



Il linguaggio G-code RS274 Manuale di Programmazione

SOMMARIO

1 INTRODUZIONE	4
1.1 Premessa	4
1.2 Il linguaggio RS274/NGC	4
2 CENNI GENERALI SUI CENTRI DI LAVORO	4
2.1 Principali componenti meccanici di un centro di lavoro	4
2.1.1 Assi lineari	4
2.1.2 Assi rotativi	4
2.1.3 Elettromandrino	4
2.1.4 Raffreddamento	5
2.1.5 Sistema di alimentazione	5
2.1.6 Magazzino utensili	5
2.1.7 Cambio utensile	5
2.1.8 Feed e Speed Override	5
2.1.9 Pulsante di Pausa e Stop opzionali	5
2.2 Componenti di Controllo e Dati	5
2.2.1 Assi lineari	5
2.2.2 Assi Rotazionali	5
2.2.3 Punto controllato	5
2.2.4 Moto lineare coordinato	5
2.2.5 Velocità di lavoro (feed rate)	6
2.2.6 Movimento Circolare	6
2.2.7 Raffreddamento	6
2.2.8 Pausa (Dwell)	6
2.2.9 Unità	6
2.2.10 Posizione corrente	6
2.2.11 Piano selezionato	7
2.2.12 Magazzino utensili	7
2.2.13 Cambio utensile	7
2.2.14 Alimentatore	7
2.2.15 Regolazione di velocità (feed override)	7
2.3 File libreria utensili	7
3 IL LINGUAGGIO RS274	8
3.1 Parametri	8
3.2 Sistema di coordinate	9
3.3 Formato di una linea	9
3.3.1 Numeri di riga	9
3.3.2 Parole	9
3.3.3 Numeri	10
3.3.4 Valore dei parametri	10
3.3.5 Espressioni e operazioni binarie	11
3.3.6 Operazione unaria	11
3.3.7 Impostazione dei parametri	11
3.3.8 Commenti e messaggi	12
3.3.9 Ripetizione degli elementi	12
3.3.10 Ordine degli elementi	12
3.3.11 Comandi e modalità macchina	12
3.3.12 Gruppi modali	12
3.4 Codici G	13

3.4.1 Movimento lineare rapido – G0.....	15
3.4.2 Movimento lineare a velocità di avanzamento – G1.....	15
3.4.3 Arco a velocità di avanzamento – G2 e G3.....	15
3.4.4 Arco con formato raggio.....	15
3.4.5 Arco con formato centro.....	16
3.4.6 Pausa – G4.....	16
3.4.7 Impostazione dati Sistemi di Coordinate – G10.....	16
3.4.8 Selezione del piano – G17, G18 e G19.....	17
3.4.9 Unità di lunghezza – G20 e G21.....	17
3.4.10 Ritorno a Home – G28 e G30.....	17
3.4.11 Compensazione raggio utensile – G40, G41 e G42.....	17
3.4.12 Offset lunghezza utensile – G43 e G49.....	18
3.4.13 Movimenti in coordinate assolute – G53.....	18
3.4.14 Selezione del Sistema di Coordinate – G54 a G59.3.....	18
3.4.15 Cancella la modalità Modale – G80.....	18
3.4.16 Cicli (canned cycles) – G81 a G89.....	19
3.4.17 Movimenti preliminari e intermedi.....	20
3.4.18 Ciclo G81.....	20
3.4.19 Ciclo G82.....	21
3.4.20 Ciclo G83.....	21
3.4.21 Ciclo G84.....	21
3.4.22 Ciclo G85.....	22
3.4.23 Ciclo G86.....	22
3.4.24 Ciclo G87.....	22
3.4.25 Ciclo G88.....	23
3.4.26 Ciclo G89.....	23
3.4.27 Imposta il modo distanza – G90 e G91.....	23
3.4.28 Offset dei Sistemi di Coordinate – G92, G92.1, G92.2, G92.3.....	23
3.4.29 Impostazione della modalità di velocità di avanzamento – G93 e G94.....	24
3.4.30 Imposta il livello di ritorno dei Cicli – G98 e G99.....	24
3.5 Codici input M.....	25
3.5.1 Arresto e fine programma – M0, M1, M2, M30, M60.....	25
3.5.2 Controllo dell'elettromandrino – M3, M4, M5.....	25
3.5.3 Cambio utensile – M6.....	26
3.5.4 Controllo raffreddamento – M7, M8, M9.....	26
3.5.5 Controllo override – M48 e M49.....	26
3.6 Altri codici di input.....	26
3.6.1 Impostazione velocità di avanzamento (feed rate) – F.....	26
3.6.2 Impostazione velocità di rotazione elettromandrino – S.....	26
3.6.3 Seleziona utensile – T.....	27
3.7 Ordine di esecuzione.....	27
APPENDICE A	28
Compensazione raggio utensile.....	28
Istruzioni di programma.....	29
Contorno bordo materiale.....	29
Programmazione i movimenti di ingresso.....	30
Metodo generale.....	30
Percorso nominale del contorno.....	32
Errori di programmazione e limiti.....	33
Primo movimento in compensazione raggio utensile.....	35

1 Introduzione

1.1 Premessa

Il presente documento è stato realizzato traducendo liberamente parti del documento RS274/NGC versione 3 del Intelligent System Division National Institute of Standards and Technologies. Al fine di permettere al lettore di lingua italiana un maggiore approfondimento sulle possibilità del linguaggio g-code RS274/NGC.

Il linguaggio RS274 è un linguaggio di programmazione per macchine utensili NC (Numerically Controlled) in uso da molti anni. Lo standard più recente è l'RS274-D, che fu completato nel 1979, è descritto nel documento "EIA Standard EIA-274-D" dalla Electronic Industries Association [EIA]. La maggior parte delle macchine NC utilizzano programmi scritti in RS274. Le implementazioni del linguaggio differiscono da macchina a macchina ed ogni costruttore adotta "dialetti" ed implementazioni diverse che possono rendere, talvolta, incompatibili tra loro, programmi generati su macchine diverse.

1.2 Il linguaggio RS274/NGC.

L'architettura del linguaggio NGC ha diverse parti indipendenti, una delle quali è costituita dalle specifiche l'RS274/NGC, un linguaggio per macchine a controllo numerico. Le specifiche furono originariamente pubblicate in agosto del 1992 e preparate dalla società Allen-Bradley. Una seconda stesura del documento fu pubblicata nel 1994 dal "National Center for Manufacturing Sciences" sotto il nome "The Next Generation Controller Part programming Functional Specification (RS-274/NGC)".

Nel 1993 il NIST (National Institute for Standard and Technologies) sviluppò un interprete di comandi RS274/NGC chiamandolo NIST RS274/NGC Interpreter con la caratteristica di essere compatibile con programmi scritti per controller Fanuc.

Attualmente il NIST RS274/NGC è parte integrante del progetto EMC (Enhanced Machine Controller) che fu sviluppato in collaborazione con diverse industrie meccaniche come la General Motors.

2 Cenni generali sui centri di lavoro

2.1 Principali componenti meccanici di un centro di lavoro

2.1.1 Assi lineari

Un centro di lavoro ha meccanismi indipendenti per produrre un moto lineare dell'utensile e del pezzo da lavorare nelle tre diverse direzioni. Questi sono X, Y e Z.

2.1.2 Assi rotativi

Tre meccanismi indipendenti producono rotazioni relative del pezzo da lavorare e dell'utensile attorno ad un asse. Questi meccanismi (spesso tavole rotanti su cui il pezzo da lavorare è montato o un tamburo su cui l'elettromandrino è montato) vengono chiamati assi rotazionali ed etichettati A, B e C. L'asse A è parallelo all'asse X. B è parallelo all'asse Y, e C è parallelo all'asse Z. Ogni meccanismo rotazionale può avere o no un limite meccanico nel suo moto di rotazione.

2.1.3 Elettromandrino

Un centro di lavoro ha un elettromandrino che fissa un utensile da taglio, una sonda o altri dispositivi. L'elettromandrino ruota in entrambi le direzioni, e può essere fatto ruotare a velocità costante che può essere variata. Ad eccezione delle macchine in cui l'elettromandrino può essere mosso ruotando un asse, l'asse dell'elettromandrino viene mantenuto parallelo all'asse Z ed è coincidente con l'asse Z quando X e Y sono a zero. L'elettromandrino può essere fermato in una determinata orientazione o fermato senza specificare alcuna orientazione.

2.1.4 Raffreddamento

Un centro di lavoro ha componenti per provvedere alla nebulizzazione di un refrigerante e/o al flussaggio del refrigerante.

2.1.5 Sistema di alimentazione

Un centro di lavoro ha un sistema di alimentazione mobile costituito da due diversi pallet sui quali è possibile fissare i pezzi da lavorare. Un solo pallet alla volta viene posizionato per la lavorazione permettendo di caricare un nuovo pezzo sul pallet disponibile mentre il primo è in lavorazione.

2.1.6 Magazzino utensili

Un centro di lavoro ha un magazzino utensili con sedi opportune (*slot*) per tenere in posizione diversi utensili.

2.1.7 Cambio utensile

Un centro di lavoro ha un meccanismo per cambiare gli utensili (fissati nei portautensili) tra il magazzino utensili e l'elettromandrino.

2.1.8 Feed e Speed Override

Un centro di lavoro ha due dispositivi di regolazione indipendenti che permettono all'operatore di modificare la velocità di lavorazione e di rotazione dell'elettromandrino di una percentuale rispetto al valore programmato (*Override*).

2.1.9 Pulsante di Pausa e Stop opzionali

Un centro di lavoro ha un pulsante di Stop e uno di Pausa.

