

AUTOMAZIONE

CNC in evoluzione

di Massimo Giussani

Maggiore memoria e potenza calcolo, display più ampi e interfacce più evolute, sono alcune delle caratteristiche dei CNC di ultima generazione

Nel settore 'mondano' dell'elettronica e dell'informatica le conseguenze del progresso tecnologico sono scontate: maggiore potenza di calcolo, migliori prestazioni, memorie più capaci, display più ampi e interfacce più amichevoli.

In campo industriale, i sistemi di elaborazione e i CNC non fanno eccezione: buona parte delle tendenze mostrate dai controlli numerici di ultima generazione sono infatti un riflesso di questo tipo di evoluzione.

Naturalmente, anche la meccanica e l'elettrotecnica di potenza hanno la loro parte di merito con motori sempre più potenti, mandrini più veloci e strutture sufficientemente rigide da consentire movimenti di alta precisione. Tuttavia ciò che maggiormente colpisce l'occhio nelle macchine di nuova generazione è l'evoluzione delle interfacce e l'integrazione di funzioni sempre più complesse,

riflesso della crescente potenza di elaborazione. Le macchine a controllo numerico mostrano una tendenza verso i sistemi basati su PC, almeno per quanto riguarda l'interfacciamento tra uomo e macchina e tra macchina

Sistemi sempre più potenti, interfacce grafiche intuitive integrate con software CAD e CAM, programmazione di funzioni avanzate, interfacciamento verso il campo e la rete Intranet: sono solo alcune delle caratteristiche dei CNC di ultima generazione



Foto: Heidenhain

Foto: Bosch Rexroth AG

e macchina. Parte del CNC è oramai un vero e proprio PC industriale, spesso dotato di un sistema operativo di casa Microsoft, che si occupa, oltre che dell'aspetto HMI (Human Machine Interface) anche della gestione delle comunicazioni con il resto dell'impianto, sia a livello di coordinazione del lavoro, sia a livello di supervisione e telediagnostica. E se da un lato vi sono accenni all'impiego di architetture aperte, dall'altro i grossi costruttori offrono un servizio completo di tutto chiavi in mano, per ridurre i tempi di installazione e aggiornamento dei sistemi di produzione.

ALTA VELOCITÀ NELL'ELABORAZIONE

L'evoluzione delle macchine verso lavorazioni ad alta velocità e ad alta precisione (HSM, High Speed Machining) è necessariamente legata alla potenza dei sistemi di elaborazione. Per garantire velocità e precisione negli spostamenti degli assi è necessario prevedere le traiettorie future e anticipare le operazioni volte alla compensazione di oscillazioni e vibrazioni spurie. Tutto ciò ha effetti positivi non solo in termini di velocità e precisione, ma anche dal punto di vista della produzione, in quanto elimina la necessità di ricorrere ad ulteriori lavorazioni per rimediare a una precisione limitata in prima istanza. Le macchine di ultima generazione fanno sfoggio di elettronica allo stato dell'arte: architetture a 64 bit, processori Risc, circuiti integrati realizzati su misura, sistemi multiprocessore.

I controllori Mitsubishi della serie 700, ad esempio, utilizzano circuiti Asic ad elevato livello di integrazione, microprocessori Risc di ultima generazione e memorie veloci. Anche la comunicazione con i servomotori avviene su una rete ad alta velocità MachNet così da garantire prestazioni adatte alle lavorazioni di alta precisione su pezzi di piccolissime

