

**Benvenuti al  
corso di  
C.n.c.  
Help on-line**

# **Corso di controllo numerico (Cnc iso)**

**A cura di Ferrarese Adolfo.**

**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).

## Lezione 2

### Programmazione di macchine fresatrici e centri di lavoro a CNC (Parte prima).

#### Introduzione.

Ora che abbiamo imparato come inserire i comandi, dobbiamo imparare che cosa dire alla macchina per far eseguire le lavorazioni di cui abbiamo bisogno.

Ogni costruttore di controlli numerici inserisce funzioni che variano nel numero e anche, a parità di dato di parola, nel significato della funzione stessa, per questo motivo, in questa fase del corso spiegheremo le funzioni che sono in genere comuni a tutti i controlli numerici ma, in seguito, spiegando le varie funzioni, forniremo codici che si riferiscono solo ad alcune marche di CNC, e se non specificato, ci riferiremo al **CNC mitsubishi serie Meldas**.

Questo significa che, pur spiegando correttamente la funzione, non è detto che il numero del codice sia uguale a quello usato nella vostra macchina o che essa supporti quella funzione. Fate dunque sempre riferimento al manuale della macchina utensile.

#### Le funzioni.

Nella programmazione CNC a codice ISO, ci sono gruppi di comandi, ognuno dei quali esercita una "Funzione".

I codici del gruppo "G" sono dette "funzioni preparatorie", sono così chiamati perché non compiono alcuna azione ma hanno il compito di indicare alla macchina in che modo gli spostamenti dovranno essere eseguiti. Per esempio G00, indica alla macchina che la traslazione lineare di uno o più assi dovrà avvenire alla massima velocità consentita (Rapido).

Conosciamo dunque i primi comandi:

<b>G00</b>	Interpolazione lineare in rapido.
<b>G01</b>	Interpolazione lineare a velocità impostabile (lavoro).
<b>G02</b>	Interpolazione circolare in senso orario.
<b>G03</b>	Interpolazione circolare in senso antiorario.
<b>G04</b>	Tempo di sosta.
<b>G17</b>	Selezione piano X-Y con asse di lavoro Z.
<b>G18</b>	Selezione piano Z-X con asse di lavoro Y.
<b>G19</b>	Selezione piano Y-Z con asse di lavoro X.
<b>G40</b>	Fine compensazione raggio utensile.
<b>G41</b>	Compensazione raggio utensile sinistro.
<b>G42</b>	Compensazione raggio utensile destro.
<b>G43</b>	Offset lunghezza utensile (Per CNC Mitsubishi).
<b>G54</b>	Impostazione coordinate del pezzo.
<b>G90</b>	Assegnazione quote in assoluto.
<b>G91</b>	Assegnazione quote incrementali.

I codici del gruppo "M" sono detti "funzioni ausiliarie", questo perché sono comandi che svolgono azioni ausiliarie alla programmazione (arrestano l'esecuzione del programma, determinano la fine del programma ecc..) e alla lavorazione (attivano il mandrino, attivano il refrigerante ecc..). Ad eccezione di quelle indicate in seguito, sono tutte impostate dal costruttore della macchina utensile (ad esempio nei CNC Mitsubishi, M98 ed M99 sono dedicate ai sottoprogrammi).

Conosciamone alcune:

M00 Arresto stop programmato.  
 M01 Arresto opzionale.  
 M02 Fine programma senza riavvolgimento.  
 M03 Rotazione mandrino oraria.  
 M04 Rotazione mandrino antioraria.  
 M05 Stop rotazione mandrino.  
 M06 Cambio utensili.  
 M08 Start refrigerante.  
 M09 Stop refrigerante.  
 M30 Fine programma con riavvolgimento.