2.2 Componenti di Controllo e Dati

2.2.1 Assi lineari

Gli assi X, Y e Z formano un sistema di coordinate standard (destrorso) ortogonali e lineari. Le posizioni di questi tre assi lineari sono espresse usando le loro coordinate.

2.2.2 Assi Rotazionali

Gli assi Rotazionali si misurano in gradi in cui la direzione positiva è antioraria se vista dal lato positivo dell'asse a cui è parallelo. Questi assi possono girare in entrambi i sensi in modo infinito.

2.2.3 Punto controllato

Il punto controllato è il punto la cui posizione e velocità di moto sono controllati. Quando l'offset utensile è zero (il valore predefinito), questo è un punto sull'asse dell'elettromandrino ed è generalmente sulla punta dell'utensile che è fissato sull'elettromandrino. Questa posizione può essere mossa lungo l'asse dell'elettromandrino aggiungendo un valore all'offset dell'utensile. Generalmente l'offset utensile è il valore che sposta il punto controllato sulla punta dell'utensile.

2.2.4 Moto lineare coordinato

Per muovere un utensile lungo un percorso specificato, un centro di lavoro deve spesso coordinare il movimento di più assi. Si usa quindi il termine "movimento lineare coordinato" per descrivere la situazione in cui ogni asse muove ad una velocità costante e tutti gli assi muovono dal loro punto di partenza alla posizione finale allo stesso tempo. Se solo l'asse X, Y e Z (o uno qualsiasi o due di loro) si muovono, questo produce un movimento in una linea retta, da cui la parola "lineare" nel termine. In pratica, è spesso

impossibile mantenere velocità costante perché è richiesta una accelerazione e decelerazione all'inizio e alla fine del moto. E' tuttavia possibile controllare gli assi in modo che in qualsiasi momento ogni asse abbia completato la stessa frazione del moto richiesto degli altri assi. Questo fa muovere l'utensile lungo il percorso e quindi questo moto viene chiamato moto lineare coordinato.

Il moto lineare coordinato viene eseguito alla velocità programmata di lavorazione (*feed rate*) o alla velocità rapida (*traverse rate*). Se un limite fisico dell'asse rende la velocità desiderata impraticabile, tutti gli assi vengono rallentati per mantenere il percorso desiderato.

2.2.5 Velocità di lavoro (*feed rate*)

La velocità alla quale il punto controllato o gli assi si muovono è generalmente un valore stabilito dall'utente.

- Per movimenti che coinvolgono gli assi X, Y e Z (con o senza il movimento simultaneo degli assi rotativi), la velocità di lavoro è l'unità di lunghezza al minuto lungo il percorso XYZ programmato, come se gli assi rotazionali non fossero programmati.
- Per il moto di un asse rotazionale con X, Y e Z fermi, la velocità di lavoro è espressa in gradi al minuto.
- Per il movimento di due o tre assi rotazionali con X, Y e Z fermi, la velocità è applicata come segue Sia dA, dB e dC gli angoli in gradi per cui devono essere mossi gli assi A, B e C. Sia $D = \sqrt{(dA)^2 + (dB)^2 + (dC)^2}$. Concettualmente D è la misura del moto angolare totale. Sia T il tempo richiesto per muovere D gradi all'attuale velocità di lavoro in gradi al minuto. Gli assi rotazionali devono essere mossi in moto lineare coordinato in modo che il tempo trascorso tra l'inizio e la fine del moto sia T più il tempo richiesto per l'accelerazione e la decelerazione.

2.2.6 Movimento Circolare

Qualsiasi coppia degli assi lineari (XY, YZ, XZ) può essere controllata per muoversi in modo circolare sul piano della coppia di assi. Mentre questo avviene, il terzo asse lineare e gli assi rotazionali possono essere controllati per muoversi simultaneamente a velocità costante. Come nel moto coordinato lineare, il moto può essere coordinato in modo che l'accelerazione e la decelerazione non modifichi il percorso.

Se gli assi rotazionali non si muovono ma il terzo asse si muove la traiettoria del percorso è una elica.

2.2.7 Raffreddamento

Il flusso raffreddante o il nebulizzatore possono essere attivati indipendentemente. Il linguaggio RS274/NGC spegne entrambi contemporaneamente.

2.2.8 Pausa (Dwell)

Un centro di lavoro può essere programmato per rimanere in posizione per un tempo specificato. L'uso più comune delle pause è per rompere ed eliminare i trucioli perché l'elettromandrino continua a girare mentre gli assi sono fermi.

2.2.9 Unità

Le unità per le distanze lungo gli assi X, Y e Z possono essere misurate in millimetri o in pollici. Le unità per altre quantità coinvolte nel controllo non possono essere cambiate. Diverse quantità usano diverse specifiche unità. La velocità di rotazione dell'elettromandrino si misura in rivoluzioni al minuto. Le posizioni degli assi rotazionali si misurano in gradi. Le velocità di lavoro si misurano in unità scelta al minuto o in gradi al minuto.

2.2.10 Posizione corrente

Il punto controllato è sempre in una qualche posizione chiamata "posizione corrente" e il controller sa sempre dove è. I numeri che rappresentano la posizione corrente possono essere modificati solo in assenza di ogni movimento degli assi se uno o più eventi accadono:

1. Le unità vengono cambiate
2. L'offset utensile viene cambiato
3. Il sistema di coordinate viene cambiato

2.2.11 Piano selezionato

Esiste sempre un “piano selezionato”, che deve essere XY o YZ o XZ del centro di lavoro. L’asse Z è, ovviamente, perpendicolare all’asse XY, l’asse X al YZ e l’asse Y al piano XZ.

2.2.12 Magazzino utensili

Un utensile o zero viene assegnato in ogni posto del magazzino.

2.2.13 Cambio utensile

Un centro di lavoro può essere comandato per cambiare gli utensili.

2.2.14 Alimentatore

Due pallet possono essere scambiati con l’aiuto di comandi.

2.2.15 Regolazione di velocità (*feed override*)

I controlli di velocità possono essere abilitati o disabilitati in modo che possano avere o meno effetto sulla velocità di avanzamento o dell’elettromandrino. Il linguaggio RS274/NGC ha un comando che abilita entrambi i controlli e un comando che li disabilita entrambi.

2.3 File libreria utensili

Un file di utensili è richiesto per l’interprete dei comandi. Il file indica quale utensile è presente in una determinata posizione del magazzino, la sua lunghezza e il suo diametro.

Il formato del file utensili è mostrato in Tabella 1.

Ogni riga contiene i dati per un utensile. Ogni linea ha cinque campi. I primi quattro sono obbligatori. Il quinto ed ultimo è opzionale ed è un commento.

La colonna “**POCKET**” contiene un intero senza segno che rappresenta il numero di “tasca” (alloggiamento utensile) nel magazzino in cui l’utensile è posizionato. I valori di questa colonna devono essere tutti differenti.

La colonna “**FMS**” contiene un intero senza segno che rappresenta un numero di codice per l’utensile. Qualsiasi codice può essere usato per un utensile.

La colonna “**TLO**” contiene un numero reale che rappresenta l’offset della lunghezza utensile. Questo numero verrà usato quando verranno usate l’offset utensile e l’utensile sarà selezionato. Questo è normalmente un numero reale positivo, può essere zero.

La colonna “**DIAM**” contiene un numero reale. Questo numero viene usato soltanto se la compensazione utensile è attiva. Il percorso programmato durante la compensazione è il bordo del materiale da tagliare, il valore deve essere un numero positivo e rappresenta il diametro dell’utensile.

La colonna “**COMMENT**” può essere usata per scrivere un commento che descrive l’utensile.

POCKET	FMS	TLO	DIAMETER	COMMENT
1	1	2.0	1	
2	2	1	0.2	
5	5	1.5	0.25	Endmill
10	10	2.4	-0.3	For testing
21	21	173.740	0	1/2" spot drill
32	32	247.615	0	8.5 mm drill
..
Tabella 1				

3 Il linguaggio RS274

3.1 Parametri

Il linguaggio RS274/NGC comprende un array di 5400 parametri numerici, molti dei quali hanno un uso specifico. I parametri sono permanenti e devono rimanere con il loro valore anche se il centro di lavoro o macchina vengono spenti. Per questa ragione i parametri vengono scritti su un file che viene letto all'avvio e scritto in chiusura.

Numero del parametro	Valore del parametro	Commento	Numero del parametro	Valore del parametro	Commento
5161	0.0	G28 home X	5281	0.0	coord. system 4 X
5162	0.0	G28 home Y	5282	0.0	coord. system 4 Y
5163	0.0	G28 home Z	5283	0.0	coord. system 4 Z
5164	0.0	G28 home A	5284	0.0	coord. system 4 A
5165	0.0	G28 home B	5285	0.0	coord. system 4 B
5166	0.0	G28 home C	5286	0.0	coord. system 4 C
5181	0.0	G30 home X	5301	0.0	coord. system 5 X
5182	0.0	G30 home Y	5302	0.0	coord. system 5 Y
5183	0.0	G30 home Z	5303	0.0	coord. system 5 Z
5184	0.0	G30 home A	5304	0.0	coord. system 5 A
5185	0.0	G30 home B	5305	0.0	coord. system 5 B
5186	0.0	G30 home C	5306	0.0	coord. system 5 C
5211	0.0	G92 offset X	5321	0.0	coord. system 6 X
5212	0.0	G92 offset Y	5322	0.0	coord. system 6 Y
5213	0.0	G92 offset Z	5323	0.0	coord. system 6 Z
5214	0.0	G92 offset A	5324	0.0	coord. system 6 A
5215	0.0	G92 offset B	5325	0.0	coord. system 6 B
5216	0.0	G92 offset C	5326	0.0	coord. system 6 C
5220	1.0	coord. system number	5341	0.0	coord. system 7 X
5221	0.0	coord. system 1 X	5342	0.0	coord. system 7 Y
5222	0.0	coord. system 1 Y	5343	0.0	coord. system 7 Z
5223	0.0	coord. system 1 Z	5344	0.0	coord. system 7 A
5224	0.0	coord. system 1 A	5345	0.0	coord. system 7 B
5225	0.0	coord. system 1 B	5346	0.0	coord. system 7 C
5226	0.0	coord. system 1 C	5361	0.0	coord. system 8 X
5241	0.0	coord. system 2 X	5362	0.0	coord. system 8 Y
5242	0.0	coord. system 2 Y	5363	0.0	coord. system 8 Z
5243	0.0	coord. system 2 Z	5364	0.0	coord. system 8 A
5244	0.0	coord. system 2 A	5365	0.0	coord. system 8 B
5245	0.0	coord. system 2 B	5366	0.0	coord. system 8 C
5246	0.0	coord. system 2 C	5381	0.0	coord. system 9 X
5261	0.0	coord. system 3 X	5382	0.0	coord. system 9 Y
5262	0.0	coord. system 3 Y	5383	0.0	coord. system 9 Z
5263	0.0	coord. system 3 Z	5384	0.0	coord. system 9 A
5264	0.0	coord. system 3 A	5385	0.0	coord. system 9 B
5265	0.0	coord. system 3 B	5386	0.0	coord. system 9 C
5266	0.0	coord. system 3 C			

