di trasmissione ottica modulata, con il più alto livello di resistenza alle interferenze luminose.

OMP60 dispone di un sistema di trasmissione ottica a infrarossi a 360° con portata fino a 6 metri, che consente il funzionamento della sonda con qualsiasi orientamento del mandrino. Il risultato è una grande facilità di installazione sulle macchine utensili, condizione ideale per l'aggiornamento di macchine che non prevedevano in origine l'uso della tastatura.

Le opzioni multiple di accensione e spegnimento programmabili dall'utente rendono l'adattamento dell'OMP60 semplice e rapido. La sonda è programmabile tramite trigger-logic, un metodo Renishaw semplice ed esclusivo che consente agli utenti di programmare le opzioni della sonda senza accedere alle sue parti interne. In questo modo si elimina il rischio di danni dovuti all'ingresso di refrigerante e di sporcizia.

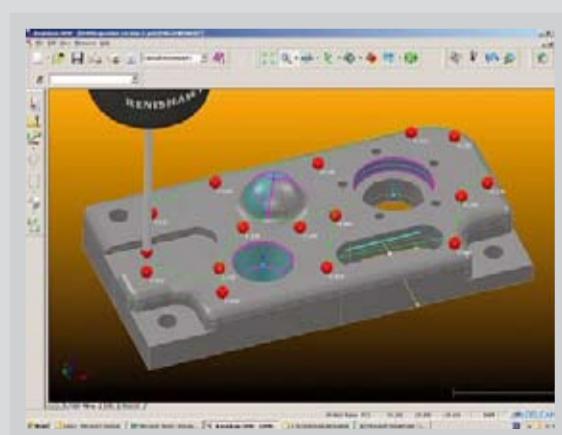


Ispezioni 3D su macchina utensile simili a quelle su CMM, grazie a un nuovo software.

Il software OMV Renishaw, sviluppato in modo specifico per le macchine utensili, consente di effettuare un'ispezione 3D simile a quella effettuata sulle macchine di misura a coordinate (CMM) partendo dai modello CAD. È particolarmente adatto per costruttori di pezzi complessi e di grandi dimensioni, (ad esempio stampi) e combina elementi geometrici e a forma libera. Con un semplice clic, l'operatore può creare il percorso di ispezione, vederlo mentre è generato e modificarlo se serve.

OMV permette di anticipare la rilevazione degli errori e, di conseguenza, di correggerli prima che il pezzo venga rimosso dalla macchina utensile. La possibilità di verificare il rispetto delle specifiche a diversi livelli del processo di lavorazione consente di risparmiare tempo, riduce gli scarti e consolida l'intero processo.

Usato in abbinamento con i tastatori da mandrino RENGAGE™ Renishaw, il sistema OMV offre un metodo di verifica del pezzo con un'accuratezza senza pari. Le sonde ad alta accuratezza RENGAGE™, tutte prive di effetto 'lobing', come la MP700 e la nuova sonda compatta a contatto OMP400, sono il complemento ideale per le routine d'ispezione 3D rese possibili dal sistema OMV di Renishaw.



I dati della superficie, rilevati e trasmessi ad un PC, sono elaborati da potenti algoritmi di misura simili a quelli adottati per le CMM.

Finalmente è possibile misurare con estrema accuratezza elementi come cerchi, cilindri, coni, sfere e piani. I potenti algoritmi di adattamento confrontano i dati misurati con il modello CAD, riducendo deviazioni ed errori grazie alla rimozione dei vincoli di allineamento e riferimento.

Il sistema OMV di Renishaw mostra una rappresentazione grafica delle deviazioni e degli errori rilevati sul modello CAD, mostrando se il punto misurato è in tolleranza, con una vera a propria "mappa a colori" dell'accuratezza del pezzo.

Una serie di rapporti dettagliati sulle tolleranze fornisce la documentazione formale della geometria del componente, che può essere combinata con le visualizzazioni del modello CAD.

I file originali CAD utilizzabili con OMV di Renishaw includono i formati DXF e DWG di Auto CAD, Catia, SDRC, Unigraphics e Pro/Engineer, oltre ai formati standard IGES, Parasolid, STEP e STL. Il programma può essere utilizzato su di un'ampia gamma di macchine utensili, ad esempio quelle con controllo Fanuc, Mazak ISO, Pro3, Yasnac, Hitachi Seikos, Mitsubishi, Siemens e Heidenhain.

Un retrofit Renishaw accresce in modo significativo la produttività e le prestazioni di una macchina di misura di grandi dimensioni alla John Deere

Un aumento della produzione di veicoli per usi edili e forestali presso lo stabilimento John Deere di Davenport, Iowa, USA, ha messo l'azienda di fronte alla necessità di aumentare la capacità di verifica dei componenti. Per riuscire in questa sfida, che includeva l'introduzione della misura di pezzi molto grandi, si è deciso di aggiornare in collaborazione con Renishaw le macchine di misura esistenti presso lo stabilimento. Con la possibilità di lavorare in maniera non presidiata, la produttività ha registrato un aumento sorprendente.