La differenza tra M00 ed M01 sta nel fatto che M00 arresta l'esecuzione del programma ed attende la pressione del tasto start del CNC, mentre M01 si comporta alla stessa maniera soltanto se è attivato l'apposito interruttore (se non è attivato: M01 verrà ignorato ed il programma normalmente proseguito). Questi comandi sono utili se abbiamo bisogno, in fase di lavorazione del pezzo, di rilevare l'esattezza di una misura; nel blocco dove incontra questi comandi il CN si arresta e attende un riavvio con il tasto start della macchina. Se dobbiamo controllare tutti i pezzi, useremo M00, se dobbiamo controllarne uno ogni tanto useremo M01; inserendo l'interruttore all'inizio della lavorazione di quel pezzo. Un'ultima considerazione: se inseriamo uno di questi due comandi all'interno di un blocco contenente altri codici, essi verranno eseguiti prima di arrestare il programma. In tutti i casi la lavorazione ripartirà dal blocco successivo.

La differenza tra M02 ed M30 sta nel fatto che M02 determina la fine del programma ma il controllo rimane pronto a ripartire dal blocco successivo, M30 termina il programma e si prepara a ripartire da inizio programma.

Oltre ai codici "M" e "G" utilizzeremo altri codici per impostare il programma.

X, Y, Z, Servono ad indicare quale asse deve muoversi.  
 T Richiamo utensile.  
 S Velocità giri del mandrino al minuto.  
 F Velocità di avanzamento degli assi al minuto.  
 D Compensazione raggio utensile.

La macchina ha dei codici "G" che sono attivi di default all'accensione e che quindi si possono omettere durante la programmazione (attenzione perché quando li disattiviamo, inserendo un codice dello stesso gruppo di appartenenza (vedi lezione 1) al bisogno, li dovremmo naturalmente richiamare in programma). Essi variano da macchina a macchina, inoltre su taluni CN si possono anche impostare come noi preferiamo; generalmente alcuni dei codici attivi all'accensione sono i seguenti:

G00 G17 G40 G54 G90 ecc.

**Modo G90 e G91.**

L'assegnazione delle quote, può essere determinata rispetto allo zero del pezzo: in questo caso si indicano le quote in **assoluto (G90)**. Esiste però un'altro modo per comunicare al CN una quota e all'occorrenza può essere più conveniente usare questo secondo metodo: il modo **incrementale (G91)**.

Le quote incrementali vengono indicate rispetto al punto in cui in quel momento sono posizionati gli assi, indipendentemente dallo zero pezzo. Questo modo di indicare le quote può talvolta semplificare la programmazione tuttavia, essendo un comando modale, occorre prestare attenzione ai successivi posizionamenti poiché vi è pericolo di collisioni. Escludete con G90 il comando G91 non appena terminate i posizionamenti in incrementale che vi servono.

In genere le quote si impostano in modo assoluto o incrementale nella misura in cui sono state inserite sul disegno del pezzo che dobbiamo lavorare; questo per ridurre al minimo la possibilità di errori.

Esempio:

Programma 1 con quote assolute	Programma 2 con quote incrementali
G90 G0 X135 Y100;	G90 G0 X135 Y100;
Z-30;	Z-30;
G1 F300 X185;	G91 G1 F300 X50;
X235;	/ X50;
X285;	X50;
X335;	X50;
N20 Z3;	N20 Z3;
M30;	M30;

I due programmi eseguono gli stessi posizionamenti, tuttavia assegnando quote incrementali la programmazione diventa più semplice in quanto nel primo programma abbiamo dovuto fare calcoli che nel secondo non abbiamo fatto, riducendo così la possibilità di errore. Attenzione al blocco 20 del programma 2, perchè con quote incrementali l'asse Z non si stacca dal pezzo a +3 (quota di sicurezza) ma si alza di 3 mm rispetto al punto in cui si trovava (-30) rimanendo così ancora a -27 (G91 modale) e quindi con rischio di collisioni col pezzo. Avremmo dunque dovuto inserire nel blocco 20 il codice G90.

Il blocco barrato (/) dà la possibilità di escludere l'esecuzione di quel blocco qualora l'apposito tasto sia inserito. Proseguendo nella lettura capirete meglio questa funzione.

## Le interpolazioni lineari.

Sono movimenti di uno o più assi che si spostano, dal punto in cui si trovano ad un punto programmabile, formando linee rette.