Tabella 2 File parametri predefinito

Il file attuale è in tre colonne. I valori di A, B e C sono condizionali. I commenti sono opzionali. Tutti i parametri in questo file sono richiesti. Tutti i valori sono impostati a 0.0 eccetto per 5220 che è impostato a 1.0.

3.2 Sistema di coordinate

Nel linguaggio RS274/NGC il centro di lavoro ha un sistema di coordinate assoluto e nove sistemi di coordinate di programma.

L'utente può impostare l'offset dei nove sistemi di coordinate di programma usando G10 L2 Pn (n è il numero del sistema di coordinate) con valori per gli assi in termini di sistema di coordinate assoluto.

L'utente può selezionare uno dei nove sistemi usando G54, G55, G56, G57, G58, G59, G59.1, G59.2 o G59.3. Non è possibile selezionare il sistema di coordinate assolute direttamente (un sistema deve essere sempre selezionato).

Si può dare un offset al sistema di coordinate corrente con G92 o G92.3. Questo offset si applicherà ai 9 sistemi di coordinate di programma. Questo offset può essere cancellato con G92.1 o G92.2.

Si possono fare movimenti lineari nel sistema di coordinate macchina assoluto usando G53 con G0 e G1.

Durante l'inizializzazione il sistema di coordinate predefinito è specificato dal parametro 5220. Un valore di 1 significa che è selezionato il primo sistema di coordinate (G54), un valore di 2 seleziona il secondo (G55) e così via. E' un errore se il parametro 5220 è un valore diverso dai valori tra 1 e 9.

3.3 Formato di una linea

Una linea di input RS274/NGC accettabile consiste nei seguenti, in ordine, con la restrizione che il numero di caratteri non deve essere superiore a 256.

1. un carattere opzionale di cancellazione blocco che è il carattere “/”
2. un numero di riga opzionale
3. qualsiasi numero di parole, impostazione parametri e commenti
4. un carattere di fine riga (ritorno carrello o avanzamento riga o entrambi)

Qualsiasi input non esplicitamente permesso è illegale e causerà una segnalazione di errore da parte dell'interprete.

Spazi e tabulazione sono ammessi ovunque in una linea di codice e non cambiano il significato di una linea, fatta eccezione dei commenti. Questo rende qualche stranezza nella riga di input legale. La linea “g0x +0.1234y 7” è equivalente a “g0 x+0.1234 y7” per esempio.

Righe vuote sono permesse in input. Queste verranno ignorate.

La riga di input è insensibile ai caratteri maiuscole/minuscole.

3.3.1 Numeri di riga

Un numero di riga è la lettera N seguita da un numero intero senza segno tra 0 e 99999 con non più di cinque caratteri (000009 non è valido per esempio). I numeri di riga possono essere ripetuti o usati fuori ordine tuttavia tale uso è da evitare. I numeri di riga possono essere anche saltati, cosa che è normale nella pratica. Il numero di riga non è richiesto ma se usato deve essere al suo posto.

3.3.2 Parole

Una parola è una lettera diversa seguita da un numero reale.

Le parole possono iniziare con una qualsiasi delle lettere mostrate in Tabella 3. La tabella include N per completezza, benché, come definito prima, i numeri di riga non sono parole. Diverse lettere (I,J,K,L,P,R) possono avere diversi significati in contesti diversi.

Lettera	Significato
A	Asse A della macchina
B	Asse B della macchina
C	Asse C della macchina
D	Numero di compensazione raggio dell'utensile
F	Velocità di avanzamento
G	Funzione Generale (vedi Tabella 5)
H	Indice dell'offset lunghezza utensile
I	Offset dell'asse X per gli archi offset X in G87 cicli di foratura
J	Offset dell'asse Y per gli archi offset Y in G87 cicli di foratura
K	Offset dell'asse Z per gli archi offset Z in G87 cicli di foratura
L	Numero di ripetizioni in cicli di foratura e parola chiave usata con G10
M	Funzione mista (<i>Miscellaneous</i>) (vedi Tabella 7)
N	Numero di riga
P	Pausa in cicli foratura (P sta per parametro) Pausa temporizzata con G4 Parola chiave usato con G10
Q	Incremento di avanzamento in cicli G83
R	Raggio dell'arco Piano del ciclo foratura
S	Velocità di rotazione dell'elettromandrino
T	Selezione utensile
X	Asse X della macchina
Y	Asse Y della macchina
Z	Asse Z della macchina

Tabella 3. Lettere iniziali delle parole

Un valore reale è una collezione di caratteri che possono essere processati per diventare un numero. Un valore reale può essere un numero esplicito (come 341 o -0.8807), il valore di un parametro, una espressione, oppure una operazione matematica. Le definizioni di queste seguono immediatamente.

3.3.3 Numeri

Le seguenti regole sono usate per i numeri espliciti. In queste regole una cifra è un singolo carattere da 0 a 9.

- Un numero consiste di un segno più o meno opzionale, seguito da zero a molte cifre, seguite, possibilmente, da un punto decimale, seguito da zero o molte cifre, purché ci sia almeno una cifra nel numero.
- Ci sono due tipi di numeri: interi e decimali. Un intero non ha punto decimale in esso; un decimale lo ha.
- I numeri possono avere qualsiasi numero di cifre, soggetto alla limitazione nella lunghezza della riga. Solo circa diciassette cifre significative possono essere mantenute (sufficiente per tutte le applicazioni conosciute).
- Un numero diverso da zero senza segno precedente il numero si assume come positivo.

Si noti che zeri iniziali (prima del punto decimale e la prima cifra non uguale a zero) e finali (dopo il punto decimale e dopo l'ultima cifra decimale) sono permessi ma non richiesti. Un numero scritto con zeri iniziali o finali avrà lo stesso valore che avrebbe senza tali zeri.

3.3.4 Valore dei parametri

Il valore di un parametro è il carattere cancelletto # seguito da un numero reale. Il numero reale deve risultare in un intero da 1 a 5399. L'intero è il numero del parametro e il valore del parametro sarà il numero memorizzato nel parametro stesso.

Il carattere # ha precedenza sulle altre operazioni, in modo che, per esempio, #1+2 significa il numero trovato aggiungendo 2 al valore trovato nel parametro 1, non il valore trovato nel parametro 3. Ovviamente, #[1+2] significa il valore trovato nel parametro 3. Il carattere # può essere ripetuto; per esempio ##2 significa il valore del parametro il cui indice è il numero intero del parametro 2.

3.3.5 Espressioni e operazioni binarie

Una espressione è un set di caratteri iniziati con la parentesi quadra [e finendo con la parentesi quadra chiusa]. Tra le parentesi possono esserci numeri, valori di parametri, operazioni matematiche, e altre espressioni. Una espressione può essere valutata per produrre un numero. L'espressione in una linea viene valutata quando la linea viene letta, prima che qualsiasi comando della linea venga eseguito. Un esempio di espressione è [1 + acos[0] – [#3 ** [4.0/2]]].

Le operazioni binarie sono possibili soltanto all'interno di espressioni. Nove espressioni binarie sono definite. Ci sono quattro matematiche di base: addizione (+), sottrazione (-), moltiplicazione (*), e divisione (/). Ci sono tre operazioni logiche: or non-esclusivo (OR), or esclusivo (XOR) e l'and logico (AND). L'ottava operazione è quella di modulo (MOD). La nona operazione è la potenza (**) dove il numero a sinistra viene elevato alla potenza del numero a destra.

Le operazioni binarie sono divise in tre gruppi. Il primo gruppo è potenza. Il secondo gruppo è: moltiplicazione, divisione e modulo. Il terzo gruppo è: addizione, sottrazione, or logico, xor logico e and logico. Se le operazioni sono miste tra loro (per esempio l'espressione [2.0/3 * 1.5 – 4.4 / 11.0]), le operazioni del primo gruppo devono essere eseguite prima delle operazioni nel secondo gruppo e le operazioni del secondo gruppo prima di quelle del terzo gruppo. Se una espressione contiene più di una operazione del primo gruppo (come la / prima di * nell'esempio), l'operazione a sinistra verrà eseguita prima. Così l'esempio è equivalente a [(2.0/3) * 1.5] – (4.4/11.0), che si semplifica con [1,0 – 0.5].