L'azienda si era trovata di fronte a una scelta: un'opzione era ordinare una nuova macchina di misura con specifiche adatte al nuovo tipo di lavoro, l'altra era tentare di migliorare produttività e prestazioni di una macchina di grandi dimensioni già presente nello stabilimento: una macchina a ponte Leitz PMM 60 38 25. La macchina, affettuosamente soprannominata "Christine", ha 3 assi con queste lunghezze: X=6000 mm, Y=3800 mm, Z=2500 mm. Con l'installazione di un prodotto completamente nuovo sarebbero stati necessari una spesa consistente e dieci mesi di tempo prima di ottenere una produttività del 100%. Renishaw, invece, ha offerto

una soluzione di retrofit completa basata sul controllo UCC, che ha regalato a "Christine" una seconda giovinezza, aggiornandola con le più recenti tecnologie, e con spesa e tempi molto ridotti rispetto all'opzione alternativa.

La soluzione retrofit studiata da Renishaw per "Christine" include il nuovo potente controllo universale per CMM, UCC2, e l'azionamento SPA2 multiasse, per controllare il sistema a doppio asse Y (4 assi controllati).

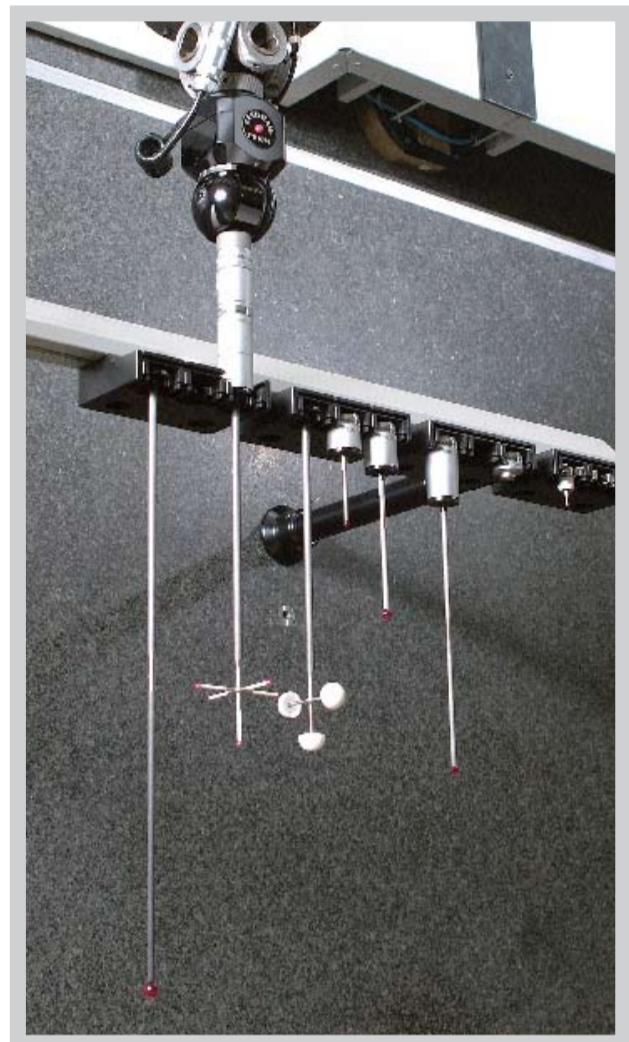
Gli assi sono stati rinfrescati facendo uso di riga ottica e lettori digitali Renishaw, mentre una testa motorizzata indexabile PH10M e un tastatore per misura in continuo SP25M garantiscono accessibilità ai componenti da misurare e la flessibilità richiesta per misurare elementi di vario tipo con orientamenti diversi. Il modulo di scansione SM25-4, capace di supportare stili fino a 400 mm, si è dimostrato particolarmente versatile e permette la misura degli elementi posti a maggiore profondità.

Un importante vantaggio fornito dal nuovo pacchetto di ispezione consiste nel risparmio di spazio: con sole 6 configurazioni di stili/moduli SP25M, in combinazione con il cambio utensili FCR25, semplice e compatto, è stato possibile sostituire le circa 30 ingombranti configurazioni a stilo fisso utilizzate in precedenza.



Questo ha permesso di misurare anche i pezzi di grandi dimensioni che prima non potevano neanche essere inseriti in macchina.

Ora "Christine" è in grado di funzionare in modo efficiente per lunghi periodi e le interruzioni dovute agli interventi di manutenzione si sono ridotte drasticamente, a tutto vantaggio della produzione.



La nuova serie di controlli evoluti per CMM supporta la rivoluzione metrologica.