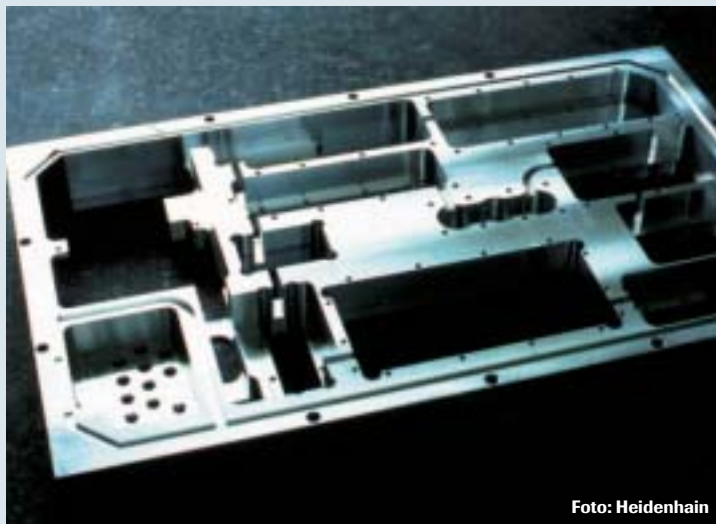


Foto: Heidenhain

dimensioni. Per i suoi CNC della serie i, GE Fanuc ha sviluppato internamente processori PMC che permettono di ottenere dei tempi di esecuzione dei comandi di base intorno ai 30 nanosecondi per passo, un tempo che scende a 25 nanosecondi per le macchine della serie 30i. Questi sistemi, in particolare, arrivano a elaborare in anticipo fino a cento blocchi programma e nel modello A permettono di controllare fino a 40 assi, dei quali 24 contemporaneamente. Anche Heidenhain punta sulla potenza di calcolo per aumentare l'efficienza delle lavorazioni complesse: sul suo iTNC 530 il tempo di elaborazione di un blocco per una retta nello spazio tridimensionale senza correzione di utensile è di 0,5

millisecondi. Ne consegue una velocità di avanzamento in fresatura di 24 m/s per profili composti da approssimazioni lineari di 0,2 mm. Il controllo intelligente, inoltre, si occupa di gestire le fasi di entrata dell'utensile del pezzo, lasciando che l'operatore specifichi solo la velocità massima di avanzamento, riducendo così i tempi di lavorazione.

Fidia utilizza processori Pentium4 nei suoi controlli numerici di classe C; lo stesso vale per Siemens, i cui CNC Sinumeric 840D e 840 Di sono di fatto dei veri e propri PC industriali dotati di interfaccia MCI (Multi Point Interface) e Profibus-DP. Anche il controllo S4060D di Selca utilizza un Pentium 4 per la gestione dell'interfaccia uomo macchina, mentre si appoggia a una CPU Motorola per il controllo in tempo reale. Le prestazioni sono di tutto rispetto: controllo di 20 assi, di cui 8 interpolati, tempi di campionamento compresi tra 1 e 5 ms e velocità di esecuzione di oltre 3.000 blocchi/s.

I CNC Meldas serie 60 di Mitsubishi, che sfruttano processori a 64 bit di ultima generazione, pongono l'accento sulla sincronizzazione dei sottosistemi semplificando la configurazione della macchina per l'esecuzione di lavorazioni multiple sullo stesso pezzo. È così possibile da un lato ridurre considerevolmente i tempi di lavorazione, e dall'altro sfruttare la simmetria per compensare le deformazioni del materiale ed

Le macchine di ultima generazione fanno sfoggio di architetture a 64 bit, processori Risc, Asic realizzati su misura e sistemi multiprocessore



Foto: Siemens



Foto: Siemens

La calibrazione degli strumenti è fondamentale se si vogliono ottenere risultati di alta precisione

incrementare la precisione del pezzo.

MECCANICA, MOTORI E AZIONAMENTI

Come già accennato la meccanica deve essere al passo con l'elettronica di controllo: ecco allora da un lato telai rigidi e strutture in grado di sopportare le accelerazioni elevate senza incorrere in deformazioni e dall'altro motori e azionamenti in grado di produrre le accelerazioni e le elevate velocità di rotazione che sono necessarie per una lavorazione di alta qualità.

