

## I linguaggi del controllo numerico

Oltre a eliminare gli errori umani e a diminuire i fermi macchina, il controllo numerico diminuisce i tempi passivi delle macchine utensili

CRISTINA PAVERI (\*)

Il controllo numerico applicato alle macchine utensili, del tipo ad asportazione di truciolo, a elettroerosione, a ultrasuoni, a laser, a plasma e a getto d'acqua, ha semplificato i flussi di lavoro per la rapidità nel passaggio dalla lavorazione di un pezzo a un altro: è sufficiente una riprogrammazione. Nelle macchine utensili tradizionali era compito dell'operatore tradurre manualmente in comandi meccanici le operazioni da eseguire, con la possibilità di commettere errori. Oltre a eliminare gli errori umani e a diminuire i fermi macchina, l'utilizzo del CNC diminuisce i tempi passivi delle macchine utensili, vale a dire i tempi per il cambio utensile e il carico/scarico del pezzo.



Fonte: www.plastic-seals.it

Lavorazioni CNC

### Principio di funzionamento

L'operatore delle macchine utensili CNC è un programmatore: immette il programma mediante interfaccia dedicata e il CNC interpreta i comandi per l'azionamento degli assi di rotazione, ad esempio verso e velocità del mandrino. Questo ciclo bidirezionale di scambio di informazioni da e verso il CNC può essere avviato, ad esempio, con un

comando di spostamento inviato all'asse 'X'. Il servomotore aziona la vite e sposta il carro o la tavola, vale a dire la parte mobile della macchina utensile, nel verso programmato. Il lettore di posizione invia successivamente la lettura dello spostamento al CNC, il quale la confronta con quella programmata. Le stesse letture vengono eseguite anche per velocità di traslazione e di rotazione. Sulla base

di questi rilevamenti, il sistema automatico di controllo adattativo integrato nel CNC adegua in tempo reale i parametri dei comandi di movimento e velocità, per annullare la differenza fra valore misurato e valore programmato.

## Flusso di programmazione

La programmazione automatica su calcolatore descrive nel linguaggio specifico la lavorazione di un pezzo mediante istruzioni che formano un 'part-program' o programma esecuzione pezzo. Esso comprende le istruzioni geometriche che descrivono la forma del pezzo, la sequenza di movimento per organizzare le lavorazioni da eseguire e le istruzioni relative alla preparazione degli utensili da impiegare. Le istruzioni immesse nel calcolatore sono elaborate in due fasi da processore e 'post-processore'. Il processore legge il part-program, diagnostica eventuali errori, risolve i problemi geometrici e coordina i calcoli relativi al percorso dell'utensile. L'insieme di tutti i dati raccolti sulle informazioni geometriche e tecnologiche relativi al percorso degli utensili forma il 'file CL'; quest'ultimo descrive un percorso utensile formato da una sequenza di piccoli tratti rettilinei.

Il post-processore rende compatibile il programma generato e lo traduce nel linguaggio della macchina.

Le istruzioni devono definire:

- i punti di riferimento, lo 'zero macchina' e lo 'zero pezzo' o le origini;
- il posizionamento, ossia il movimento dell'utensile dalla posizione di origine a quella di destinazione;
- il sistema di coordinate cartesiane, polari assolute o relative;
- il tipo di lavorazione: punto a punto, parassiale secondo la direzione degli assi, di contornatura, interpolazione lineare o circolare;
- la velocità di spostamento delle slitte;
- la compensazione delle dimensioni (lunghezza e raggio) dell'utensile;
- i cicli fissi, vale a dire delle sequenze di lavorazioni permanenti nella memoria;
- i cicli di fresatura, tornitura ecc. È possibile inoltre creare una libreria di macro o sottoprogrammi memorizzati nella memoria macchina e richiamabili all'interno di un programma per operazioni specifiche, quali l'esecuzione di linee o reticoli di fori.

## La programmazione in codice ISO 6983

Nel codice ISO abitualmente utilizzato per la programmazione delle macchine a controllo numerico, il part-program è un insieme di blocchi od oggetti, con istruzioni numerate ed eseguite in successione. Ogni blocco rappresenta a sua volta un'operazione macchina ed è composto da istruzioni speciali che definiscono le funzioni. Ogni funzione nella programmazione EIA/ISO è formata da una lettera o da un indirizzo, seguito dal valore numerico della funzione. Le funzioni possono essere preparatorie 'G' e miscellanee 'M'. Nel box è riportato l'elenco delle funzioni G.

## Esempio di funzioni preparatorie in codice ISO

G00	Posizionamento rapido assi 'X' e 'Z'
G01	Interpolazione lineare
G02	Interpolazione circolare oraria
G03	Interpolazione circolare antioraria
G04	Attesa
G09	Decelerazione a fine passo
G28	Funzionamento in continuo
G29	Funzionamento punto a punto
G33	Filettatura passo costante
G53	Disabilitazione correzioni
G54	Abilitazione correzioni 'X'
G56	Abilitazione correzioni 'Z'
G58	Abilitazione correzioni
G70	Programmazione in millimetri
G71	Programmazione in pollici
G90	Programmazione in assoluto
G91	Programmazione incrementale
G92	Spostamento origine
G94	Programmazione in mm/min
G95	Programmazione in mm/giro
G96	Programmazione in m/min
G97	Programmazione in giri/min

Le funzioni vengono eseguite rispettando un ordine nella sequenza N, G, M iniziale, movimento assi, cicli fissi, M finale.

