

L'automazione delle macchine utensili

Armando Martin

Autentico pioniere delle moderne tecniche di automazione programmabile, il Controllo Numerico (CN) è la soluzione ottimale per la gestione di macchine utensili e centri di lavoro. Una notevole versatilità dei sistemi CNC è stata raggiunta grazie ai metodi di programmazione evoluti e all'integrazione con i sistemi Cad/Cam (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing).

Il Controllo Numerico è una tecnica di automazione programmabile con la quale si realizza la conduzione di macchine utensili (MU) automatiche, trasmettendo ad esse informazioni codificate in un opportuno linguaggio di programmazione, sotto forma numerica. Vengono dette "macchine a controllo numerico" o macchine "CN", le macchine utensili il cui movimento durante la lavorazione è diretto da un computer integrato che ne comanda gli spostamenti e le funzioni secondo un definito programma di lavoro. Le macchine CN non hanno funzionamento completamente autonomo, nel senso che devono comunque operare sotto la supervisione di un operatore. Un sistema di controllo numerico è fondamentalmente costituito dalla macchina utensile, dall'unità di controllo o governo, dai dispositivi di controllo assi, dal programma di istruzioni e da un eventuale computer dedicato. La macchina utensile è composta da parti fisse di sostegno (bancale, montante) e da parti mobili (tavole, torrette, contropunte). È dotata, in particolare, di servomotori, sensori e trasduttori, capaci di comunicare con l'unità di controllo. L'unità di controllo o di governo della macchina (MCU, Machine Control Unit) è un'apparecchiatura elettronica che legge e interpreta il programma (part program), trasformandolo in segnali elettrici che, amplificati, azionano i servomeccanismi della macchina determinando il movimento dell'utensile e delle attrezzature ausiliarie. Le istruzioni del programma derivano da informazioni geometriche (movimenti e posizioni degli organi della macchina necessari per realizzare la forma geometrica del pezzo), tecnologiche (condizioni di lavoro che si traducono in velocità di rotazione e spostamento di appositi organi della macchina), ausiliarie (identificazione degli utensili da impiegare, selezione di funzioni della macchina quali la rotazione o l'arresto del mandrino, l'uso di flusso refrigerante ecc.). Il controllo numerico di una macchina si basa sulla misura della posizione delle sue parti mobili tramite encoder e sull'azionamento controllato di attuatori (motori, pistoni idraulici o altro) che ne governano il movimento in modo da posizionare l'utensile di lavorazione in un punto arbitrario scelto con pre-



Fresatrice CNC (fonte: Berthold Hermle AG)

cisione. Nel controllo numerico i dati relativi a tutti gli aspetti delle operazioni di lavorazione (posizionamenti, velocità, avanzamento, lubrificazione ecc.) sono memorizzati su schede, nastri magnetici, supporti o dischi fissi. In funzione del movimento che i controlli numerici sono in grado di svolgere si distinguono: CN punto a punto (o di posizionamento); CN parassiale; CN continuo (o di contornatura). Il controllo del moto si basa su segmenti e programmi di interpolazione, in grado di calcolare i punti intermedi da seguire per generare una particolare traiettoria e le velocità dei singoli assi. Maggiore è il numero dei punti intermedi calcolati, maggiore è la precisione del tracciato e minore è lo scarto fra la traiettoria programmata e quella eseguita. Un sistema di controllo numerico è ottimale per realizzare produzioni di basso e medio volume e offre molteplici benefici quali la riduzione dei costi di manodopera, il miglioramento della qualità, legata alle caratteristiche strutturali della macchina e non più all'abilità dell'operatore, l'aumento della produttività dovuta alla minimizzazione dei tempi morti, la riduzione degli scarti grazie alla sicurezza dei posizionamenti e dei movimenti degli utensili, l'aumento della flessibilità produttiva garantita dai rapidi cambiamenti di lavorazione con la sostituzione del programma.

DNC e CNC, l'evoluzione del controllo numerico

I primi controlli numerici (anni '50) erano a logica cablata, cioè basati su apparecchiature la cui logica di funzionamento era ottenuta collegando fisicamente tra loro un certo numero di elementi "logici" (relè elettromeccanici o funzioni elemen-