Le operazioni logiche e il modulo devono essere fatte solo su numeri reali, non solo su interi. Il numero zero è equivalente a un valore logico falso. Qualsiasi valore diverso da zero è equivalente a un valore logico vero.

3.3.6 Operazione unaria

Una operazione unaria può essere "ATAN" seguita da una espressione divisa per un'altra espressione (per esempio "ATAN[2]/[1+3]"]) o qualsiasi altra operazione unaria seguita da una espressione (esempio SIN[90]). Le operazioni unarie sono: ABS (valore assoluto), ACOS (arco coseno), ASIN (arco seno), COS (coseno), EXP (e elevato alla potenza data), FIX (arrotondamento per difetto), FUP (arrotondamento per eccesso), LN (logaritmo naturale), ROUND (arrotondamento all'intero più vicino), SIN (seno), SQRT (radice quadrata) e TAN (tangente). Gli argomenti delle operazioni unarie che accettano misure di angolo (SO, SIN e TAN) sono in gradi. I valori ritornati dalle operazioni che ritornano angoli (ACOS, ASIN e ATAN) sono anche questi in gradi

L'operazione FIX arrotonda verso sinistra (meno positivo o più negativo) un numero, così che FIX[2.8] ritorna 2 e FIX[-2.8] ritorna -3, per esempio. L'operazione FUP arrotonda verso destra (più positivo o meno negativo) un numero; FUP[2.8]=3 e FUP[-2.8]=-2 per esempio.

3.3.7 Impostazione dei parametri

L'impostazione di un parametro è il susseguirsi di quattro elementi in quest'ordine: il carattere cancelletto #, un valore reale equivalente ad un valore intero compreso tra 1 e 5399, un segno di uguaglianza = e un valore reale. Per esempio #3=15 è l'impostazione di un parametro che equivale a "imposta il parametro 3 a 15".

L'impostazione di un parametro non ha effetto finché tutti i valori dei parametri della stessa linea sono stati trovati. Per esempio, il parametro 3 è stato precedentemente impostato a 15 e la linea "#3=6 G1 x#3" viene interpretata, un movimento fino al punto dove X è uguale a 15 verrà effettuato e il parametro 3 verrà impostato a 6.

3.3.8 Commenti e messaggi

Caratteri stampabili e spazi inclusi tra parentesi sono commenti. Una parentesi tonda aperta inizia sempre un commento. Il commento finisce alla prima parentesi tonda chiusa. Quando una parentesi aperta è digitata in una linea, una corrispondente parentesi chiusa deve essere rilevata prima della fine della linea. I commenti non possono essere annidati; è un errore se una parentesi aperta viene trovata dopo l'inizio di un commento e prima della fine del commento. Ecco l'esempio di una linea contenente un commento "G80 M5 (stop al movimento)". I commenti non causano nessuna azione sul controllo della macchina.

3.3.9 Ripetizione degli elementi

Una linea può avere qualsiasi numero di parole G, ma due parole G dello stesso gruppo modale non possono apparire sulla stessa riga.

Una linea può avere da zero a quattro parole M. Due parole M dello stesso gruppo non possono apparire sulla stessa riga.

Per tutte le altre lettere legali, una linea può avere solo una parola che le contiene.

Se una impostazione di parametro dello stesso parametro è ripetuta su una linea "#3=15 #3=6", per esempio, solo l'ultima impostazione avrà effetto. E' errato, ma non illegale, impostare due volte lo stesso parametro sulla stessa linea.

3.3.10 Ordine degli elementi

I tre tipi di elemento il cui ordine varia su una linea sono parole, impostazione parametri e commenti. Si immagini che questi tre tipi di elementi sono divisi in tre gruppi per tipo.

Il primo gruppo (le parole) può essere riordinato in qualsiasi modo senza cambiare il significato della linea.

Se il secondo gruppo (l'impostazione dei parametri) viene riordinato non ci sarà nessun cambiamento nel significato della riga.

Se il terzo gruppo (commenti) viene riordinato non cambierà il significato della riga.

3.3.11 Comandi e modalità macchina

In RS274/NGC, molti comandi causano il cambiamento di modo da uno ad un altro, e il modo rimane attivo finché altri comandi non lo cambino implicitamente o esplicitamente. Questi comandi sono chiamati "modali". Per esempio, se il raffreddamento viene attivato, rimane ON fino a che non venga esplicitamente spento. I codici G per il movimento sono pure Modali. Se un comando G1 (movimento lineare) viene dato su una linea, per esempio, verrà eseguito nuovamente sulla prossima linea se una o più parole di assi sarà scritta sulla linea, a meno che non venga dato un esplicito comando in questa linea per quelle parole di assi.

Codici "Non-modal" hanno effetto solo nelle linee dove accadono. Per esempio, G4 (pausa) è non modale.

3.3.12 Gruppi modali

I comandi modal sono organizzati in insiemi chiamati "gruppi modali", e solo un membro di un gruppo modale può essere presente in un determinato tempo. In generale, un gruppo modale contiene comando per cui è logicamente impossibile per due membri di essere impostati allo stesso tempo. Un centro di lavoro può essere in molti modi allo stesso tempo, con un modo per ogni gruppo modale avente effetto. I gruppi modali sono raccolti in Tabella 4.

<p>I gruppi modali per G code sono: Gruppo 1 = {G0, G1, G2, G3, G38.2, G80, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89} movimento Gruppo 2 = {G17, G18, G19} selezione del piano Gruppo 3 = {G90, G91} modo distanza Gruppo 5 = {G93, G94} modo di avanzamento Gruppo 6 = {G20, G21} unità Gruppo 7 = {G40, G41, G42} compensazione raggio utensile Gruppo 8 = {G43, G49} offset lunghezza utensile Gruppo 10 = {G98, G99} modo di ritorno in cicli Gruppo 12 = {G54, G55, G56, G57, G58, G59, G59.1, G59.2, G59.3} selezione sistema di coordinate Gruppo 13 = {G61, G61.1, G64} controllo del percorso</p>
<p>I gruppi modali per I codici M sono: Gruppo 4 = {M0, M1, M2, M30, M60} arresto Gruppo 6 = {M6} cambio utensile Gruppo 7 = {M3, M4, M5} rotazione elettromandrino Gruppo 8 = {M7, M8, M9} raffreddamento (caso speciale: M7 e M8 possono essere attivi allo stesso momento) Gruppo 9 = {M48, M49} abilita o disabilita il <i>feed o spindle override</i></p>
<p>In aggiunta ai suddetti gruppi modali vi è un gruppo di codici non-modali: Gruppo 0 = {G4, G10, G28, G30, G53, G92, G92.1, G92.2, G92.3}</p>
Tabella 4. Gruppi modali

Per diversi gruppi modali, quando un centro di lavoro è pronto a ricevere comandi, un membro del gruppo deve essere attivo. C'è un valore predefinito per questi gruppi modali. Quando un centro di lavoro viene spento oppure reinizializzato, i valori predefiniti prendono effetto.

Il gruppo 1, il primo gruppo della tabella, è un gruppo di codici G per il moto. Uno di questi è sempre in attivo. Questo viene chiamato il modo di movimento corrente.

3.4 Codici G

I codici G del linguaggio RS274/NGC sono raggruppati e descritti in Tabella 5 .

Le descrizioni seguono immediatamente e contengono prototipi di comando. Nel prototipo di comandi, tre punti (...) stanno per un valore reale. Come descritto in precedenza, un valore reale può essere un numero esplicito, 4 per esempio, una espressione, [2+2], per esempio, il valore di un parametro, #88 per esempio, oppure una funzione unaria, acos[0].

Nella maggior parte dei casi, se una parola di asse (qualsiasi tra X..., Y..., Z..., A..., B..., C...) viene data, questa specifica un punto di destinazione. Nei punti dove le parole d'asse sono opzionali, qualsiasi asse omesso avrà il valore corrente.

G Code	Significato
G0	Posizionamento rapido
G1	Interpolazione lineare
G2	Interpolazione circolare/elica (orario)
G3	Interpolazione circolare/elica (antiorario)
G4	pausa
G10	impostazione del sistema di coordinate di origine
G17	Selezione del piano XY
G18	Selezione del piano XZ
G19	Selezione del piano YZ
G20	Sistema di misura in pollici
G21	Sistema di misura in millimetri
G28	Ritorno a Home
G30	Ritorno a Home Secondario
G38.2	Tastatura diretta (non supportato)
G40	Disattiva la compensazione raggio utensile
G41	Inizia compensazione raggio utensile sinistro
G42	Inizia compensazione raggio utensile destro
G43	Offset lunghezza utensile (positivo)
G49	Cancella offset lunghezza utensile
G53	Movimenti in coordinate macchina (assoluto)
G54	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 1
G55	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 2
G56	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 3
G57	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 4
G58	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 5
G59	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 6
G59.1	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 7
G59.2	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 8
G59.3	Utilizza il sistema di coordinate di lavorazione 9
G61	Imposta il modo di controllo percorso: exact path
G61.1	Imposta il modo di controllo percorso : exact stop
G64	Imposta il modo di controllo percorso: continuous
G80	Cancella il modo movimento (incluso qualsiasi ciclo)
G81	Ciclo foratura
G82	Ciclo foratura con pausa
G83	Ciclo foratura profonda con rottura truciolo
G84	Ciclo filettatura interna destrorsa
G85	Ciclo barenatura, senza pausa, uscita a velocità lavoro
G86	Ciclo barenatura, senza fermo elettromandrino, uscita a velocità rapida
G87	Ciclo barenatura posteriore
G88	Ciclo barenatura, arresto elettromandrino, uscita manuale
G89	Ciclo barenatura, pausa, uscita a velocità lavoro
G90	Modo distanza assoluto
G91	Modo distanza incrementale
G92	Imposta l'offset del sistema di coordinate
G92.1	Cancella l'offset del sistema di coordinate e imposta a zero i parametri
G92.2	Cancella l'offset del sistema di coordinate senza impostare a zero i parametri
G92.3	Applica i parametri all'offset di sistema di coordinate
G93	Modo di avanzamento in inverso del tempo
G94	Modo di avanzamento in unità al minuto
G98	Livello iniziale di ritorno dai cicli (G81..G89)
G99	Punto R di ritorno dai cicli

3.4.1 Movimento lineare rapido – G0

Per i movimenti lineari rapidi, programmate **G0 X... Y... Z... A... B... C...**, dove tutte le parole assi sono opzionali, eccezione fatta che almeno uno deve essere usato. Il comando G0 è opzionale se il modo di moto corrente è G0. Questo produrrà un movimento coordinato lineare al punto di destinazione alla velocità di movimento rapido corrente. Ci si aspetta che nessuna attività di lavorazione o taglio avvenga durante l'esecuzione di G0.