Renishaw è in prima linea nella rivoluzione che sta attraversando il mondo della metrologia, con l'introduzione di una nuova serie di controlli per macchine di misura che garantiscono una flessibilità senza precedenti. Questi nuovi controlli sono tra i primi compatibili con un nuovo standard industriale, il protocollo I++DME, che nel prossimo futuro consentirà agli utenti di macchine di misura di utilizzare il software di misura di loro scelta con qualsiasi controllo.

La nuova famiglia di controlli universali (UCC) e di azionamenti (SPA) fornisce soluzioni vantaggiose per qualunque esigenza di misura, dalla misura per punti su macchine manuali fino alle funzioni di scansione avanzate su assi multipli con macchine automatiche. Il risultato è un pacchetto configurabile che garantisce flessibilità di tastatura senza rivali e incremento della produttività senza compromettere l'eccellenza metrologica.



Per chi necessita di funzioni di tastatura più sofisticate, **UCC2** è un controllo per macchine di misura multiassiale universale, che ottimizza le operazioni di misura grazie all'uso di potenti tecniche di compensazione dinamica, insieme a routine di scansione innovative e ad una capacità di elaborazione dati superiore rispetto ai controlli attuali.

Il controllo UCC2 garantisce inoltre la possibilità di aggiornamento alle più recenti tecnologie Renishaw. Le funzioni standard del controllo UCC2 includono l'interfaccia per la sonda di scansione leader del mercato SP25M di Renishaw, controllo di 4 assi, routine di calibrazione avanzate e mappatura dell'errore per la compensazione degli errori geometrici, dinamici e termici della macchina. Gli utenti che scelgono il plug-in di scansione opzionale potranno beneficiare di **Renscan DC™**, uno strumento orientato all'aumento della produttività: consente a una macchina di eseguire scansioni ad alta velocità mantenendo accuratezze altrimenti raggiungibili solo con scansioni lente.

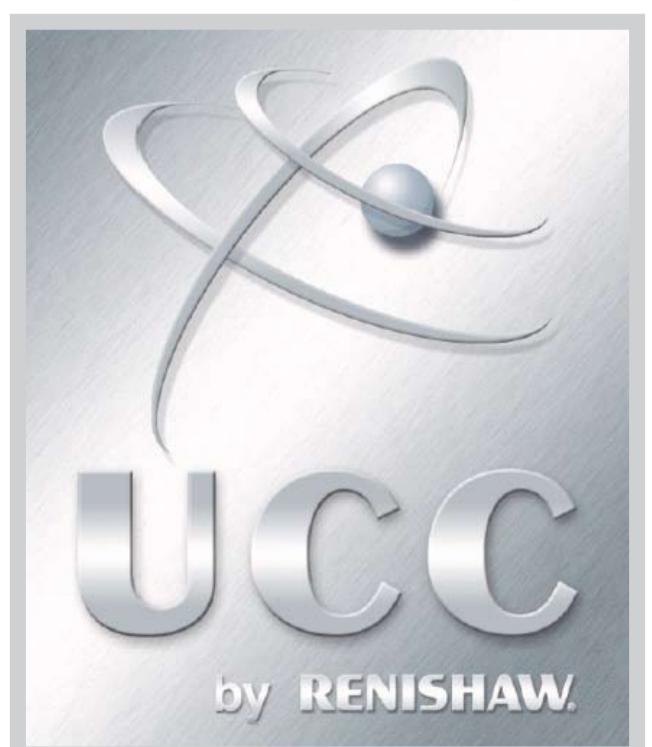
Il nuovo azionamento motori **SPA2**, con regolazione completamente digitale, è offerto in configurazione da "3+1 assi" o "6+1 assi". Utilizzato in combinazione con il controllo UCC2, forma un'eccellente soluzione di retrofit di vecchie macchine per l'aggiornamento dalla misura per punti alle nuove funzioni di misura in scansione.

Per le applicazioni che richiedono solo funzioni di misura punto a punto, Renishaw ha sviluppato **UCClite™**, un controllo dalle specifiche meno spinte, configurabile per l'utilizzo con macchine manuali o automatiche, e **SPAlite™**, un azionamento leggero, adatto per piccole macchine automatiche.



Un ulteriore vantaggio deriva dalla compatibilità dei prodotti della serie UCC con il rivoluzionario protocollo **I++DME**, che garantisce la piattaforma di compatibilità con i principali software di misura.

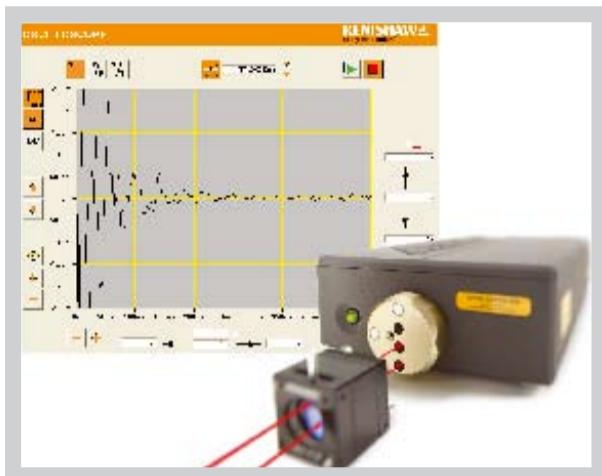
La famiglia di prodotti UCC di Renishaw include il software **UCCserver™** per la gestione delle comunicazioni mediante il protocollo I++DME.



