# Corso di controllo numerico (Cnc iso)

**A cura di Ferrarese Adolfo.**

Uso personale, non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

## Prefazione:

Il corso si articola in **8** sezioni: **7** lezioni più un'ampia sezione tabelle di uso comune nella meccanica

1- Programmazione elementare di base (lezione 1).
2- Programmazione di macchine fresatrici e centri di lavoro a CNC (lezioni 2 , 3 , 4).
**3- Programmazione di torni a CNC (Lezioni 5 e 6).**
4- Programmazione avanzata (parametrica con espressioni IF - GOTO) (lezione 7).
5- Tabelle di uso comune nella meccanica (Velocità utensili, filettature ecc..) (lezione 8).

Uso personale, non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

## Lezione 5

## Programmazione di torni a CNC (parte prima).

### Premessa.

Poiché tutte le regole fin qui descritte per i centri di lavoro valgono sostanzialmente anche nella programmazione del tornio a cnc, tratteremo argomenti non ancora affrontati tipici di questo tipo di macchine. Parleremo delle problematiche legate al raggio di punta dell'utensile, dell'esecuzione di gole, dei cicli di sgrossatura e dell'esecuzione di filettature interne ed esterne.
Nel tornio l'utensile è fermo mentre gira il mandrino. A parte questa differenza anche il tornio lavora con il principio di rotazione di un mandrino e la movimentazione di uno o più assi contemporaneamente. Infine in questo tipo di macchine solitamente si usa il modo di avanzamento G95 che determina l'avanzamento lavoro in mm/giro ( F0.2 = 0.2 mm di avanzamento dell'asse ad ogni giro del mandrino).

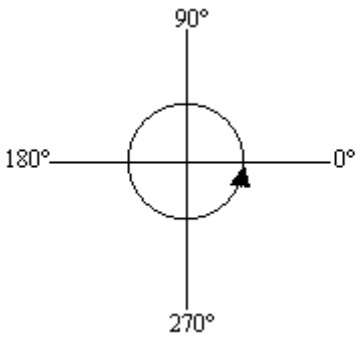
### Gli assi e la quotatura.

Il tornio solitamente lavora con due soli assi denominati X per l'asse a spostamento verticale (su / giù) e Z per l'asse a spostamento orizzontale (avanti /indietro). Inoltre nei controlli specifici per i torni, le quote assolute ed incrementali si indicano variando l'indirizzo di spostamento degli assi.
Nel cnc fanuc, ad esempio, le quote in assoluto si indicano citando i normali indirizzi X e Z mentre per dichiarare le quote in incrementale si usano, in luogo degli indirizzi X e Z, gli indirizzi U e W.

| Quotazione assoluta: | Quotazione incrementale: |
|---|---|
| X10 | U10 |
| Z-10 | W-10 |

### Torniture coniche.

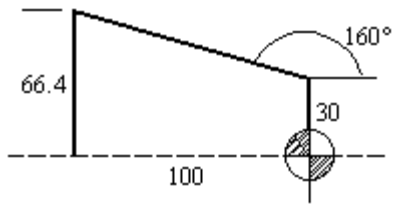
Per eseguire una tornitura conica, oltre al modo consueto che consiste nell'indicare il punto X e Z iniziali e finali, nella programmazione del tornio è molto usato il metodo di indicazione dell'angolo polare. Il codice per indicare al controllo l'angolo polare è A...(es. A120) . L'angolo polare è sempre determinato nel modo rappresentato nel disegno: Partendo da destra 0° e proseguendo in senso antiorario fino a tornare al punto di partenza 360°



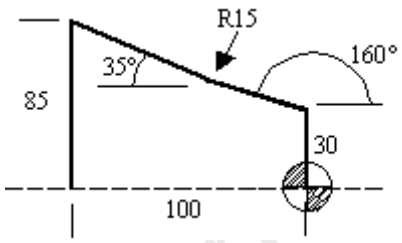

Uso personale, non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

Quando sul disegno, oltre alle quote X e Z è indicato l'angolo di un pezzo conico da eseguire, il programmatore ha tre modi per far eseguire tale conicità alla macchina:

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Con quote di partenza e arrivo X e Y<br><br>G01 X30 Z0<br>X66.4 Z-100 | Con quote di partenza, l'angolo polare e X<br><br>G01 X30 Z0<br>A160 X66.4 | Con quote di partenza, l'angolo polare e X<br><br>G01 X30 Z0<br>A160 Z-100 |

Questo sistema è utile quando vi sono doppie conicità ed è sconosciuto il punto di intersezione delle due rette:




Nel disegno non sono note le quote del punto di intersezione delle due conicità, inoltre esse sono anche raccordate tra loro con raggio 15. E' chiaro che la programmazione di questo pezzo sarà eseguita dopo numerosi calcoli matematici o dopo uno studio su un sistema cad. Ma la nostra macchina è in grado di risolvere facilmente questo problema con l'assegnazione dell'angolo polare in aggiunta alla funzione di raccordo e smusso già trattata nel nostro corso (vedi).

Dunque la programmazione di questo pezzo si esaurisce in due semplici righe d'istruzione:

N10 G01 X30 Z0
N20 G01 A160 R15 A145 X85 Z-100

Attenzione la sintassi qui descritta è valida per alcune marche di cnc (Vedi manuale).

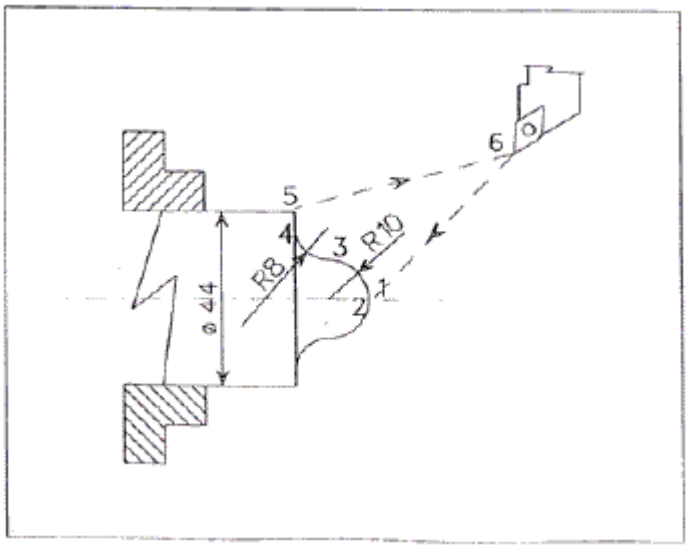
La riga 10 porta gli assi alla posizione di lavoro iniziale.
La riga 20 esegue la prima conicità (A160) il raccordo (R15) e la seconda conicità (A145), portando gli assi X85 e Z-100
il punto dove intersecano le due conicità è l'unico possibile e viene automaticamente calcolato dal cnc, e in quel punto viene eseguito il raccordo. Questa tecnica verrà ripresa nello studio dei cicli di sgrossatura più avanti in questa lezione.

Uso personale, non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

## Torniture circolari.

Per capire che non vi sono grosse differenze nella programmazione del tornio rispetto alle frese a cnc programmiamo un pezzo composto da due interpolazioni circolari ed una lineare. Per il momento ignoriamo il raggio di punta dell'utensile e facciamo conto che esso sia pari a zero.




Lavorazione:

1) Raggiungiamo le coordinate X0 e Z1. Pos. 1 nel disegno
2) In movimento lavoro raggiungiamo la quota X0 e Z0. Pos. 2
3) Eseguiamo la semisfera con movimento antiorario (G3) raggiungendo la quota X20 e Z-10. Pos. 3
4) Raggiungiamo il punto X36 e Z-18 con un'interpolazione circolare oraria (G2). Pos. 4
5) Risaliamo, sempre a vel. lavoro a X36. Pos. 5 distanza di sicurezza fuori dal pezzo.
6) Ci portiamo in rapido alla posizione di cambio utensile a X100 Z50. Pos. 6

Vediamo la programmazione del pezzo del disegno in alto per i più diffusi controlli numerici:

**E.C.S**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1
2 -   G1 Z0
3 -   G3 X20 Z-10 I0 K-10
4 -   G2 X36 Z-18 I28 K-10
5 -   G1 X46
6 -   G0 X100 Z50
```

**OLIVETTI**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1
2 -   G1 Z0
3 -   G3 X20 Z-10 R10
4 -   G2 X36 Z-18 R8
5 -   G1 X46
6 -   G0 X100 Z50
```