Un esempio di blocco di programmazione è il seguente:

```
N 10 G 28 X 2300 Y 5600 Z 1780 F 350 S 200 T 19 M 06
```

Dove:

N 10 = numero blocco

G 28 = funzione preparatoria;

X 2300, Y 5600, Z 1780 = coordinate

F 350 = velocità di avanzamento

S 200 = velocità del mandrino

T 19 = numero dell'utensile

M 06 = funzione ausiliaria

## Altri linguaggi

Il linguaggio più diffuso si chiama APT o Automatically Programmed Tools (Programmazione automatica degli utensili); esso consente di definire le traiettorie rette e curve, nel piano e nello spazio del percorso utensile, oltre al controllo dell'azionamento e di ogni componente della macchina. Il gruppo APT comprende i linguaggi: 'Adapt', che contiene tutte le funzioni per le lavorazioni di contornatura, e 'Exapt', per le lavorazioni punto-punto e le fresature parallele agli assi e sui torni. Esistono poi linguaggi proprietari di ogni costruttore di macchine utensili a con-



*under  
protection*

*Presse da pannello IP64  
per tutti gli standard  
mondiali*

*Realizzazione  
di presse custom  
su richiesta*

*Spine/presse  
6 norme  
NEMA*

*Presse  
da pannello  
nelle versioni  
design e  
industriali*

readerservice.it n.18285

**Comestero Sistemi S.p.A.**

Via Bolzano 1/E - 20059 Vimercate (MI) - Italia  
Tel. +39 039 62.50.91 - Fax +39 039 66.74.79

www.comestero.com - info@comestero.com

AO  
automazioneoggi tutorial

tutorial

trolo numerico. Per la progettazione dei CNC si utilizza il linguaggio C, un linguaggio di programmazione ad alto livello nato per Unix, che offre possibilità di accesso a livello hardware e che consente di realizzare costrutti complessi prima impossibili per Pascal o Ada, nonché di riutilizzare parti di programma in applicazioni diverse.

### Programmazione grafica

La programmazione grafica ha semplificato notevolmente l'attività dell'operatore CNC. Premendo, ad esempio, i tasti freccia direzionali o i pulsanti con l'indicazione di curvatura orarie e antiorarie sulla console di un tornio CNC e inserendo i valori che rappresentano le quote, viene visualizzato sul monitor il tratto programmato. In base ai dati dimensionali forniti, il processore calcola i vari percorsi, raccordando tutti i tratti del percorso geometrico. Il programma relativo alle fasi di lavorazione viene generato in automatico e in funzione della fase di lavorazione in corso si scelgono gli utensili necessari dalla banca dati e il tipo di manipolazione del pezzo.

Si esegue dunque una simulazione grafico-dinamica, che permette la ricerca di eventuali errori prima dell'effettiva lavorazione in macchina. L'impiego di nuovi processori con una maggiore velocità di elaborazione dati ha consentito l'utilizzo di algoritmi complessi di tipo Nurbs, con i quali è possibile realizzare lavorazioni su sagome con curvature complesse e aumentare la velocità di lavorazione. L'interpolatore di tipo Nurbs calcola le traiettorie del percorso utensile senza ridurre le curve da lavorare a un insieme di segmenti e archi di cerchio. La curva viene rappresentata da una serie di curve polinomiali o 'spline', che consentono di aumentare la velocità di esecuzione e di diminuire il numero di blocchi del programma.

La programmazione in codice polinomiale Nurbs è compatibile con i sistemi di CAD/CAM. Associando il CNC al PC, il controllo numerico mantiene la gestione di tutto il processo di asservimento degli assi e del PLC, mentre il PC gestisce le applicazioni utente quali interfaccia, programmi applicativi, linguaggi evoluti di tipo CAD/CAM e di assistenza o supervisione della macchina. La gestione della macchina è affidata a un software più semplice, ad esempio in ambiente Windows, con un'interfaccia grafica intuitiva, programmabile senza conoscere necessariamente linguaggi specifici.

### L'opzione di autoapprendimento

Per semplificare la programmazione alcuni software di macchine utensili a controllo numerico con visualizzatore di quote consentono di associare a determinati tasti l'esecuzione di lavorazioni specifiche. La macchina 'impara' l'esecuzione del programma e le lavorazioni, elaborando i dati selezionati dall'operatore mediante tasti rapidi. Terminata l'operazione, il programma viene memorizzato e richiamato o modificato. ■

(\*) Fonte: "Manuale delle macchine utensili a CNC", F. Grimaldi, Hoepli Editore