NUOVO

Semplificata l'analisi del movimento di precisione

Sistema di analisi QuickView™ e laser ML10



Con il nuovo ed esclusivo pacchetto software QuickView™, Renishaw aumenta ulteriormente la potenza e la flessibilità dello strumento analitico laser ML10.

Per anni, gli specialisti di elettronica si sono affidati agli oscilloscopi per analizzare le variazioni di tensione e di corrente. Ma ora, il nuovo software QuickView™ offre prestazioni simili che gli specialisti d'ingegneria meccanica potranno utilizzare per analizzare anche le più piccole variazioni di spostamento lineare o angolare, di velocità o di accelerazione. Con una semplice interfaccia grafica, QuickView™ offre un funzionamento estremamente flessibile e che non richiede la determinazione anticipata dei bersagli e delle sequenze di misura: basta puntare e misurare, l'ideale per ispezioni ad hoc.

Adatto agli sviluppatori ed ai costruttori di macchine, è di grande interesse sia per le organizzazioni tecniche e di ricerca sia per gli istituti didattici.

La caratteristica principale del software è l'abilità di visualizzare un flusso ininterrotto di dati dal laser ML10 a 5 kHz, con una interfaccia grafica che riproduce un oscilloscopio sul monitor e consente l'analisi in tempo reale delle caratteristiche di posizione e di movimento.

Le applicazioni tipiche comprendono: analisi delle vibrazioni, regolazioni dei servo, studio dei transitori, frequenze proprie, coefficienti di smorzamento meccanico, ecc.

Le esclusive caratteristiche del sistema di misura interferometrico ML10 permettono di garantire una risoluzione per le letture della posizione lineare di soli 1,24 nm, un campo d'azione fino a 40 m ed un valore d'accuratezza superiore a 1 ppm. La combinazione di risoluzione, accuratezza e campo d'azione rende il laser interferometrico lo strumento ideale per la caratterizzazione dei sistemi di movimento grandi e piccoli.

La calibrazione laser Renishaw riduce i costi e migliora di quattro volte l'accuratezza delle macchine di taglio ad acqua



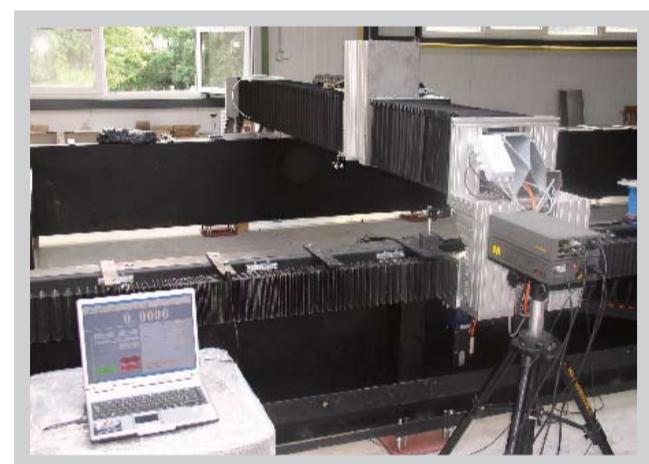
Un boom di vendite per la società PTV spol s.r.o., con sede a Praga, Repubblica Ceca, produttrice di macchine per il taglio ad acqua CNC. Le macchine per taglio di precisione a getto d'acqua sono utilizzate per moltissime applicazioni, soprattutto quelle in cui non si può ricorrere alle lavorazioni tradizionali, ad esempio nel caso di materiali sensibili al calore o difficili da tagliare con un utensile, oppure per taglio di pietra, ceramica, gomma, plastica, metalli duri, generi alimentari e carta. La macchina base PTV ha corse sugli assi X e Y variabili in base alle esigenze dei clienti, per fornire a ciascuno un prodotto personalizzato.

La macchina PTV è stata progettata nel 2002. In origine includeva un encoder lineare magnetico, con la difficoltà di mantenere la distanza precisa richiesta fra encoder e lettore, soprattutto nel caso di distanze superiori ai sei metri. Inoltre, la struttura leggera degli assi X e Y causava problemi di carattere dinamico che impedivano di ottenere l'accuratezza richiesta, perciò PTV ha pensato di usare un interferometro laser per identificare l'origine degli effetti indesiderati. A seguito di una dimostrazione del sistema Renishaw ML10 è apparso evidente che lo stesso strumento poteva essere utilizzato per la correzione dinamica e per la calibrazione della macchina.