Esempio:

```
N5 T1 M06
N10 G17 G54 G90 G00 X0 Y0 S800 M3;
N15 Z-10;
N20 G01 F300 Y100 M8;
N30 X100;
/ N40 Y0;
N50 X0 Y0;
N60 M30;
```

Se eseguiamo questo programma avremo le seguenti azione da parte della macchina:

**Riga 5-** T1 Richiama l'utensile 1 dal cassetto portautensili ed M06 attiva il cambio utensile.

**Riga 10-** Traslazione lineare in rapido dal punto attuale ad X ed Y 0 rispetto allo zero del pezzo(G54) accensione mandrino con rotazione in senso orario ad 800 giri al minuto.  
(Pur se la macchina probabilmente ha già attivi tutti i comandi G che abbiamo inserito, nel dubbio consigliamo di inserire i codici una volta in più per sicurezza).

**Riga 15-** Porta l'asse Z a -10 rispetto allo zero pezzo (G00 modale).

**Riga 20-** Traslazione a velocità lavoro (300 mm minuto) dell'asse Y a +100 mm ed inserimento refrigerante.

**Riga 30-** Traslazione a velocità lavoro (G1 modale) dell'asse X a +100 mm.

**Riga 40-** Traslazione a velocità lavoro (G1 modale) dell'asse Y a 0 mm (con possibile esclusione di quel posizionamento [blocco barrato] ).

**Riga 50-** Traslazione a velocità lavoro (G1 modale) dell'asse X a 0 mm e con l'asse Y a 0 mm.

**Riga 60-** fine programma.

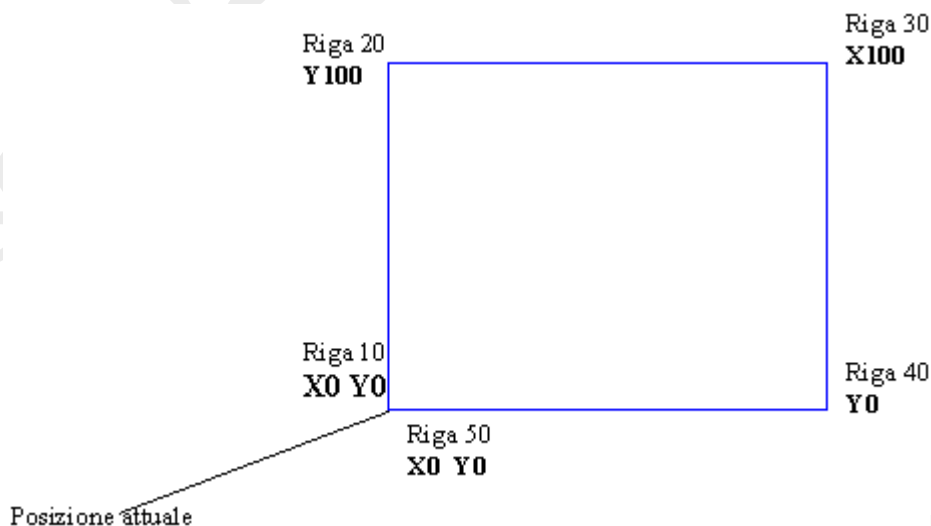


FIGURA 1

Si noti che i codici M sono stati inseriti uno per blocco, questo perché spesso i CN considerano solo un codice M per blocco (e quindi l'ultimo inserito) inoltre, alla fine del programma, sono stati omessi M9 ed M5 perché M30 arresta il mandrino e chiude i refrigeranti automaticamente. Con questo semplice programma abbiamo eseguito una contornatura di un pezzo quadrato.

Ultima osservazione: Il blocco 40 è barrato, se inseriamo l'apposito interruttore tale spostamento non verrà eseguito, ottenendo il risultato della figura 2.