**SIEMENS**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1 LF
2 -   G1 Z0 LF
3 -   G3 X20 Z-10 B10 LF
4 -   G2 X36 Z-18 B8 LF
5 -   G1 X46 LF
6 -   G0 X100 Z50 LF
```

**FANUC**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1
2 -   G1 Z0
3 -   G3 X20 Z-10 R10
4 -   G2 X36 Z-18 R8
5 -   G1 X46
6 -   G0 X100 Z50
```

**PHILIPS**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1
2 -   G1 Z0
3 -   G3 X20 Z-10 R10
4 -   G2 X36 Z-18 R8
5 -   G1 X46
6 -   G0 X100 Z50
```

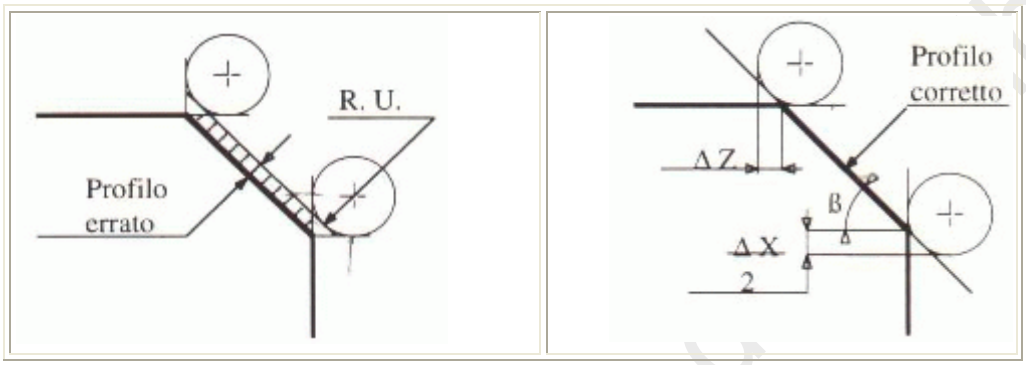
**ISO**