Da allora, PTV ha eliminato gli encoder lineari dalle proprie macchine, sostituendoli con gli encoder rotativi integrati nei motori. Inizialmente questo tipo di dispositivi era stato scartato perché si riteneva che non fosse in grado di fornire una retroazione adeguata, ipotizzando effetti della torsione della vite a sfera variabili con la distanza. Ora la posizione della macchina è verificata ogni 20mm di corsa confrontando la misura degli encoder con quella del laser ML10.

Il software ML10 genera un valore di compensazione ripetibile per ciascuna posizione. L'incertezza di posizionamento, che nelle condizioni originali arrivava fino a 0,2 mm per metro, è scesa a meno di 0,05 mm per metro, valore dimostrato da un certificato emesso dal software ML10.

PTV utilizza anche un sistema ballbar QC10 Renishaw: una prova con questo dispositivo richiede solo dieci minuti di tempo e verifica un gran numero di parametri che devono essere tenuti sotto controllo. Il trasduttore ad alta sensibilità del QC10 è in grado di rilevare le variazioni da un tracciato nominale di prova circolare e di memorizzarle nel PC. Il software di analisi interpreta poi i dati e fornisce valori di errore quantitativi per ben 21 importanti caratteristiche della macchina.



Scania – dove la manutenzione delle macchine utensili è un investimento e non un costo!



Dynamate AB, società di manutenzione di impianti industriali che lavora per Scania, costruttore leader di veicoli commerciali, ha implementato una delle più complete e meglio strutturate strategie di manutenzione del settore. Il cuore del programma è il ballbar QC10 Renishaw, utilizzato per il mantenere sotto controllo il rendimento di oltre 500 centri di lavoro CNC di grandi dimensioni.

I drastici cambiamenti introdotti da Dynamate nello stabilimento Scania di Södertälje, nei dintorni di Stoccolma, si sono dimostrati veramente efficaci sia per quanto riguarda

l'accuratezza delle macchine sia per il sensibile aumento della capacità di produrre pezzi di elevatissima precisione. Un elemento fondamentale è il riconoscimento dell'importanza della verifica periodica delle prestazioni delle macchine per mezzo di una metodologia di controllo standardizzata.

“Il 90% delle nuove macchine non supera i nostri test”

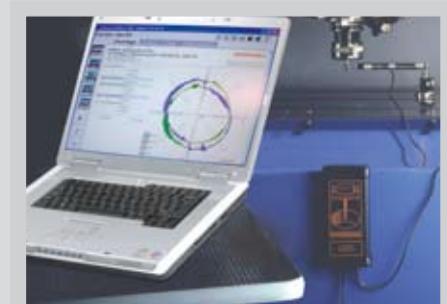
Karl Orton, Direttore Assistenza Produzione di Dynamate, non usa mezzi termini quando parla di macchine nuove: “Siamo una spina nel fianco per i costruttori di macchine utensili”. Su 34 macchine acquistate di recente, solo 3 hanno superato gli standard ISO secondo i controlli effettuati con il nostro programma di test!

Test a intervalli di 20 minuti

Almeno una volta l'anno, ma anche più spesso, ognuna delle 500 macchine CNC dello stabilimento di Södertälje è sottoposta a un controllo con il sistema ballbar QC10. I risultati del controllo ci indicano le correzioni da apportare immediatamente al termine del test, come ad esempio la regolazione di alcuni

parametri elettronici, oppure ci segnalano la necessità di programmare interventi più drastici come la sostituzione di un componente.

I risultati di ogni controllo effettuato con il sistema ballbar sono registrati in un diagramma storico; in tal modo è possibile seguire l'evoluzione delle prestazioni della macchina nel tempo. Questa procedura permette di prevedere la data in cui sarà necessario un intervento di manutenzione, piuttosto che intervenire solo quando il rendimento della macchina è deteriorato al punto da produrre solo scarti.



I miglioramenti sono immediati

Kjell Norstedt, Tecnico di Manutenzione, illustra una situazione tipica:

“Fino a poco tempo fa, ogni poche ore dovevamo intervenire manualmente e regolare il programma di una delle macchine che produce componenti della trasmissione per mantenere le quote entro tolleranza. Ho eseguito in pochi minuti un controllo con il ballbar e ho rilevato un errore di circolarità di 934 µm! Utilizzando le quote rilevate dal software analitico di ballbar, ho potuto immediatamente regolare la compensazione del gioco e ridurre l'errore di circolarità a meno di 400 µm. Quando sostituirò i motori, l'errore sarà eliminato quasi del tutto e le quote inserite nel programma non dovranno più essere ritoccate.”

E aggiunge: “La verifica della qualità era sempre effettuata sui pezzi dopo la produzione e raramente sulla macchina prima. Finalmente qualcuno ha capito che cosa dicevamo— è da vent'anni che aspetto che qualcuno ascolti.”

SIGNUM™ RESM - alta temperatura d'esercizio, errore ciclico ridottissimo, zero ottico *IN-TRAC™* e velocità ancora più alta...