tari). A partire dagli anni '60 il controllo numerico subisce profonde trasformazioni con l'introduzione dei primi calcolatori. Compare sulla scena il DNC (Direct Numerical Control), ovvero una tecnica di controllo numerico in cui le macchine sono controllate direttamente da un calcolatore centrale, accessibile all'operatore da terminale remoto. Negli anni '70 si affermano i primi sistemi CNC (Computer Numerical Control) che conferiscono alle macchine maggiore flessibilità. Si passa in sostanza a un controllo numerico altamente programmabile e personalizzabile grazie all'uso di microprocessori e ovviamente del software. Per CNC si intende quindi un sistema in cui un micro/personal computer è parte integrante del controllo della macchina utensile. Il programma di lavorazione (part program) viene preparato dal programmatore su un calcolatore remoto e quindi trasferito alla macchina. La disponibilità e i bassi costi dei calcolatori e dei controllori programmabili hanno determinato un grande successo delle macchine a CNC. Grazie all'elevata capacità di calcolo e memoria, la MCU dei CNC può memorizzare i cicli di lavorazione più frequenti, può eseguire alcuni avanzati schemi di interpolazione (elicoidale, parabolica e cubica) può memorizzare, inserire, cancellare e modificare più programmi anche a bordo macchina. Un sistema CNC offre inoltre funzioni di grande utilità come il calcolo della compensazione del percorso utensile, le routine di calcolo di accelerazione (decelerazione) dell'utensile in caso di velocità elevate e improvvise deviazioni. Molte macchine CNC hanno la capacità di diagnosticare in linea le possibili cause di malfunzionamento e di indicare le azioni necessarie per il ripristino del corretto funzionamento. Infine, le moderne macchine CNC sono fornite di interfacce di comunicazione che permettono la connessione con altri computer o dispositivi di controllo, l'immagazzinamento di dati operativi (tempo di ciclo, conteggio dei pezzi ecc.), il collegamento con altre periferiche come i robot per le operazioni di carico e scarico macchina.

Applicazioni del controllo numerico

L'impiego fondamentale del controllo numerico è rappresentato ovviamente dalle macchine utensili. In particolare l'effetto del CN sulla progettazione di macchine utensili si è manifestato in componenti progettati per durare più a lungo e con minore usura. Dal punto di vista del funzionamento il controllo numerico ha determinato da un lato un utilizzo intensivo e differenziato delle macchine utensili, dall'altro la diversificazione e l'ottimizzazione delle mansioni degli operatori. Le macchine utensili a CNC possono essere classificate in macchine monoscopo (torni, fresatrici, foratrici, alesatrici, rettificatrici tradizionali cui è stata applicata la tecnologia CN), macchine multiscopo (in grado di effettuare più tipi di lavorazioni), centri di tornitura autonomi e centri di lavoro. I centri di lavoro sono macchine altamente automatizzate e flessibili in grado di adattarsi facilmente a produzioni molto variabili grazie al fatto che sono programmabili, ovvero eseguono la lavorazione di un certo pezzo sulla base di un programma definito dall'utente. Applicazioni ad alto tasso di ver-

satilità e integrazione sono le macchine di misura a coordinate (CMM, Coordinate-Measuring Machine). Si tratta di macchine a CN per la movimentazione di un dispositivo tastatore con linee di lavorazione per il controllo dimensionale di particolari meccanici. I campi di impiego delle CMM sono il controllo di qualità (verifiche dimensionali) e il reverse engineering (rilevazione della geometria di superfici non note e loro trasformazione in un modello Cad). Ulteriori applicazioni del CN sono le macchine per la lavorazione della lamiera e i sistemi di taglio.

La programmazione

Le forme di programmazione di un sistema di controllo numerico sono fondamentalmente di quattro tipi: manuale, interattiva o conversazionale, automatica, mediante tecniche Cad/Cam. La programmazione manuale utilizza linguaggi semplici e a basso livello computazione che però variano da costruttore a costruttore, nonostante il crescente orientamento verso standard riconosciuti (si parla comunemente di "codice Iso"), in particolare la normativa Iso 6983 di cui i costruttori di sistemi CNC adottano elementi e codici principali, integrandoli con i codici proprietari. L'evoluzione della programmazione manuale eseguita direttamente sulla MCU ha dato luogo alla cosiddetta programmazione interattiva (o conversazionale), impiegata dall'unità di governo per generare il part program richiesto per la lavorazione di un pezzo. In questa modalità di programmazione l'operatore della macchina risponde, digitando sulla tastiera, a una serie di domande poste sullo schermo, riguardanti i dettagli operativi della lavorazione. La programmazione interattiva richiede la presenza di un'interfaccia utente amichevole e con notevoli potenzialità grafiche. Se l'applicazione richiede programmi contenenti tutte le informazioni geometriche e tecnologiche necessarie, viene adottata la programmazione automatica che utilizza linguaggi universali tra cui il più importante è l'APT (Automatic Programmed Tool). La massima flessibilità nella gestione dei dati è attualmente garantita dalla programmazione mediante tecniche Cad/Cam. I moderni software Cad dispongono di moduli che permettono di costruire in modo interattivo il programma di lavorazione per la macchina a controllo numerico, a partire dai dati geometrici del pezzo presenti nel database. Tali moduli generano automaticamente delle traiettorie utensile, dopo aver ricevuto dall'utente le informazioni relative all'utensile, al ciclo di lavorazione, ai parametri tecnologici. Per arrivare al progetto finito possono rendersi necessarie alcune interazioni con l'ambiente Cae (Computer Aided Engineering) per analisi statiche e dinamiche. Si ha tuttavia un'effettiva integrazione Cad-Cam quando si dispone di un software in grado di interpretare i dati contenuti nel database Cad e di convertirli in un programma di lavorazione CN pronto all'uso. Si parla in questo caso di Capp (Computer Aided Process Planning), ovvero di tecniche che comprendono una vera e propria programmazione della produzione in tutti i suoi aspetti tecnici, organizzativi ed economici. ■