E' un errore se:

- Tutti gli assi sono omessi.
Se la compensazione raggio utensile è attiva, il movimento differirà dal suddetto. Vedi appendice A. Se G53 è programmato sulla stessa linea, il movimento differirà ugualmente. Vedi sezione [3.4.13](#).

3.4.2 Movimento lineare a velocità di avanzamento – G1

Per un movimento lineare alla velocità di avanzamento (in taglio o no), programmate **G1 X... Y... Z... A... B... C...**, dove tutte le parole di asse sono opzionali, eccezione fatta che almeno uno deve essere usato. Il comando G1 è opzionale se il modo di moto corrente è G1. Questo produrrà un movimento lineare coordinato al punto di destinazione alla velocità di avanzamento.

E' un errore se:

- Tutti gli assi vengono omessi.

Se la compensazione di raggio utensile è attiva, il movimento differirà dal suddetto; Vedi appendice A. Se G53 è programmato sulla stessa linea, il movimento differirà ugualmente.

3.4.3 Arco a velocità di avanzamento – G2 e G3

Un arco circolare o elica è specificato usando G2 (arco orario) o G3 (arco antiorario). L'asse del cerchio o elica deve essere parallelo a X, Y o Z del sistema di coordinate macchina. L'asse (o in modo equivalente il piano perpendicolare all'asse) è selezionato con G17 (asse Z, Piano XY), G18 (asse Y, piano XZ) o G19 (asse X, piano YZ). Se l'arco è circolare farà parte del piano parallelo all'asse selezionato.

Se una linea di RS274/NGC genera un arco e include movimenti di assi rotazionali, l'asse rotazionale gira a velocità costante in modo che il moto rotazionale inizi e finisca quando il moto di XYZ iniziano e finiscono. Linee di questo tipo sono difficilmente e raramente programmate.

Se la compensazione di raggio utensile è attiva, il moto differirà da quanto descritto qui. Vedere Appendice A.

Due formati sono riconosciuti per specificare un arco. Chiameremo questi il formato Centro e il formato Raggio. In entrambi i formati il G2 e G3 è opzionale se è il modo di moto corrente.

3.4.4 Arco con formato raggio

Nel formato raggio, le coordinate del punto finale dell'arco nel piano selezionato sono specificati con il raggio dell'arco. Programmate **G2 X... Y... Z... A... B... C... R...** (o usate G3 invece di G2). R è il raggio. Le parole d'asse sono opzionali ad eccezione che almeno uno deve essere usato. Il numero R è il raggio. Un raggio positivo indica che l'arco gira su 180 o meno gradi, mentre un raggio negativo indica un angolo di 180 gradi fino a 359.999 gradi. Se l'arco è un'elica, il valore del punto finale dell'arco sarà anch'esso specificato.

E' un errore se:

- Entrambi gli assi del piano selezionato sono omessi
- Il punto finale dell'arco è lo stesso del punto corrente.

Non è buona pratica programmare archi con il formato raggio che sono prossimi ad un cerchio completo o prossimi ad archi di 180 gradi (semicerchi) perché un piccolo cambiamento nella posizione del punto finale produrrà grandi cambiamenti nella posizione del centro del cerchio (e così del punto medio dell'arco). L'effetto amplificazione è grande al punto che errori di arrotondamento in un numero può produrre tagli fuori tolleranza. Cerchi completi sono tremendamente errati, semicerchi e prossimi sono anch'essi errati. Archi di altre dimensioni (nel campo tra 165 e 195 fino a 345) sono buoni.

Ecco un esempio di un arco con il formato raggio: **G17 G2 X 10 Y 15 R20 Z 5.**

Questo serve a fare un arco orario (visto dal lato positivo dell'asse Z) circolare o elica il cui asse è parallelo all'asse Z, terminando dove X=10, Y=15 e Z=5 con un raggio di 20. Se il valore di partenza di Z è 5, è un arco di cerchio parallelo al piano XY; altrimenti è una elica.

3.4.5 Arco con formato centro

Nel formato centro, le coordinate del punto finale dell'arco nel piano selezionato sono specificate insieme al offset del centro dell'arco dalla posizione corrente. In questo formato, è corretto se il punto finale dell'arco è lo stesso del punto corrente. E' un errore se:

- Quando l'arco è proiettato sul piano selezionato, la distanza dal punto corrente al centro differisce dalla distanza dal punto finale al centro di un valore superiore a 0.002 millimetri.

Quando il piano XY è selezionato programmate **G2 X... Y... Z... A... B... C... I... J...** (o usate G3 invece di G2). Le parole di asse sono opzionali ad eccezione che almeno una tra X e Y deve essere usata. I e J sono gli offset dalla posizione corrente (in X e Y direzioni rispettivamente) del centro del cerchio. I e J sono opzionali ad eccezione che almeno uno dei due deve essere usato. E' un errore se:

- X e Y sono entrambi omessi
- I e J sono entrambi omessi

Quando l'asse XZ è selezionato programmate **G2 X... Y... Z... A... B... C... I... K...** (o usate G3 invece di G2). Le parole d'asse sono opzionali ad eccezione che almeno una tra X e Z deve essere usata. I e K sono gli offset dalla posizione corrente (nelle direzioni X e Z rispettivamente) del centro del cerchio. I e K sono opzionali eccetto che almeno una delle due deve essere usata. E' un errore se:

- X e Z sono entrambi omessi
- I e K sono entrambi omessi

Quando l'asse YZ è selezionato programmate **G2 X... Y... Z... A... B... C... I... K...** (o usate G3 invece di G2). Le parole d'asse sono opzionali ad eccezione che almeno una tra Y e Z deve essere usata. J e K sono gli offset dalla posizione corrente (nelle direzioni J e Z rispettivamente) del centro del cerchio. J e K sono opzionali eccetto che almeno una delle due deve essere usata. E' un errore se:

- Y e Z sono entrambi omessi
- J e K sono entrambi omessi

Ecco un esempio di arco con formato centro: **G17 G2 X 10 Y 16 i 3 j 4 Z 9**

Il che serve a fare un cerchio orario circolare o elica il cui asse è parallelo all'asse Z, con punto finale in X=10, Y=16, e Z=9, con il suo centro relativo nella direzione di X di 3 unità rispetto alla posizione corrente X e offset nella direzione Y di 4 unità dalla posizione corrente. Se la posizione corrente è X=7, Y=7 alla fine, il centro sarà a X=10 Y=11. Se il valore di partenza di Z è 9, sarà un arco circolare; altrimenti sarà un'elica. Il raggio di questo arco sarà 5.

3.4.6 Pausa – G4

Per una pausa, programmate **G4 P...** Questo manterrà gli assi senza movimento per il periodo di tempo in secondi specificato dal numero P. E' un errore se:

- Il numero di P è negativo

3.4.7 Impostazione dati Sistemi di Coordinate – G10

Una panoramica dei sistemi di coordinate del linguaggio RS274/NGC è visibile alla Sezione [3.2](#).



Per impostare i valori delle coordinate per un sistema di coordinate, programmate **G10 L2 P... X... Y... Z... A... B... C...**, dove P è un numero nel campo tra 1 a 9 (corrispondente a G54 fino a G59.3) e tutte le parole di asse opzionali. Le coordinate di origine del sistema di coordinate specificate dal numero di P sono impostate al valore dato (in termini di sistema di coordinate assolute). Solo quelle coordinate per le quali è presente la parola d'asse verranno modificate.

E' un errore se:

- Il numero P non è un valore intero compreso tra 1 e 9.

Se l'offset di origine (modificato con G92 o G92.3) sono effettive prima che venga usato G10, questi continueranno ad avere effetto.

Il sistema di coordinate le cui origini sono impostate da un comando G10 possono essere inattive o attive al tempo in cui G10 è eseguito.

Esempio: **G10 L2 P1 X 3.5 Y 17.2** imposta le origini del primo sistema di coordinate (quello selezionato da G54) ad un punto dove X è 3.5 e Y è 17.2 (in coordinate assolute). La coordinata Z dell'origine (e le coordinate di qualsiasi asse rotativo) rimangono quelle che erano prima che venisse eseguito il comando.

3.4.8 Selezione del piano – G17, G18 e G19

Programmate G17 per selezionare il piano XY, G18 per selezionare il piano XZ o G19 per selezionare il piano YZ.

3.4.9 Unità di lunghezza – G20 e G21

Programmate G20 per utilizzare i pollici come unità di lunghezza. Programmate G21 per utilizzare i millimetri.

È buona idea di programmare sia G20 o G21 all'inizio del programma prima che ogni movimento abbia luogo, e di non usare nessuno dei due comandi in altre posizioni nel programma. È responsabilità dell'utente assicurarsi che i numeri del programma siano appropriati per l'utilizzo della unità di lunghezza corrente.