Foto: Fidia



Rexroth mette a disposizione una gamma completa di soluzioni elettroidrauliche ed elettromeccaniche complete di guide su rotaie profilate. Per il bilanciamento del peso nel caso di assi verticali sono inoltre disponibili opportuni sistemi oleodinamici e pneumatici. L'offerta Rexroth contempla anche guide a rullo su rotaia con una capacità dinamica di trazione che raggiunge gli 802 kN (nel modello Rsf 125, che ha peraltro una capacità di carico statico di oltre 1940 kN). Realizzati pensando alle lavorazioni ad alta velocità sono anche i nuovi motori a mandrino Fagor ad asse cavo, che raggiungono i 16.000 giri/min e presentano tempi di accelerazione e decelerazione adatti all'impiego in una lavorazione HSM. Della medesima azienda segnaliamo anche gli encoder lineari ad alto rendimento, progettati per sopportare accelerazioni di 20 g e per una velocità massima di 120 m/min. Per ottenere una maggior precisione nella lavorazione con pressa è possibile utilizzare un motore elettrico di elevata potenza pilotato direttamente da un CNC: da un lato risulta possibile applicare le forze con iniettori a sfera o leveraggi, mentre dall'altro è possibile aumentare la potenza utilizzando più motori in modalità tandem o sincrona. GE Fanuc ha presentato una nuova serie di motori elettrici predisposti per la

comunicazione con sistemi di controllo CNC, che offrono coppie fino a 3.000 Nm e si prestano all'impiego in stampi ad iniezione con forze di chiusura dell'ordine di centinaia di tonnellate e per presse elettriche con tonnellaggi fino a 50 000 kN. Selca ha presentato la nuova gamma di motori mandrino della serie Sds13, asincroni trifase con potenza fino a 24 kW, e si prepara a lanciare la serie Sds16 con potenze ancora superiori. Sul fronte degli azionamenti, Control Techniques mette a disposizione una gamma di azionamenti universali Unidrive, recentemente arricchita con il modello SP, e di motion controller che integrano una tecnologia proprietaria per la drastica riduzione del cablaggio e l'aumento delle prestazioni in termini di risoluzione degli encoder. Il tutto richiede motori che utilizzino la stessa tecnologia per comunicare.

AFFILARE E CALIBRARE GLI UTENSILI

Nel campo della lavorazione dei metalli la realizzazione e la riaffilatura degli strumenti di tornitura, taglio, foratura e fresatura rivestono un ruolo di fondamentale importanza. NumRotoPlus è un pacchetto messo a punto da NUM che si occupa della progettazione, realizzazione, misurazione e affilatura degli utensili. Grazie al modulo software NumRotoPlus Control è in grado di gestire più macchine affilatrici in cicli di produzione non presidiati: i programmi pezzo registrati durante il turno di giorno, anche in parallelo alla lavorazione di altri pezzi, vengono eseguiti durante la notte. Se nel mezzo di una serie viene individuato durante la tastatura un risultato non corretto il pezzo interessato è riportato nel suo posto originale sul pallet e identificato per poter essere portato all'attenzione dell'operatore, mentre la produzione prosegue con i pezzi successivi. Tra gli strumenti segnaliamo anche i nuovi laser a CO₂ realizzati da GE per le macchine utensili da taglio o saldatura ma

che si configurano come unità già complete di servomotori e di controllo CNC integrato. Sono disponibili in due potenze che si vanno ad aggiungere alla gamma preesistente. Il laser da 5 kW si presta in particolare al taglio ad alta velocità di materiale di spessore ridotto mentre quello da 6 kW presenta un più ampio spettro di applicazioni, tra cui il taglio continuativo di acciaio di media durezza con spessore di 32 mm. Il controllo delle sorgenti laser tramite CNC ne semplifica l'uso, dato che è possibile utilizzare tutte le normali funzioni di un CNC, e la manutenzione.