La serie di encoder **SIGNUM™** ridefinisce gli standard di rendimento offrendo misura ad alta velocità e senza contatto in combinazione con caratteristiche avanzate quali l'elaborazione dinamica del segnale e la tacca di zero integrata a fasatura automatica *IN-TRAC™*.

L'encoder ottico angolare RESM è composto dall'anello RESM, dal lettore SR e dall'interfaccia Si. L'encoder RESM è un anello realizzato in un unico pezzo di acciaio inossidabile, con una traccia di passo 20 µm incisa sulla superficie esterna. Importante nuova caratteristica di questo dispositivo è la tacca di zero ottica *IN-TRAC™*, ripetibile in maniera bidirezionale a velocità fino a 4.500 giri/min (Ø52 mm) e ad una temperatura massima di 85°C.

Gli assi rotativi delle macchine utensili hanno bisogno di encoder affidabili e precisi per ottenere una buona retroazione. La caratteristica di risposta dinamica di un RESM offre una ripetibilità che non può essere raggiunta dagli encoder incapsulati. Con accuratezze fino a $\pm 0,5$ secondi d'arco, risoluzione e ripetibilità fino a 0,02 secondi d'arco, l'encoder RESM è adatto alle applicazioni più impegnative per precisione. Inoltre, come tutti i prodotti della gamma **SIGNUM™**, garantisce un'eccezionale purezza del segnale e il più basso errore di interpolazione del passo di tutti gli encoder della sua categoria.

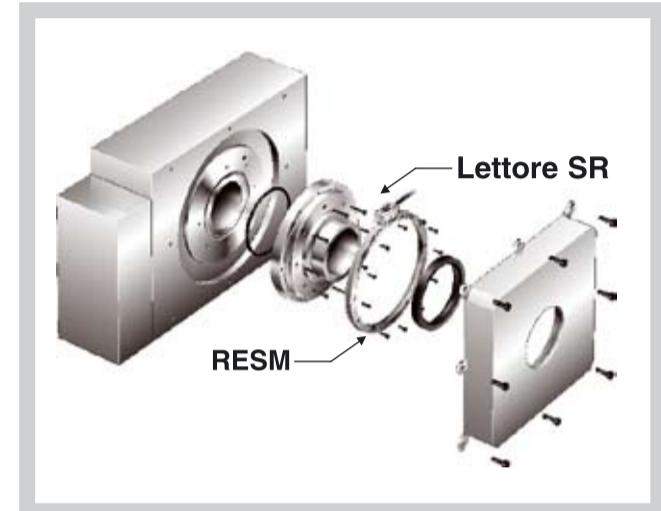
Elevata accuratezza, dimensioni ridotte e semplicissima installazione. L'anello RESM ha sezione sottile ed è disponibile in diversi diametri (da Ø52 mm a Ø417 mm) con numero di linee variabile, sempre con un ampio diametro interno che favorisce la versatilità dell'integrazione. Il progettista ha via libera nel far passare cavi e altri servizi in asse all'encoder, mentre il supporto conico (brevettato Renishaw) semplifica l'installazione, permettendo la regolazione micrometrica dell'eccentricità e riducendo al minimo gli errori. Niente più perdite di efficienza nei giunti, oscillazioni, torsioni dell'albero, isteresi: tutti questi problemi a cui sono soggetti gli encoder incapsulati sono eliminati dal montaggio conico e dal funzionamento senza contatto.

Il lettore SR è sigillato in conformità allo standard IP64 e può essere rapidamente ripristinato in caso di spruzzi o di brevi immersioni accidentali nel liquido refrigerante. Come tutti gli encoder prodotti da Renishaw, sfrutta le esclusive ottiche di filtraggio, in grado di eseguire letture anche in presenza di sporco, olio, polvere e grasso. L'encoder RESM sfrutta l'elaborazione intelligente di segnale **SIGNUM™** che garantisce la massima affidabilità e un errore ciclico bassissimo ($<\pm 40$ nm), mentre il software **SIGNUM™** facilita l'allineamento e la diagnostica del sistema in tempo reale utilizzando la porta USB di un PC.

Il sistema più semplice per aumentare il valore di una tavola rotante

Un encoder diretto su una tavola rotante consente di migliorarne significativamente le prestazioni ma, fino a ieri, richiedeva costose modifiche personalizzate del prodotto.

L'ingombro assiale di **SIGNUM™** è di soli 16,5 mm; il che permette di fissarlo direttamente sulla parte posteriore del rotore della tavola. L'encoder diretto diventa quindi una semplice opzione modulare, ottenibile senza neanche rinunciare al foro passante della tavola.



Nuova serie di encoder lineari **SIGNUM™ RELM** ad alta accuratezza

NUOVO

La nuova riga ottica **SIGNUM™ RELM** ad alta accuratezza ridefinisce le prestazioni degli encoder, con alta velocità e funzionamento senza contatto abbinati a elaborazione dinamica del segnale e tacca di zero integrata a fasatura automatica *IN-TRAC™*.