```
X100 Z50
1 -   G0 X0 Z1
2 -   G1 Z0
3 -   G3 X20 Z-10 I0 K-10
4 -   G2 X36 Z-18 I14 K-10
5 -   G1 X46
6 -   G0 X100 Z50
```

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

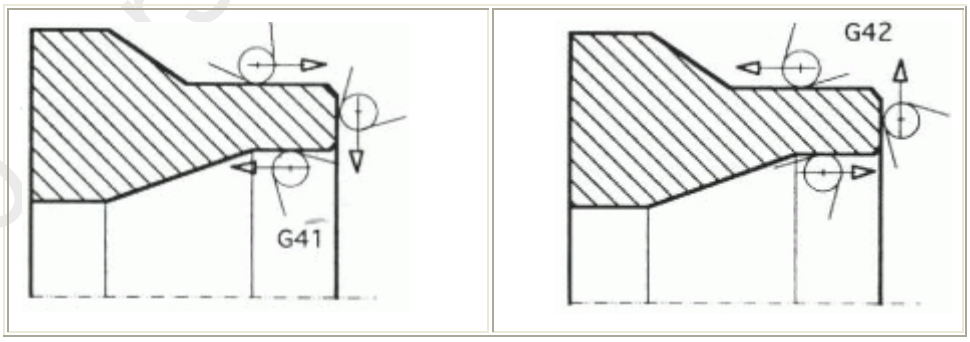
## Il raggio di punta degli utensili.

Nelle varie lavorazioni però si usano utensili che non presentano mai uno spigolo vivo ma di solito si lavora con utensili con punta raggiata (0.2/0.4/0.8/1/1.2 ecc.), questo presenta problemi di precisione quanto si esegue una lavorazione conica o circolare in quanto nel programmare queste interpolazioni bisogna tener conto di tale raggio.




Nella figura a sinistra notiamo che lo smusso eseguito risulta essere più piccolo di quello richiesto proprio perché non è stato considerato il raggio di punta dell'utensile, nella figura a destra notiamo invece che l'esatta programmazione del profilo può avvenire solo con alcuni calcoli matematici.

Per facilitare la programmazione, anche nel tornio, analogamente ai centri di lavoro, esiste una tabella correttori utensili dove si inseriscono i dati di ingombro dell'utensile ( geometria X, Z e raggio), bisogna indicare anche la tipologia dell'utensile scelto (Utensile tornitore , utensile sfacciatore, utensile alesatore (nei vari tipi)). Basterà dunque attivare la correzione utensile e programmare il pezzo con le quote reali del pezzo finito seguendo le regole dell'attivazione raggio utensile.




La gestione della correzione utensile è spiegata nelle precedenti lezioni del corso (vedi).

Uso personale - non commerciale

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

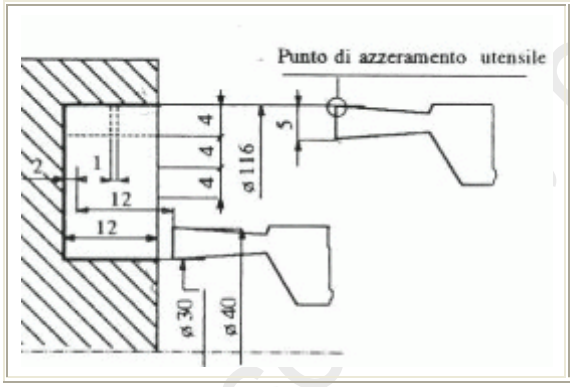
## Cicli per l'esecuzione di gole.

Spesso capita di dover eseguite gole frontali o radiali di misura maggiore all'utensile da noi utilizzato, anche in questo caso il controllo ci dà una mano con appositi cicli che, con pochi dati eseguono la gola in automatico decidendo anche il numero di passate in automatico. Vediamo per un tornio gestito da un controllo Fanuc alcuni cicli preposti all'esecuzione di gole.

### Ciclo per gole frontali della larghezza superiore all' utensile con un numero di passate determinate in automatico.

G74 R ...
G74 X ... Z ... P ... Q ... F ...

R = Distanza di ritrazione dell' utensile in mm.
X = Diametro finale della gola.
Z = profondità della gola espresso in mm.
P = Traslazione lungo l' asse X per le passate successive.
Q = Profondità di penetrazione prima di ogni ritrazione, espresse in millesimi.
F = Velocità di avanzamento lavoro.




```
N10.....
N20 G0 X116 Z2
N30 G74 R1
N40 G74X40 Z-12 P4000Q6000 F0.05
N50 G0 X200 Z200
N60 M30
```

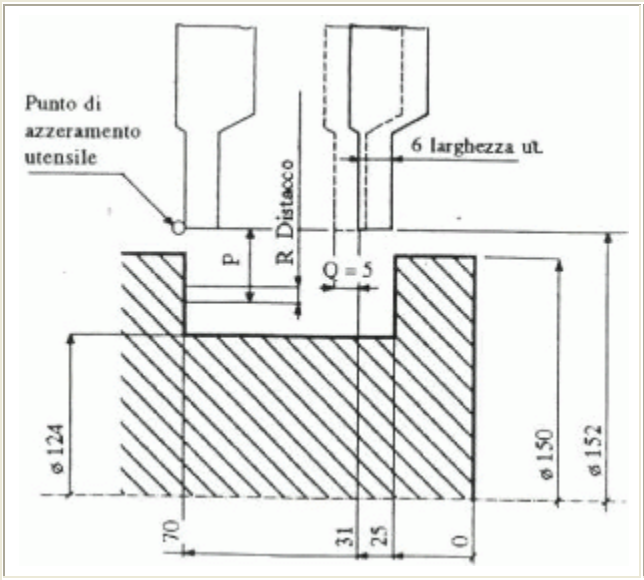
### Ciclo per gole radiali della larghezza superiore all' utensile con un numero di passate determinate in automatico.

G75 R ...
G75 X ... Z ... P ... Q ... F ...

R = Distanza di ritrazione dell' utensile in mm.
X = Diametro della gola.
Z = Punto finale della gola.
P = Profondità di penetrazione prima di ogni ritrazione, espresse in millesimi.
Q = Spostamento dell' utensile lungo l' asse Z.
F = Velocità di avanzamento lavoro.

Uso personale - non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -




```
N10.....
N20 G0 X152 Z-31
N30 G75 R1
N40 G75X124 Z-70 P8000Q5000 F0.1
N50 G0 X200 Z200
N60 M30
```

1) Il ciclo ha inizio nel punto di posizionamento degli assi ( N20 X152 Z-31 ), avanza con l'asse X, in velocità lavoro (N40 F0.1), di 8mm (N40 P8000) quindi si ritrae di 1mm( N30 R1) per la rottura del truciolo.
2) Il punto 1 viene ripetuto, ripartendo dall'ultima quota raggiunta, finché non viene raggiunta la profondità finale della gola (N40 X124) in modo analogo ad un ciclo di foratura profonda (G83).
3) L'asse X viene riportato alla quota iniziale (N20 X125) e l'asse Z viene avanzato di 5mm (N40 Q5000) quindi si ripete tutto a partire dal punto 1 finchè l'asse Z ad incrementi di 5mm, non arriva alla quota finale (N40 Z-70) e la gola viene così correttamente eseguita.
Per l'esatta sintassi dell'applicazione di questi cicli nel vostro controllo fate riferimento al manuale.

## Cicli per sgrossatura .

Nella lavorazione al tornio, la forma finale del pezzo non si raggiunge mai in un'unica passata ma in più passate eseguite con un utensile sgrossatore e quindi con una passata finale con apposito utensile finitore. Le sgrossature impegnano dunque la maggior parte del tempo di lavorazione del pezzo e programmare tutte le passate di sgrossatura sarebbe un'impresa assai ardua. Ecco perchè tutti i torni a cnc sono dotati di cicli speciali che determinano in alcuni casi, in automatico il numero di passate e il percorso. Si possono così eseguire senza problemi le sgrossature di un qualsiasi profilo .
Si determina il profilo finale del pezzo da eseguire, quindi si richiama il ciclo di sgrossatura desiderato impostando le velocità del mandrino (S) e degli assi (F), indicando quanto sovrametallo in X ed in Y lasciare, infine, se presente si esegue il ciclo di finitura.

**Vediamo per alcuni controlli numerici la sintassi da utilizzare per attivare i cicli di sgrossatura.**

Uso personale, non distribuibile

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -

Per alcuni controlli Il percorso utensile del ciclo corrisponde alla definizione del profilo di finitura del pezzo.

| | | |
|---|---|---|
| 1 - | (DFP,n, G00 X.. Z... | **OLIVETTI** |
| ... | | |
| 2 - | ) | |
| 3 - | G00 X... Z... | |
| 4 - | (SZP,n, I.. K..L...) | |
| 5 - | (CLP,n) | |

1 - "(DFP," Apertura della definizione del profilo.
"n," numero progressivo del profilo da lavorare
"G00 X.. Z.." punto di partenza del profilo
2 - ")" fine della definizione del profilo
3 - "G00 X..Z.." punto di attacco per la sgrossatura, esterno al profilo di almeno la quantita di materiale indicato con "I e K".
4 - "(SZP," Sgrossatura parallela all'asse Z con prefinitura "n" numero del profilo da sgrossare.
"I..K.." quantità di sovrametallo in incrementale da lasciare lungo gli assi X e Z per la finitura