Anche la calibrazione degli strumenti è fondamentale se si vogliono ottenere risultati di alta precisione. Ai tradizionali tastatori, Fidia ha affiancato un nuovo strumento per la verifica e la calibrazione di teste birotative su macchine a 5 assi. HMS (Head Measurement System) è dotato di 3 sensori connessi al CNC e, tramite un opportuno software di misura, permette di verificare e correggere gli errori di geometria e di posizionamento degli utensili. Questo sistema riduce considerevolmente i tempi di taratura delle macchine: un ciclo automatico di mezz'ora permette di effettuare il controllo di una testa rispetto alle numerose ore richieste dai metodi tradizionali.

EVOLUZIONE DELLE INTERFACCE

Le interfacce uomo-macchina sono sempre più amichevoli ed esplicative, con l'intento dichiarato di ridurre al minimo il tempo di apprendimento e aggirare l'ostacolo della mancanza di personale qualificato per l'operazione dei controlli numerici. La programmazione dei CNC Sinumerik della serie 840 di Siemens è facilitata dalla presenza di pacchetti che presentano una serie di modelli 'preconfezionati' adatti a risolvere compiti specifici.

Il ricorso ad architetture multiprocessore consente di disaccoppiare la parte di macchina che si occupa delle gestione in tempo reale, generalmente gestita da sistemi operativi dotati di particolari caratteristiche di determinatezza e di robustezza (RTOS, Real Time Operating System) dalla porzione rivolta all'operatore, un aspetto noto e di semplice apprendimento costituisce un elemento preferenziale. Questo è senza dubbio uno dei motivi che ha portato alla crescente diffusione dei sistemi operativi di casa Microsoft sia per la realizzazione dell'interfaccia vera e propria, sia per la integrazione con i sistemi CAD e

alcuna modifica a livello di programma pezzo, di cablaggio, di installazione o di motorizzazione. Siemens ha disaccoppiato i dispositivi di visualizzazione dalla parte 'pensante' dell'interfaccia uomo macchina: con i CNC della serie 840 i pannelli operatore possono essere posti a distanza dall'unità di elaborazione HMI, di fatto rendendo più semplice raggiungere zone pericolose o che richiedano un elevato grado di protezione IP. È inoltre possibile avere fino a tre pannelli per la stessa macchina, con diverse possibilità di prioritizzazione. La grafica tridimensionale

permette di visualizzare le varie fasi della lavorazione durante la programmazione. In questo modo risulta possibile identificare eventuali errori prima ancora di iniziare ad agire sul pezzo meccanico, mentre funzioni intelligenti ottimizzano la lavorazione.

Selca ha dotato i propri CNC della serie S400 di un sistema basato su quattro livelli di programmazione standard (ISO, Parametrica, Proget2D di Selca e Avanzata a 2,5 D) e su due moduli di programmazione interattiva (Conversazionale e

Grafica PGI). Il modulo PGI è un'introduzione recente che consente, attraverso una serie di pannelli interattivi di immettere una serie di lavorazioni e di raggrupparle sotto un unico programma rappresentato con un albero delle lavorazioni. Con i sistemi multiprocessore, o con un sistema operativo multitasking e un processore sufficientemente potente la programmazione può essere effettuata anche in piena fase di lavorazione. I principali produttori offrono poi delle postazioni di lavoro per lo sviluppo dei programmi di lavorazione che possono essere PC tradizionali dotati di



Foto: Selca

CAM di terze parti, tanto quanto per la connessione in rete. Heidenhain, Siemens e Num, ad esempio, utilizzano interfacce basate su sistemi operativi di classe Windows, per diversi loro CNC. Il nuovo CNC Num Power 1760, che si propone come sostituto per il rinnovamento delle macchine dotate di Num 760 o 750, sostituisce lo schermo CRT monocromatico dei precedenti modelli con uno schermo LCD a colori da 10,4 pollici. Questo CN ha la particolarità di essere stato pensato per ridurre al minimo i tempi di fermo macchina; infatti esso sostituisce totalmente i vecchi CNC senza la necessità di