3.4.10 Ritorno a Home – G28 e G30

Due posizioni Home sono definite (dai parametri 5161-5166 per G28 e 5181-5186 per G30). I valori dei parametri sono in termini di sistema di coordinate assolute, l'unità di lunghezza non è specificata.

Per ritornare alla posizione Home con un comando di posizione programmato, programmate G28 X... Y... Z... A... B... C... (o usate G29). Tutti gli assi sono opzionali. Il percorso viene effettuato con un movimento rapido dalla posizione corrente fino alla posizione programmata, seguito da un movimento alla posizione Home. Se nessun asse è programmato, il punto intermedio è il punto corrente, in questo modo solo un movimento viene eseguito.

3.4.11 Compensazione raggio utensile – G40, G41 e G42

Per disattivare la compensazione raggio utensile, programmate G40. Non è un problema disattivare la compensazione quando è già disattivata.

La compensazione raggio utensile può essere utilizzata solo se il piano XY è attivo.

Per attivare la compensazione raggio utensile a sinistra (l'utensile sta a sinistra del percorso programmato quando il raggio utensile è positivo), programmate G41 D... Per impostare la compensazione raggio utensile a destra (l'utensile sta a destra del percorso programmato quando il raggio utensile è positivo), programmate G42 D... La parola D è opzionale; se non c'è nessuna parola D, il raggio dell'utensile attualmente caricato nell'elettromandrino verrà usato. Se presente, il numero D deve essere il numero di SLOT dell'utensile

nell'elettromandrino sebbene non è richiesto. Un valore zero per la parola D è corretto; il raggio sarà allora zero.

E' un errore se:

- Il numero D non è un intero, è negativo o è maggiore del numero massimo di utensili
- Il piano XY non è attivo
- Viene attivata la compensazione raggio utensile quando è già attiva

Il comportamento del centro di lavoro quando la compensazione raggio utensile è attiva è descritto nell'appendice A.

3.4.12 Offset lunghezza utensile – G43 e G49

Per utilizzare un offset di lunghezza utensile, programmate G42 H..., dove il numero H indica l'indice dell'utensile nella tabella utensili. I valori nella tabella dovrebbero essere tutti positivi. Il numero H dovrebbe essere, ma non è obbligatorio, lo stesso numero dell'utensile attualmente caricato nell'elettromandrino. Un valore di H uguale a zero è corretto; in tal caso un valore di offset zero verrà usato.

E' un errore se:

- Il numero H non è intero, è negativo o maggiore del numero massimo di utensili

Per eliminare l'offset utensile, programmate G49.

E' corretto programmare usando lo stesso offset correntemente in uso. E' pure corretto programmare senza usare alcun offset di lunghezza utensile.

3.4.13 Movimenti in coordinate assolute – G53

Per movimenti lineari a un punto espresso in coordinate assolute programmate G1 G53 X... Y... Z... A... B... C... (o usate il comando G0 invece di G1), dove tutti gli assi sono opzionali, eccetto che almeno uno deve essere usato. G0 e G1 sono opzionali se sono il modo corrente di movimento. G53 non è modale e deve essere programmato su ogni linea dove si intende che sia attivo. Questo produrrà movimenti coordinati lineari al punto programmato. Se G1 è attivo, la velocità di movimento sarà al valore di velocità avanzamento attuale. Se G0 è attivo, la velocità del movimento sarà al valore di avanzamento rapido.

E' un errore se:

- G53 è usato senza che G0 o G1 siano attivi.
- G53 è usato con la compensazione raggio utensile

Vedere la sezione [3.2](#) per una panoramica sui sistemi di coordinate.

3.4.14 Selezione del Sistema di Coordinate – G54 a G59.3

Per selezionare il sistema di coordinate 1, programmate G54, e similamente per gli altri sistemi di coordinate. I numeri di sistema di coordinate sono appaiati come segue (1 - G54), (2 - G55), (3 - G56), (4 - G57), (5 - G58), (6 - G59), (7 - G59.1), (8 - G59.2), (9 - G59.3).

E' un errore se:

- Uno di questi g code è usato quando la compensazione raggio utensile è attiva.

Vedere la sezione [3.2](#) per una panoramica sui sistemi di coordinate.

3.4.15 Cancella la modalità Modale – G80

Programmate G80 per assicurare che nessun movimento di assi avvenga.

E' un errore se:

- Parole di asse sono programmate quando G80 è attivo, ad eccezione del gruppo modale 0 per comandi che usano le parole di asse.

3.4.16 Cicli (canned cycles) – G81 a G89

I cicli G81 a G89 sono stati implementati come descritto in questa sezione. Due esempi sono dati con la descrizione di G81 in basso.

Tutti i cicli sono eseguiti rispetto al piano correntemente selezionato. Qualsiasi dei tre piani può essere selezionato (XY, YZ, ZX). In questa sezione, la maggior parte delle descrizioni assumono che sia selezionato il piano XY. Il comportamento è sempre analogo per gli altri piani.

Gli assi rotazionali sono ammessi nei cicli, ma è meglio ometterli. Se un asse rotazionale è usato, il numero deve essere lo stesso valore del valore corrente così che nessun movimento avvenga.

Tutti i cicli usano X, Y, R, e Z nel programma. Questi numeri sono usati per determinare le posizioni X, Y, R e Z. la posizione R (significa posizione di Ritrazione) è lungo l'asse perpendicolare al piano selezionato. Alcuni cicli usano argomenti aggiuntivi.

Per i cicli, chiameremo un numero "sticky" (ritenuto) se, quando lo stesso ciclo è usato in diverse linee di codice in una riga, il numero deve essere usato la prima volta, ma è opzionale nelle ulteriori linee, i numeri "sticky" mantengono il loro valore nel resto delle linee se non sono esplicitamente programmati con un nuovo valore. Il numero R è sempre "sticky".

In modalità incrementale: quando il piano XY è selezionato, X, Y e R sono trattati come incremento relativo alla posizione corrente e Z come incremento dalla posizione Z prima che il movimento di Z abbia luogo; quando il piano YZ o il piano XZ è selezionato, il trattamento di queste parole è analogo. In modalità assoluto X, Y, R e Z sono posizioni assolute nel sistema di coordinate corrente.

Il numero L è opzionale e rappresenta il numero di ripetizioni. L=0 non è permesso. Se la caratteristica ripeti è utilizzata, è normalmente usata in modalità incrementale, così che la stessa sequenza di movimenti è ripetuta in diverse e ugualmente distanziate posizioni lungo una linea retta. In modalità assoluta, L > 1 significa "Fai lo stesso ciclo nelle stesse posizioni diverse volte", Omettendo la parola L equivale a scrivere L=1. Il numero L non è sticky.

Quando L > 1 in modalità incrementale con il piano XY selezionato, le posizioni X e Y sono determinate aggiungendo i numeri X e Y e le rispettive posizioni correnti di X e Y. I numeri R e Z non cambiano durante le ripetizioni.

L'altezza del punto di ritrazione alla fine di ogni ripetizione (chiamato "Z alto" nelle descrizioni in basso) è determinato dall'impostazione del modo di ritrazione: la posizione Z originale (se il modo di ritrazione è G98, OLD_Z), o altrimenti la posizione R. Vedi sezione [3.4.30](#)

E' un errore se:

- X, Y e Z sono mancanti durante un ciclo
- Un numero P è richiesto e questo è negativo
- Un numero L è usato e non è positivo
- Movimenti rotazionali sono presenti durante un ciclo
- Velocità in inverso del tempo è attivo durante un ciclo

Quando è attivo il piano XY è attivo il numero Z è sticky ed è un errore se:

- Il numero Z è mancante
- Il numero R è minore del numero Z

Quando è attivo il piano XZ il numero Y è sticky ed è un errore se:

- Il numero Y è mancante
- Il numero R è minore del numero Y

Quando è attivo il piano YZ il numero X è sticky ed è un errore se:

- Il numero X è mancante
- Il numero R è minore del numero X

3.4.17 Movimenti preliminari e intermedi

All'inizio dell'esecuzione di un comando di ciclo, con il piano XY selezionato, se la posizione corrente di Z è inferiore alla posizione R, l'asse Z è mosso in rapido alla posizione R. Questo accade solo una volta indipendentemente dal valore di L.

In aggiunta, all'inizio del primo ciclo e di ogni ripetizione, i seguenti movimenti vengono eseguiti:

1. Un movimento rapido lineare parallelo al piano XY alla posizione XY data.
2. Un movimento rapido lineare dell'asse Z alla posizione R se non è già in posizione R

Se il piano XZ o YZ sono attivi i movimenti descritti saranno analoghi.

3.4.18 Ciclo G81

Il ciclo G81 è utilizzato per forare. Programmate G81 X... Y... Z... A... B... C... R... L...

Il ciclo G81 viene utilizzato per forare. Programmate G81 X... Y... Z... A... B... C... R... L...

0. Movimenti preliminari come descritti sopra.
1. Muove l'asse Z solo alla velocità di avanzamento corrente alla posizione Z.
2. Ritrae l'asse Z alla velocità di avanzamento rapido alla quota Z specificata in R.