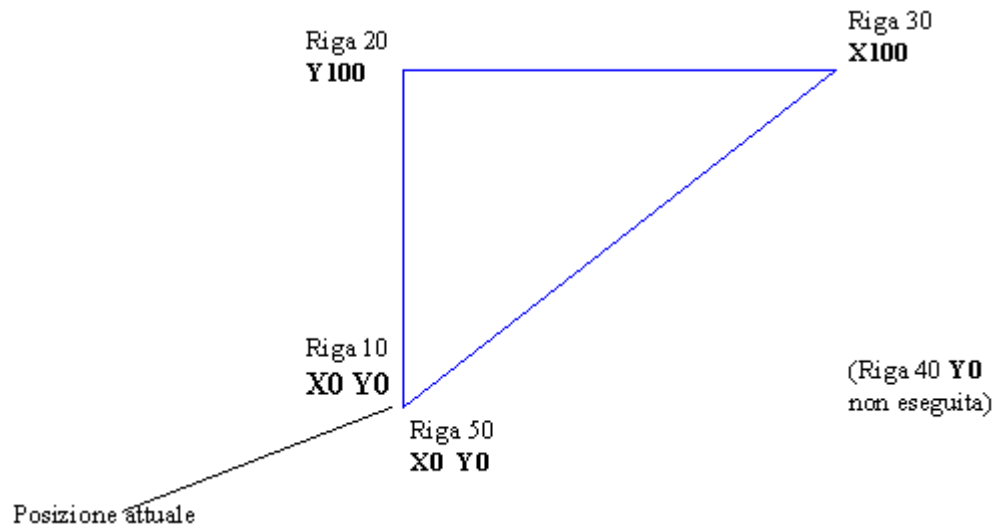


FIGURA 2

Questo è il modo standard di programmazione ma i CN offrono la possibilità di semplificare la scrittura dei blocchi omettendo alcuni caratteri:

1- Il numero dei blocchi può essere omesso e si utilizza solo se prevediamo di dover ripartire, in fase di programmazione da quel blocco. Infatti i CN hanno una funzione di ricerca blocco che permette di ripartire anche da metà programma.

2- Lo zero iniziale può essere omesso ( G01 = G1 ecc.) ma quello dopo una cifra deve essere inserito ( in M30 non si può omettere lo zero perché diventerebbe M3 che ha un'altro significato)

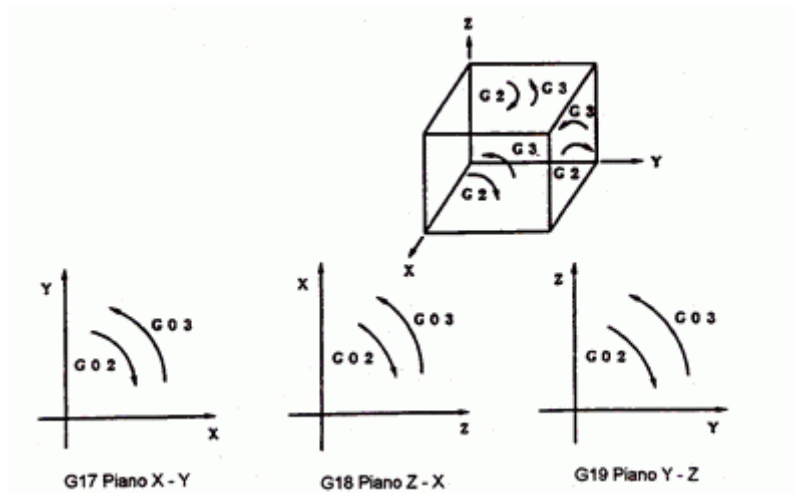
3- In molti CN (consultare il manuale della vostra macchina utensile) i comandi con dato di parola con tutti zeri, possono essere tutti omessi:

**M00 = M**  
**G00 = G**  
**X0 = X**  
**Y0 = Y**  
**Z0 = Z**  
**ecc.**

## Le interpolazioni circolari.

### Definizione dell'interpolazione con il raggio.

**G17**, **G18**, **G19** indicano il piano su cui l'utensile viene spostato quando si esegue un'interpolazione circolare; **G17** è impostato di default e si può omettere, esso indica che la traslazione circolare avverrà muovendo gli assi X ed Y mentre l'asse Z rimarrà fermo.



Le interpolazioni circolari sono movimenti di due assi che si spostano, dal punto in cui si trovano ad un punto programmabile, formando archi di cerchio o cerchi completi; esse possono avvenire in senso orario oppure antiorario.