**Le inter-
facce HMI
sono
sempre più
amichevoli
ed auto
esplicative
per ridurre
al minimo
i tempi
di appren-
dimento**

La grafica tridimensionale, spesso di sistemi CAD e CAM integrati, permette di visualizzare le varie fasi della lavorazione prima ancora di iniziare ad agire sul pezzo

opportuno software (come nel caso di SinuTrain) e hardware (come il modulo Prog4000 di Selca), o dei PC industriali realizzati appositamente con interfaccia uomo macchina dedicata e simile a quella del CNC (Heidenhain e altri). Uno degli effetti collaterali della tendenza verso sistemi di tipo PC per la realizzazione delle interfacce è la diffusione dei mezzi di formazione professionale grazie a pacchetti software che possono girare su PC tradizionali. Citiamo a questo proposito il software di formazione SinuTrain di Siemens.

Il trasferimento dei programmi di lavorazione da una postazione remota al CNC può essere effettuato ricorrendo alla connessione in rete. Per ragioni di spazio, accenniamo solo al fatto che le comunicazioni tra le varie parti della macchina e le altre macchina si snodano su più livelli: a cominciare dal bus che dialoga con gli azionamenti (ad esempio Sercos) per passare ai vari tipi di bus di campo per la connessione delle varie parti della macchina, fino all'impiego di Ethernet per mettere in comunicazione il piano di fabbrica con il magazzino o il piano gestionale. Si fanno sempre più strada i sistemi di teleassistenza con diverse possibilità di intervento.

PROGRAMMAZIONE DI FUNZIONI COMPLESSE

Comunque venga fatta, su PC, Workstation dedicata o a bordo macchina con l'ausilio di CAD e CAM integrati, la programmazione si fa sempre più evoluta sia come numero che come complessità delle funzioni disponibili: interpolazioni di vario grado, spline e nurbs, calcolo di traiettorie con compensazione dell'usura utensile, sono oramai all'ordine del giorno. I controlli numerici presentano librerie sempre più estese di funzioni complesse, che contemplano cicli di lavorazione per foratura, maschiatura, filettatura, alesatura, sgrossatura, rifinitura di scanalature, tasche e matrici. L'operatore può inoltre definire

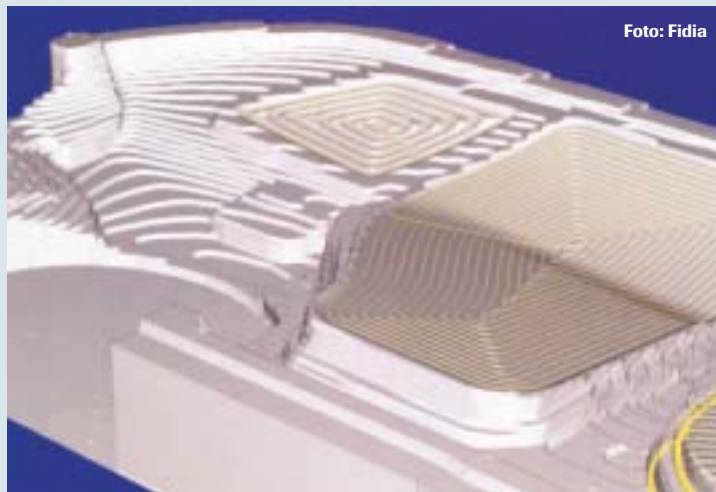


Foto: Fidia

le lavorazioni per mezzo di diverse metodologie di programmazione. Le geometrie più semplici possono essere impostate per mezzo di funzioni parametriche: la maggior parte dei CNC offre un'ampia gamma di funzioni che includono le funzioni algebriche e trigonometriche di uso comune oltre ad una sintassi per la costruzione di espressioni complesse che includano confronti e salti condizionati. Sempre più diffuse sono le funzioni di smoothing (ossia di addolcimento delle traiettorie) che permettono di rendere più graduali accelerazioni e decelerazioni, riducendo la lunghezza dei percorsi e consentendo lavorazioni più fluide. A seconda del produttore e del modello, le funzioni possono privilegiare certi aspetti invece che altri. Fagor, ad esempio, sul suo CNC 8070 mette a disposizione delle funzioni di look ahead e di controllo di jerk che analizzano con anticipo la traiettoria dell'utensile e applicano un controllo di tipo predittivo per ottimizzare le accelerazioni. Molti sistemi offrono funzioni di conversione delle coordinate per ruotare il pezzo rispetto a un asse, modificare l'origine del sistema di riferimento o dar luogo a lavorazioni speculari. Per le lavorazioni su superfici inclinate e cilindriche, con tavole circolari o rotanti è possibile adattare i CNC più evoluti a macchine utensili con teste orientabili in modo da rendere più naturale la programmazione dei profili.