Esempio 1. Si supponga che le coordinate correnti siano (100, 200, 300) e il piano XY è selezionato e la seguente linea di codice viene interpretata:

G90 G81 G98 X400 Y500 Z150 R280

Questa riga imposta il modo distanza assoluta (G90) e modo ritrazione (G98) OLD_Z) e il ciclo di foratura G81 per una volta. Il numero X indica la posizione X 400. Il numero Y indica la posizione 500. Il numero Z indica la posizione Z 150. Il numero R indica la posizione Z (clear) 280. OLD_Z è 300. I seguenti movimenti verranno eseguiti:

1. Un movimento rapido parallelo al piano XY fino a (400, 500, 300)
2. un movimento rapido dell'asse Z fino a (400,500,280)
3. un movimento a velocità di avanzamento parallelo all'asse Z fino a (400, 500, 150)
4. un movimento rapido parallelo all'asse Z fino a (400, 500, 300)

Esempio 2. Si supponga che la posizione corrente sia (100,200,300) e il piano XY sia selezionato e venga eseguita la seguente riga di codice:

G91 G81 G98 X400 Y500 Z-60 R180 L3

Questo imposta la distanza incrementale (G91) e il modo ritrazione OLD_Z (G98) e richiama un ciclo di foratura (G81) ripetendolo 3 volte. Il numero di X è 400, Il numero di Y è 500, Z è impostato a -60 e R a 180. La posizione iniziale X è 500 (100+400), la posizione iniziale Y è 700 (200+500), la posizione Clear di Z è 480 (300+180) e la posizione Z è 420 (480-60). OLD_Z è 300.

Il primo movimento è un movimento rapido lungo l'asse Z a (100, 200, 480) perché OLD_Z è minore di Clear Z.

La prima parte del ciclo consiste in 3 movimenti:

1. un movimento rapido parallelo all'asse XY a (500,700,480)
2. un movimento di avanzamento dell'asse Z fino a (500,700, 420)
3. un movimento rapido dell'asse Z a (500, 700, 480)

La seconda parte della ripetizione ciclo consiste in 3 movimenti. La posizione X viene reimpostata a 900 (500+400) e la posizione Y a 1200 (700 + 500)

1. un movimento rapido parallelo al piano XY (900, 1200, 480)
2. un movimento di avanzamento dell'asse Z a (900, 1200, 420)
3. un movimento rapido dell'asse Z a (900, 1200, 480)

La terza parte consiste in tre movimenti. La posizione X è impostata a 1300 (900+400) e la posizione Y è impostata a 1700 (1200 +500)

1. un movimento rapido parallelo al piano XY fino a (1300, 1700, 480)
2. un movimento di avanzamento dell'asse Z fino a (1300, 1700, 420)
3. un movimento rapido dell'asse Z fino a (1300, 1700, 480)

3.4.19 Ciclo G82

Il ciclo G82 viene utilizzato per forare. Programmate G82 X... Y... Z... A... B... C... R... L... P...

0. movimento preliminare descritto sopra
1. Movimento dell'asse Z alla velocità di avanzamento corrente alla posizione Z
2. Pausa per un numero P di secondi
3. Ritrae l'asse Z con movimento rapido fino all'altezza Clear Z (R)

3.4.20 Ciclo G83

Il ciclo G83 (chiamato peck drilling) viene usato per forature profonde con rottura del truciolo. In questo ciclo l'utensile viene ritratto per ripulire il foro dai trucioli e rompere eventuali trucioli lunghi (comuni quando si fora l'alluminio). Questo ciclo richiede un numero Q che rappresenta il delta incremento lungo l'asse Z. Programmate G83 X... Y... Z... A... B... C... R... L... Q...

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Muove l'ase Z alla velocità di avanzamento corrente verso il basso del valore di delta o alla posizione Z se è minore.
2. movimento rapido alla quota Z Clear
3. Movimento rapido fino alla posizione Z corrente ridotta di un piccolo valore
4. Ripete passo 1, 2 e 3 fino che la posizione Z viene raggiunta.
5. Ritrae l'asse Z con movimento rapido fino a Z clear

E' un errore se:

- Il numero Q è negativo o Zero

3.4.21 Ciclo G84

Il ciclo G84 viene utilizzato per filettature destre con utensile per filettare. Programmate G84 X.. Y... Z... A... B... C... R... L...

0. Movimento preliminare come descritto sopra
1. Inizia la sincronizzazione Velocità-Rotazione mandrino
2. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento fino alla posizione Z
3. Arresta l'elettromandrino
4. Avvia l'elettromandrino antiorario
5. Ritrae l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente fino alla quota Z clear
6. Se la sincronizzazione non era attiva prima del ciclo la disattiva
7. Arresta l'elettromandrino
8. Avvia l'elettromandrino orario

L'elettromandrino deve essere avviato in senso orario prima di usare questo ciclo.

E' un errore se:

- L'elettromandrino non è avviato in senso orario prima di eseguire questo ciclo.

Con questo ciclo il programmatore deve essere sicuro di programmare la velocità di avanzamento e la velocità di rotazione nella corretta proporzione per eguagliare il passo della filettatura da realizzare. La relazione il numero di passi della filettatura (in filetti per unità di misura) è uguale al rapporto tra velocità di rotazione del mandrino sulla velocità di avanzamento. Per esempio, se il passo è 2 filetti per millimetro,

l'unità di misura corrente è il millimetro e la velocità di avanzamento è stata impostata con il comando F150, la velocità di rotazione deve essere impostata con il comando S300, in quanto $150 \times 2 = 300$.

Se l'override di velocità e di rotazione sono abilitati e non sono impostati al 100%, quello impostato più basso avrà effetto. La velocità di avanzamento e rotazione saranno quindi ancora sincronizzati.

3.4.22 Ciclo G85

Il ciclo G85 è utilizzato per la barenatura o alesaggio, ma può essere utilizzato per forare o fresare. Programmate G85 X... Y... Z... A... B... C... R... L...

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento fino alla posizione Z
2. Ritrae l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente fino a Z clear.

3.4.23 Ciclo G86

Il ciclo G86 è utilizzato per barenature. Questo ciclo utilizza il numero P per rimanere in pausa il numero in secondi. Programmate G86 X... Y... Z... A... B... C... R... L... P...

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente fino alla posizione Z.
2. Pausa per il numero P secondi.
3. Ferma la rotazione dell'elettromandrino.
4. Ritrae l'asse Z alla velocità rapida fino alla posizione Z Clear.
5. Riavvia l'elettromandrino nella direzione in cui stava girando.

L'elettromandrino deve essere in rotazione prima di usare questo comando.
E' un errore se:

- L'elettromandrino non era in rotazione prima dell'esecuzione di questo comando

3.4.24 Ciclo G87

Il ciclo G87 viene utilizzato per barenature posteriori. Programmate G87 X... Y... Z... A... B... C... R... L... I... J... K...

La situazione, mostrata in figura 1, e che si ha un foro passante si voglia barenare la parte posteriore del foro. Per fare questo si ponga un utensile a L nell'elettromandrino con la superficie di taglio nella parte superiore della sua base. Si scende l'utensile attentamente attraverso il foro mentre non sta girando ed è orientato in modo che possa scendere nel foro, quindi si muove in modo che il gambo sia in asse con il foro, si avvia l'elettromandrino e avanza verso sopra per effettuare la barenatura. Alla fine si ferma l'utensile, si estrae e si può ricominciare.

Questo ciclo utilizza i numeri I e J per indicare la posizione per inserire e rimuovere l'utensile. I e J devono essere incrementali rispetto alla posizione X e Y, indipendentemente del modo di distanza impostato. Questo ciclo utilizza anche un numero K per specificare la posizione lungo l'asse Z per il punto superiore della barenatura. Il numero K è un valore Z nel corrente sistema di coordinate in modalità assoluta, e un valore di incremento (dalla posizione Z corrente) nel modo distanza incrementale.

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Movimento rapido parallelo al piano XY al punto indicato da I e J.
2. Arresto dell'elettromandrino in una specifica orientazione
3. Movimento rapido dell'asse Z alla posizione Z.
4. Movimento rapido parallelo all'asse XY fino alla posizione X, Y.
5. Avvio dell'elettromandrino nella direzione in cui stava girando prima del comando.
6. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento fino alla posizione indicata da K
7. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento fino alla posizione Z
8. Arresto dell'elettromandrino nello stesso orientamento iniziale.

9. Movimento rapido parallelo al piano XY fino al punto indicato da I e J
10. Movimento rapido dell'asse Z fino a Clear Z.
11. Movimento rapido parallelo al piano XY fino alla posizione XY.
12. Riavvio dell'elettromandrino nella direzione in cui stava girando prima.

Quando si programma questo ciclo, i numeri I e J devono essere scelti in modo che quando l'utensile è fermato in una orientazione determinata, dovrà entrare nel foro. Siccome diversi utensili sono fatti in modo differente richiede qualche analisi e/o sperimentazione per determinare valori appropriati di I e J.

3.4.25 Ciclo G88

Il ciclo G88 è utilizzato per barenare. Questo ciclo utilizza una parola P dove il numero di P specifica il numero di secondi di pausa. Programmate G88 X... Y... Z... A... B... C... R... L... P...

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente alla posizione Z.
2. Pausa per P numero di secondi.
3. Arresta l'elettromandrino.
4. Arresto del programma affinché l'operatore possa ritrarre l'elettromandrino manualmente.
5. Riavvia l'elettromandrino nella direzione in cui girava prima.

3.4.26 Ciclo G89

Il ciclo G89 è utilizzato per barenare. Questo ciclo utilizza un numero P che indica il numero di secondi di pausa. Programmate G89 X... Y... Z... A... B... C... R... L... P...

0. Movimento preliminare come descritto sopra.
1. Muove l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente fino alla posizione Z.
2. Pausa per il numero P secondi.
3. Ritrae l'asse Z alla velocità di avanzamento corrente fino alla quota clear Z.

3.4.27 Imposta il modo distanza – G90 e G91

L'RS274 riconosce due modalità per interpretare le distanze: assoluto e incrementale.

Per impostare in modalità assoluta programmate G90. In modalità distanze assolute, i numeri degli assi (X, Y, Z, A, B, C) rappresentano posizioni in termini di sistema di coordinate corrente. Qualsiasi eccezione a questa regola è descritta nella sezione 3.5.