Il comando **G2** muove in senso orario **G3** in senso antiorario





Ci sono vari modi per definire un'interpolazione circolare:

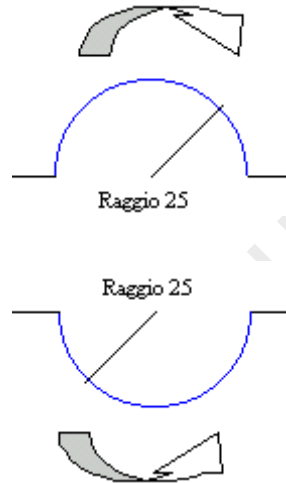
Se vogliamo definire un arco di cerchio possiamo indicare il punto di partenza, il punto di arrivo e il raggio dell'arco. Per definire il raggio si usa la lettera R oppure la lettera U ( vedi il manuale della macchina utensile).

Esempio:

```
G0 X0 Y0;
G17 G2 F300 X50 Y0 R25;
```

Si ottiene un semicerchio di raggio 25 in senso orario.

Se sostituiamo G2 con G3 otteniamo il semicerchio seguente:



Se sostituiamo il raggio 25 con uno più piccolo avremmo un errore in quanto uno spostamento di 50 mm consente minimo un raggio della metà ( $50 : 2 = 25$ ) ma se inseriamo un raggio più grande formeremo anziché un semicerchio un arco di cerchio.

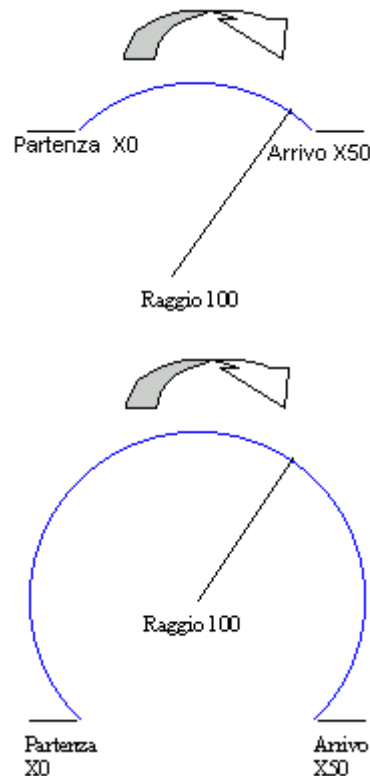
Esempio:

```
G0 X0 Y0;
G17 G2 F300 X50 Y0 R100;
```

Infine, per indicare archi di cerchio superiori a 180 gradi dobbiamo indicare R come dato negativo.

Esempio:

```
G0 X0 Y0;
G17 G2 F300 X50 Y0 R-100;
```



**Definizione dell'interpolazione con i parametri di interpolazione.**

Con l'inserimento del raggio, eseguire interpolazioni circolari é abbastanza semplice, tuttavia con questo metodo non è possibile programmare cerchi completi (almeno non con una sola istruzione), per questo è importante imparare il metodo che vi verrà ampiamente descritto nella prossima lezione.

Questo metodo, seppur più complesso, è il più efficace in quanto ci permette di programmare cerchi completi ma anche interpolazioni elicoidali con una sola riga di istruzioni.

Per il momento memorizzate quanto segue:

Gli assi **X**, **Y**, **Z**, possiedono un indirizzo ciascuno che serve a dichiarare le coordinate del centro dell'arco. Essi sono denominati parametri di interpolazione e sono così assegnati.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>

Mentre gli indirizzi **X**, **Y**, **Z**, possono essere assegnati sia in assoluto sia in incrementale, i parametri di interpolazione devono sottostare a quanto segue:

Devono essere dichiarati dopo gli indirizzi **X**, **Y**, **Z**; possono essere omessi ( se l'interpolazione avviene in **X** e **Y** si useranno soltanto i parametri di quei due assi ovvero **I** e **J**). Vanno inseriti sempre nella giusta sequenza (**I**, **J**, **K**,) e vanno dichiarati sempre con valori incrementali a partire dal punto iniziale dell'arco.

[Termina qui la seconda lezione del corso di C.n.c. Help on-line.](#)

Arrivederci alla prossima lezione:

**Programmazione di macchine fresatrici e centri di lavoro a CNC. parte seconda.**