Il sistema comprende il lettore SR, l'interfaccia Si e l'encoder RELM con riga in Invar stabilizzato con passo da 20 µm. La riga RELM è costruita in Invar, una lega nichel/ferro con basso coefficiente di espansione. Disponibile in diverse lunghezze standard, può essere realizzata anche in lunghezze personalizzate.

La resistenza meccanica dell'Invar consente di realizzare una riga più sottile delle corrispondenti in vetro, e rende la manipolazione e l'installazione meno sensibili ai danni. Con un grado di accuratezza di ± 1 µm, un basso coefficiente di espansione ($<1,4$ µm/m/°C) e una risoluzione di 20 nm, RELM offre prestazioni finora ottenibili solo da encoder a passo più fine, molto più costosi e delicati.

La riga RELM comprende la tacca di zero integrata a fasatura automatica *IN-TRAC™*, disposta al centro della corsa o a 20 mm dall'estremità. La tacca di zero *IN-TRAC™* offre un riferimento ripetibile nelle due direzioni su tutta la gamma di velocità e temperature specificate, senza aumentare l'ingombro generale del sistema. Sono disponibili inoltre doppi fine corsa ottici, che l'utilizzatore può disporre dove vuole per ottenere un segnale di fine corsa integrato.

A disposizione del progettista due opzioni di montaggio: con staffe avvitate o con adesivo.



Encoder laser HS10 e RLE – sistemi interferometrici omodini per retroazione di precisione



Le prestazioni dei laser HS10 sono state messe alla prova in ambienti di lavorazione estremi. Questo sistema può fornire risoluzioni selezionabili dall'utente fino a 79 nm e, se utilizzato in combinazione con un sistema di compensazione RCU10, fornisce un'accuratezza di 1 $\mu\text{m}/\text{m}$ su assi lunghi fino a 60 m. Nel caso di assi più corti (fino a 4 m) il sistema RLE garantisce risoluzioni fino a 10 nm e, se utilizzato in combinazione con un sistema di compensazione RCU10, può a sua volta fornire un'accuratezza pari a 1 $\mu\text{m}/\text{m}$.

Il sistema RLE è disponibile in tre diverse configurazioni con interferometro integrale che consentono di effettuare misure planari (X-Y), lineari e differenziali.

Un importante vantaggio fornito dal sistema RLE è rappresentato dal meccanismo di lancio a fibre ottiche in grado di inviare il fascio direttamente sul punto dell'asse da misurare, senza richiedere divisioni o rinvii.

In questo modo, l'integrazione di RLE avviene in modo non invasivo per la struttura della macchina e l'installazione risulta semplice quanto quella di un tradizionale encoder lineare.

Il sistema Renishaw RCU10 per la compensazione del conteggio migliora in modo significativo l'accuratezza e la ripetibilità dei processi, eliminando in tempo reale gli errori ambientali associati alla retroazione, al pezzo da lavorare e alla struttura della macchina. Per far ciò, il sistema di compensazione RCU10 è inserito direttamente nel ciclo di feedback di posizione. Leggendo l'encoder e i sensori ambientali, la posizione viene modificata in modo da eliminare gli errori prima che i segnali siano inviati al controllo di movimento.

Il sistema può essere utilizzato con qualsiasi encoder lineare che abbia uscita AquadB digitale differenziale e può implementare i seguenti algoritmi:

- Compensazione dell'indice di rifrazione (per encoder basati su interferometria laser)
- Compensazione della riga (per encoder con riga di vetro o a nastro)
- Compensazione del pezzo
- Compensazione della struttura della macchina

Le tecnologie più innovative per i telefoni cellulari si basano sugli encoder Renishaw

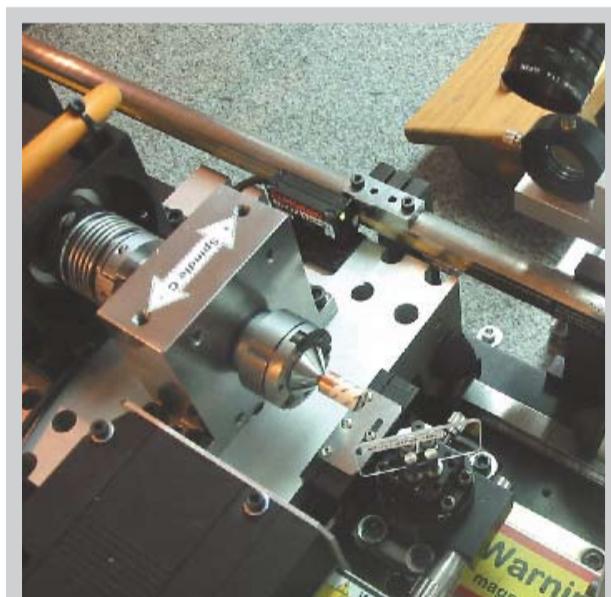


Sarantel, una società britannica, ha sviluppato una rivoluzionaria antenna per telefoni cellulari sfruttando la tecnologia brevettata PowerHelix™. A differenza delle antenne tradizionali, la vicinanza all'antenna di conduttori oppure della mano o della testa dell'utente non ne compromette le prestazioni. L'esclusivo processo produttivo fa uso di una macchina, creata appositamente dalla società finlandese Citam Assembly Automatics Oy, sulla quale sono installati encoder lineari Renishaw, che garantiscono un'elevata accuratezza.