È anche possibile riscaldare le coordinate, di fatto riducendo o ingrandendo il pezzo; apposite funzioni si preoccupano di tenere conto di ritiri e sovrametalli. La programmazione è inoltre semplificata dalla presenza di più modalità di impostazione dei profili. Ad esempio con l'iTnc 530 di Heidenhain, vengono offerte, specie per i profili bidimensionali che rappresentano una parte del progetto soggetta a modifiche direttamente in officina, una serie di funzioni pronte in grado di minimizzare la quantità di dati necessaria a impostare una determinata lavorazione.

CAD/CAM INTEGRATI A BORDO MACCHINA

È possibile fornire in pasto ai CNC programmi creati esternamente da applicazioni CAD e CAM, utilizzando formati proprietari o aperti, in particolare DIN/ISO. Il CNC iTnc530 di Heidenhain, ad esempio accetta programmi in questo formato, oltre che in puro testo nel linguaggio nativo della macchina. Non manca comunque l'integrazione con applicativi CAD e CAM direttamente a bordo macchina. Questo approccio consente di ridurre i tempi di programmazione e di affinamento della produzione permettendo all'operatore di apportare modifiche direttamente in fase di produzione. La crescente potenza dei sistemi di elaborazione rende completamente trasparente

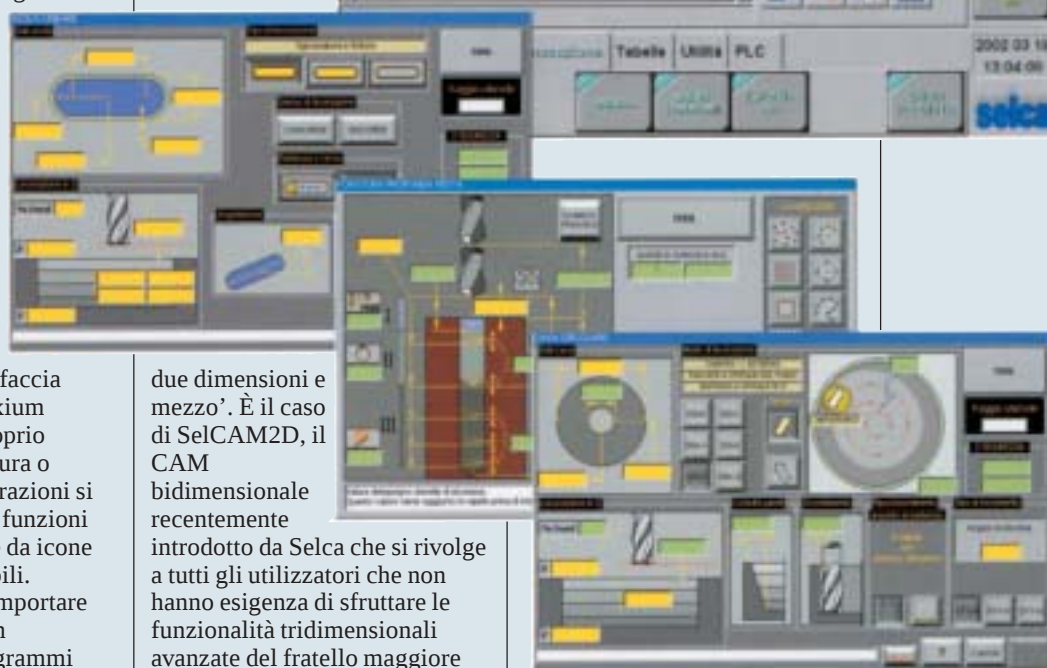
all'utente la condivisione delle risorse macchina, abbattendo i tempi di attesa anche per la realizzazione dei programmi più complessi.