"L.." numero di passate per la sgrossatura.
5 - (CLP,n) chiamata del profilo numero "n" per la finitura

(SXP, .. indica la sgrossatura parallela all'asse X, i parametri vanno espressi allo stesso modo.

(SGP, .. Indica la sgrossatura parallela al profilo.
con X si indica il sovrametallo, dato dalla differenza tra diametro massimo del sovrametallo e il diametro minimo del profilo in quel punto. Il valore espresso deve essere radiale.
Z indica il sovrametallo sull'asse omonimo.
I, K, L hanno il significato precedente.
es: (SGP,n, X.. Z.. I.. K.. L..)
Il punto di partenza per la sgrossatura del profilo deve essere esterno alla quota massima del pezzo maggiorata della somma del valore del sovrametallo da asportare e del sovrametallo da lasciare per la finitura.

**E.C.S**

Definizione del quadrilatero di sgrossatura, i lati indicati nell'ordine sono: in alto a DX, in basso a DX, in alto a SX, in basso a SX.
G64 X.. Z.. IA.. KA.. IB.. KB.. I.. K.. HB.. E..
" X..Z.." Punto di inizio del quadrilatero di sgrossatura, punto più esterno.
" IA KA " Diametro minimo del profilo verso il punto origine in X, in Z.
" IB KB " Diametro massimo del profilo verso l'interno, e massima profondità in Z.
"I..K.." Spigolo interno opposto al punto X Z .
"HB.." numero di passate di sgrossatura.
"E.." modalità di attacco, in entrata, e di stacco, in uscita, nelle fasi di lavorazione del profilo.

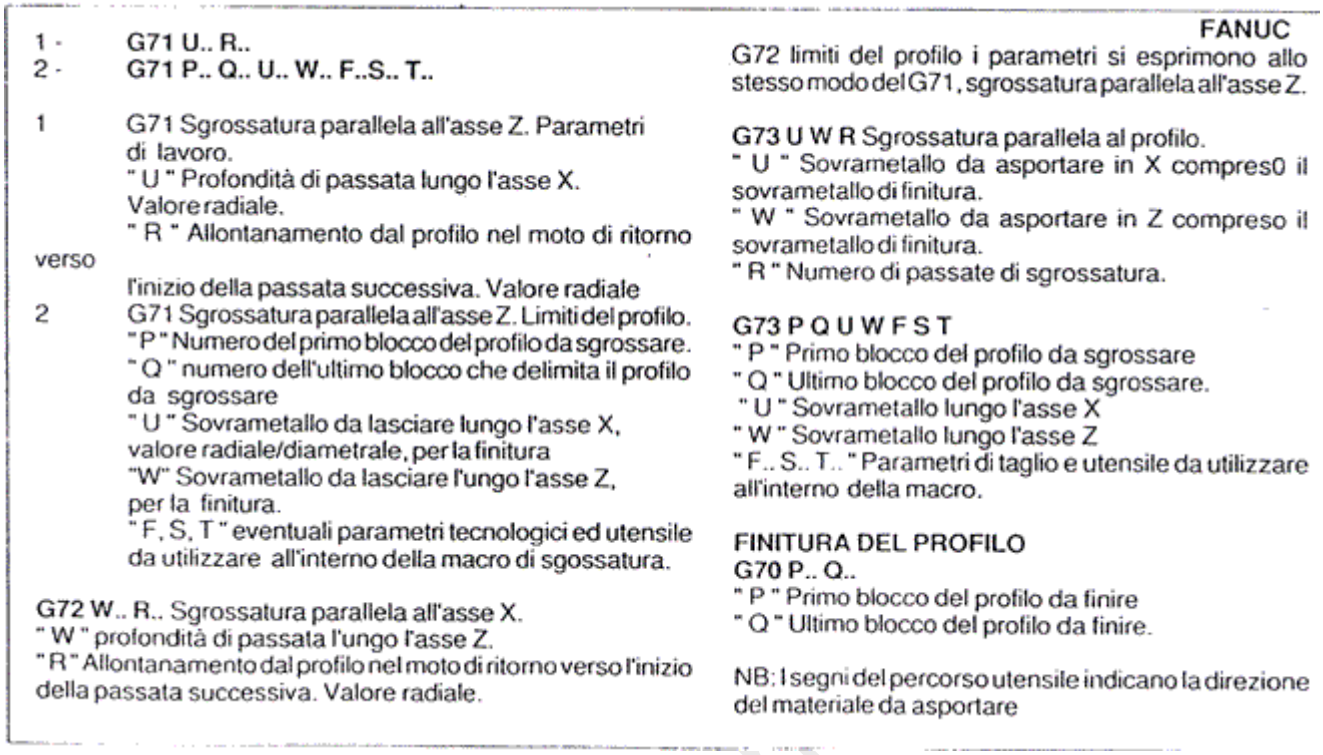
E0 = entrata in rapido uscita in rapido.
E1 = entrata in lavoro uscita in rapido.
E2 = entrata in rapido uscita in lavoro.
E3 = entrata in lavoro uscita in lavoro.

Per eseguire la sgrossatura parallela all'asse X si invertono i dati di IA KA con IB KB.

La lavorazione parallela al profilo viene eseguita tramite una ripetizione del profilo, traslando di volta in volta l'origine lungo l'asse X.

Uso perso

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -



1 - G71 U.. R..
2 - G71 P.. Q.. U.. W.. F..S.. T..

1 G71 Sgrossatura parallela all'asse Z. Parametri di lavoro.
" U " Profondità di passata lungo l'asse X. Valore radiale.
" R " Allontanamento dal profilo nel moto di ritorno verso l'inizio della passata successiva. Valore radiale

2 G71 Sgrossatura parallela all'asse Z. Limiti del profilo.
" P " Numero del primo blocco del profilo da sgrossare.
" Q " numero dell'ultimo blocco che delimita il profilo da sgrossare
" U " Sovrametallo da lasciare lungo l'asse X, valore radiale/diametrale, per la finitura
"W" Sovrametallo da lasciare l'ungo l'asse Z, per la finitura.
" F, S, T " eventuali parametri tecnologici ed utensile da utilizzare all'interno della macro di sgossatura.

G72 W.. R.. Sgrossatura parallela all'asse X.