Durante l'uso, l'antenna produce un'energia 'Near Field' molto bassa, pertanto le radiazioni critiche si estendono solo per pochi millimetri.

Oliver Leisten, direttore tecnico di Sarantel, afferma: "Questo tipo di antenna apre nuovi orizzonti per l'applicazione di tecnologie di imaging tridimensionale alla produzione". Gli encoder Renishaw costituiscono un elemento vitale del processo." Il segreto delle grandi prestazioni offerte da questa antenna risiede nell'estrema accuratezza dello schema PowerHelix™ che, a sua volta, si basa sull'accuratezza di posizionamento del marcatore laser Citam, prima di incidere le aree non marcate.

L'amministratore delegato di Citam, Mika Harju, dice: "L'accuratezza dello schema deve essere contenuta entro 5 μm con una combinazione di movimenti lineari e rotativi. La riga e il lettore ottico Renishaw sull'asse lineare sono perfetti per fornire il feedback necessario per l'applicazione. La riga viene effettivamente tagliata secondo le esigenze: la acquistiamo e quindi la utilizziamo solo per la lunghezza necessaria. Questo per noi non è un dettaglio, dato che le nostre macchine hanno una lunghezza variabile. Abbiamo adottato anche gli attuatori di zero e i finecorsa di Renishaw, essenziali per il controllo del motore lineare che sposta l'asse".



Elevata accuratezza di posizionamento

La riga a nastro graduato di Renishaw è stata applicata a una barra Invar, scelta per le sue proprietà di ridotta espansione termica. Il lettore ottico RGH22 si sposta con il supporto del mandrino. La riga e la barra Invar sono state montate molto vicine all'area di lavoro per migliorare le prestazioni metrologiche della macchina. In questo modo, l'encoder raggiunge un'accuratezza migliore di 1 μm su tutta la lunghezza dell'asse (400 mm). Mr Harju aggiunge: "La scelta è ricaduta sulla riga autoadesiva Renishaw anche per la rapidità e la semplicità di installazione. È sufficiente tagliarne un tratto della lunghezza necessaria e fissarlo alla parte in movimento utilizzando l'apposito applicatore."

Controllo e retroazione durante la marcatura laser

Il controllo della macchina è implementato su di un PC industriale che memorizza e visualizza gli schemi elicoidali ottenuti da un disegno generato con CAD. Prima che il processo di marcatura laser abbia inizio, la macchina utilizza sensori ottici per misurare il diametro e la lunghezza effettivi del "puck" dielettrico, per consentire al PC di modificare il file CAD e ottenere un movimento lineare e rotativo adatto allo schema selezionato.

Antenne rivoluzionarie per dispositivi portatili

Le antenne PowerHelix™ di Sarantel sono il risultato di oltre vent'anni di ricerca e sviluppo e sono protette da più di 100 brevetti in tutto il mondo. Queste antenne bilanciate vantano dimensioni estremamente ridotte, una portata eccezionale ed emissioni "Near Field" molto basse. Se utilizzate, ad esempio, con ricevitori GPS (Global Positioning System) consentono di acquisire un maggiore numero di satelliti, non richiedono circuiti voluminosi e forniscono prestazioni prevedibili a prescindere dalla vicinanza di altre antenne o di esseri umani.

Il servizio specializzato Citam

Per sviluppare questo processo, Sarantel si è rivolta a Citam, società nota per la sua esperienza nella produzione di macchine speciali, fra cui sistemi di servocontrollo per aziende di produzione di livello globale, sistemi di ispezione visiva, motori lineari e rotativi ad alte prestazioni e laser.

Citam dispone di una vasta rete di partner altamente specializzati a cui si rivolge per lavorazioni conto terzi, tecnologie speciali e competenze mirate in una vasta gamma di applicazioni. Renishaw ha operato a stretto contatto con Citam per integrare i suoi encoder nelle loro macchine. L'unione di queste tecnologie consente oggi di soddisfare qualsiasi richiesta, senza limiti di dimensioni o complessità.

Contattateci

Renishaw S.p.A. Via dei Prati 5, 10044 Pianezza, Torino
T +39 011 966 10 52 F +39 011 966 40 83 E italy@renishaw.com
www.renishaw.it

Per tutti gli altri paesi: www.renishaw.com/contact