Mitsubishi utilizza il software Magic Cam Pro, un unico sistema che tramite pannello di controllo consente di mutare il disegno del pezzo in dati CNC, passando per la gestione della traiettoria degli utensili. Il sistema, che dispone di moduli di simulazione per disegni bi e tridimensionali, è in grado di leggere i dati provenienti da altri programmi (quali AutoCad, Catia, ProEngineer, MegaCad) e di esportare nei formati dxf, dwg, cdl e hppl. Il nuovo sistema di simulazione di lavorazione

sviluppato da NUM ed integrato nell'interfaccia uomo-macchina di Axiom Power, è un vero e proprio CAD/CAM per fresatura o tornitura. Tutte le operazioni si effettuano a mezzo di funzioni elementari richiamate da icone facilmente identificabili. Permette di creare o importare profili, visualizzarli in 3D, realizzare dei programmi pezzo partendo da essi o simulare un programma scritto da Axiom Power o in formato ISO generico.

Sul fronte del CAD e CAM 'puri' la crescente potenza di PC e Workstation permette di far girare versioni sempre più complesse e complete dei software di progettazione. Si trovano sul mercato prodotti rivolti espressamente a determinati tipi di lavorazione (ad esempio fresatura ad alta velocità) e che producono dati pronti per essere inoltrati al CNC. Esprit di DP Technology è un CAM che gira sotto Windows che si adatta a qualunque macchina CNC e permette di programmare centri di lavoro da due a cinque assi. In commercio si trovano inoltre pacchetti semplificati per venire incontro alle esigenze degli utilizzatori meno sofisticati cui può ad esempio bastare un software per la progettazione cosiddetta 'a

Foto: Selca



due dimensioni e mezzo'. È il caso di SelCAM2D, il CAM bidimensionale recentemente introdotto da Selca che si rivolge a tutti gli utilizzatori che non hanno esigenze di sfruttare le funzionalità tridimensionali avanzate del fratello maggiore SelCam3D. Sempre Selca mette a disposizione dei convertitori che da file realizzati con un CAD generico, ed esportati in formato dxf li tramutano in una sequenza di comandi per controllo numerico.

IMPLEMENTAZIONE DI PROGRAMMI SPECIALI

Se da un lato l'utilizzatore finale è messo in condizione di programmare i propri cicli di lavorazione direttamente a bordo macchina, è anche vero che un ruolo fondamentale è svolto dagli stessi costruttori di macchine che possono realizzare, oltre a lavorazioni standard anche dei cicli personalizzati. I grandi produttori presentano il vantaggio di poter attingere a un bagaglio di conoscenza e a risorse più ampie di quelle di cui può disporre una piccola azienda.

Il pacchetto per la lavorazione degli ingranaggi (gear hobbing) messo a punto da NUM consiste di un software proCAM che dialoga con CNC ISO e dispone di un'interfaccia che permette di impostare la lavorazione ponendo l'utente di fronte alle possibili scelte e mostrando la configurazione della macchina e della lavorazione passo dopo passo. Una volta impostato il tipo di lavoro, il programma può procedere senza interventi da parte dell'utente.

Con il suo CNC di fascia alta Sinumerik 840d Siemens mette a disposizione uno dei pochi sistemi che si può adattare senza traumi alla gestione di macchine a cinematica parallela. La accresciuta flessibilità di programmazione non solo dell'interfaccia grafica ma anche del controllo numerico consente infatti di adattare il programma a sistemi non standard.

La programmazione si fa sempre più evoluta sia come numero che come complessità delle funzioni disponibili