" W " profondità di passata l'ungo l'asse Z.
" R " Allontanamento dal profilo nel moto di ritorno verso l'inizio della passata successiva. Valore radiale.

FANUC

G72 limiti del profilo i parametri si esprimono allo stesso modo del G71, sgrossatura parallela all'asse Z.

G73 U W R Sgrossatura parallela al profilo.
" U " Sovrametallo da asportare in X compres0 il sovrametallo di finitura.
" W " Sovrametallo da asportare in Z compreso il sovrametallo di finitura.
" R " Numero di passate di sgrossatura.

G73 P Q U W F S T
" P " Primo blocco del profilo da sgrossare
" Q " Ultimo blocco del profilo da sgrossare.
" U " Sovrametallo lungo l'asse X
" W " Sovrametallo lungo l'asse Z
" F.. S.. T.. " Parametri di taglio e utensile da utilizzare all'interno della macro.

FINITURA DEL PROFILO
G70 P.. Q..
" P " Primo blocco del profilo da finire
" Q " Ultimo blocco del profilo da finire.

NB: I segni del percorso utensile indicano la direzione del materiale da asportare

Come vedete i comandi variano totalmente in funzione della marca di controllo numerico; qui si vuole capire la struttura dei cicli, per l'uso reale fate riferimento al vostro manuale.

Ci sono vari modo di eseguire la sgrossatura; essi dipendono dal tipo di controllo che usiamo. Alcuni tipi di controllo permettono la definizione del profilo del pezzo da eseguire tramite una serie di quadrilateri che affiancati uno all'altro nella corretta maniera permettono la sgrossatura del profilo. In questo caso bisognerà poi impostare una passata di finitura delineando l'esatto profilo finale (vedremo un esempio con il controllo "E.C.S." più avanti nella sesta lezione).
Altri possiedono un software applicativo costruito in modo tale da riconoscere il sovrametallo, una volta definito il profilo del pezzo da ottenere. In base al primo posizionamento di avvicinamento in rapido e la direzione della definizione del profilo programmato, indicheremo al computer se si tratta di lavorazione interna od esterna (vedremo un esempio con il controllo "Olivetti" più avanti nella sesta lezione). Attenzione poiché il punto di partenza deve sempre tener conto anche del sovrametallo che si intende lasciare per la finitura.

Generalmente esistono tre tipi di cicli di sgrossatura: Parallela all'asse X, parallela all'asse Z e parallela al profilo da ottenere.
Nella prossima lezione illustreremo due di questi tre cicli applicando una programmazione di un pezzo con il controllo Olivetti per il primo e con E.C.S per il secondo, infine analizzeremo i cicli di filettatura interni ed esterni.

Termina qui la quinta lezione del corso di C.n.c. Help on-line.

Arrivederci alla prossima lezione:

Programmazione di torni a CNC (parte seconda).

- Copyright © 2007 - Ferrarese Adolfo - Tutti i diritti riservati -