Per impostare in modalità incrementale programmate G91. In modalità distanza incrementale, i numeri degli assi (X, Y, Z, A, B, C) rappresentano incrementi dal valore corrente dei numeri.

I numeri I e J rappresentano sempre incrementi, indipendentemente dalla modalità distanza impostata. Il numero K rappresenta un incremento in tutti i casi tranne uno (vedi sezione [3.5.24](#)), dove il significato cambia con l'impostazione della modalità distanza.

3.4.28 Offset dei Sistemi di Coordinate – G92, G92.1, G92.2, G92.3

Vedere la sezione [3.2](#) per una panoramica dei sistemi di coordinate.

Per far in modo che il punto corrente abbia le coordinate che desiderate (senza movimento), programmate G92 X... Y... Z... A... B... C..., dove le parole di asse contengono i valori che volete far assumere. Tutte le parole di asse sono opzionali eccezione fatta che almeno uno deve essere usato. Se una parola d'asse non viene usata per un determinato asse, le coordinate dell'asse non verranno cambiate.

E' un errore se:

- Tutte le parole d'asse sono omesse.

Quando G92 viene eseguito, l'origine del sistema di coordinate corrente si muove. Per fare questo, gli offset di origine vengono calcolati in modo che le coordinate del punto corrente risultino uguali ai valori specificati nella riga G92. In aggiunta, i parametri 5211 fino a 5216 sono impostati ai valori di offset X, Y, Z, A, B e C. L'offset di un asse è il valore di cui bisogna muovere una origine in modo che il punto controllato abbia il valore specificato.

Gli offset di asse sono sempre usati quando il moto è specificato in distanza assoluta utilizzando uno dei nove sistemi di coordinate (quelli specificati da G54 – G59.3). Quindi tutti i sistemi di coordinate sono influenzati dal comando G92.

Se il modo incrementale è impostato non si hanno effetti dall'impostazione di G92.

Quando si imposta un G92, offset diversi da Zero possono essere attivi. Se questo è il caso il nuovo valore per ogni offset è A+B, dove A è ciò che sarebbe l'offset se il vecchio valore fosse zero, e B è il vecchio offset. Per esempio, dopo il precedente esempio, il valore X del punto corrente è 7. Se si programma G92 X9, il nuovo valore dell'offset per l'asse X sarà -5 che è calcolato con $[[7-9]+-3]$.

Per impostare gli offset a zero, programmate G92.1 o G92.2. G92.1 imposta i parametri 5211 a 5216 a zero mentre G92.2 lascia questi valori intatti.

Per impostare i valori degli offset ai valori correnti dei parametri 5211 a 5216, programmate G92.3.

Potete impostare gli offset in un programma e utilizzarli in un altro programma. Programmate G92 nel primo programma. Questo imposterà i valori dei parametri 5211 a 5216. Non utilizzate G92.1 nella fine del primo programma. I parametri verranno salvati quando finirà il primo programma e ripristinati quando inizia il secondo programma. Utilizzate G92.3 all'inizio del secondo programma. Questo ripristinerà i valori degli offset salvati nel primo programma.

3.4.29 Impostazione della modalità di velocità di avanzamento – G93 e G94

Due modi di avanzamento sono riconosciuti: unità per minuto e inverso del tempo. Programmate G94 per impostare in unità al minuto. Programmate G93 per impostare in inverso del tempo.

In modalità di velocità avanzamento unità per minuto, la parola F (che significa *Feedrate*) viene interpretata in modo che la velocità del punto controllato risulti un numero di pollici al minuto, millimetri al minuto o gradi al minuto in base a quale unità di misura si sta utilizzando e quale asse o assi si muovono.

In modalità inverso del tempo, una parola F significa che il movimento deve essere completato in [uno diviso per il numero F] minuti. Per esempio, se il numero F è 2.0, il movimento deve essere completato in mezzo minuto.

Quando la modalità inverso del tempo è impostata, una parola F deve apparire su ogni linea che ha G1, G2 o G3 e le parole F su linee diverse da G1, G2 o G3 verranno ignorate. Essere in modalità inverso del tempo non cambia i movimenti in G0.

E' un errore se:

- La modalità inverso del tempo è attiva e una linea G1, G2 o G3 (esplicitamente o implicitamente) non ha una parola F.

3.4.30 Imposta il livello di ritorno dei Cicli – G98 e G99

Quando l'elettromandrino si ritrae nei cicli, vi è una scelta su quanto distante questo si ritrae: (1) ritrae perpendicolare al piano selezionato alla posizione indicata dalla parola R, oppure (2) ritrae perpendicolare al piano selezionato alla posizione in cui l'asse si trovava prima che il ciclo si avviasse (al meno ché la posizione è più bassa della posizione indicata dalla parola R, in tal caso si muove alla posizione specificata da R).

Per utilizzare l'opzione (1), programmate G99. Per utilizzare l'opzione (2), programmate G98. Ricordate che la parola R ha significati diversi in modalità distanze assolute e modalità incrementale.

3.5 Codici input M

I codici M del linguaggio RS274 sono elencati nella Tabella 7.

Codice M	Significato
M0	Stop programma
M1	Stop programma opzionale
M2	Fine Programma
M3	Avvia elettromandrino orario
M4	Avvia elettromandrino antiorario
M5	Arresta elettromandrino
M6	Cambio utensile
M7	Nebulizzatore ON
M8	Raffreddamento ON
M9	Nebulizzatore e raffreddamento OFF
M30	Fine programma, ritiro pallet e reset
M48	Abilita feed e spindle override
M49	Disabilita override
M60	Ritiro pallet e Stop programma

Tabella 7. Codici M

3.5.1 Arresto e fine programma – M0, M1, M2, M30, M60

Per arrestare un programma in esecuzione temporaneamente, programmate M0.

Per arrestare un programma in esecuzione ma soltanto se il pulsante Stop Opzionale è ON, Programmate M1.

E' ammesso programmare M0 e M1 in modalità MDI, ma l'effetto sarà probabilmente non apprezzabile, perché il comportamento normale in modo MDI è di arrestare dopo ogni riga di input.

Per scambiare il pallet e arrestare un programma temporaneamente programmate M60.

Se un programma è interrotto da un M0, M1 oppure M60, premere il pulsante di start farà ripartire il programma alla riga successiva.

Per terminare un programma programmate M2. Per scambiare i pallet e successivamente terminare un programma, programmate M30. Entrambi questi comandi hanno i seguenti effetti.

1. Gli offset degli assi sono impostati a zero (come G92.2) e le origini di offset sono impostati al valore predefinito (come G54).
2. Il piano selezionato viene impostato a XY (come G17)
3. La modalità distanza viene impostata a Assoluto (G90).
4. La modalità velocità avanzamento viene impostata a Unità per minuto (G94)
5. Gli *override* vengono impostati a ON (M48)
6. Compensazione di raggio utensile viene disabilitata. (G40)
7. L'elettromandrino viene arrestato (come M5).
8. Il modo di movimento viene impostato a G_1 (come G1)
9. Il raffreddamento viene arrestato (come M9).

Nessuna linea di codice in un file RS274 verrà eseguita dopo che M2 o M30 viene eseguito. Premendo il pulsante start riavvia il programma dall'inizio del file.

3.5.2 Controllo dell'elettromandrino – M3, M4, M5

Per avviare l'elettromandrino in senso orario alla velocità attualmente programmata, programmate M3.

Per avviare l'elettromandrino in senso antiorario alla velocità attualmente programmata, programmate M4.

Per arrestare l'elettromandrino, programmate M5.

E' possibile utilizzare M3 o M4 se la velocità è programmata a zero. Se questo avviene (oppure se è abilitato l'override ed è impostato a zero), l'elettromandrino non inizierà a girare. Se, successivamente, la velocità viene impostata ad un valore maggiore di zero (o l'override viene aumentato), l'elettromandrino inizierà a girare. E' possibile usare M3 o M4 quando l'elettromandrino è già in rotazione oppure usare M5 quando l'elettromandrino è fermo.

3.5.3 Cambio utensile – M6

Per cambiare un utensile correntemente caricato nell'elettromandrino con uno nuovo che è stato precedentemente selezionato (usando una parola T- vedere sezione [3.6.3](#)), programmate M6. Quando il cambio utensile sarà completo:

- L'elettromandrino sarà fermo
- L'utensile che era stato selezionato (con una parola T sulla stessa linea o su qualsiasi linea dopo il precedente cambio utensile) sarà nell'elettromandrino. Il numero T è un intero che da l'indice del compartimento dell'utensile (non il suo ID).
- Le coordinate degli assi verranno fermate nella stessa posizione assoluta in cui erano prima del cambio utensile (ma l'elettromandrino potrebbe essere orientato diversamente).
- Nessun altro cambiamento verrà fatto. Per esempio, il raffreddamento continuerà a colare durante il cambio utensile a meno che non venga utilizzato un comando M9.

Il cambio utensile può includere movimenti degli assi mentre viene effettuato. E' possibile (ma non utile) programmare un cambio utensile per l'utensile che è già nell'elettromandrino. E' ammesso che non ci sia utensile nello scomparto scelto; in questo caso, l'elettromandrino sarà vuoto dopo il cambio utensile. Se lo scomparto zero è stato scelto, non ci sarà utensile nell'elettromandrino.

3.5.4 Controllo raffreddamento – M7, M8, M9

Per avviare la nebulizzazione, programmare M7.

Per avviare il raffreddamento liquido, programmare M8.

Per arrestare entrambi i raffreddamenti, programmare M9.

E' sempre possibile usare uno qualsiasi di questi comandi, indipendentemente che siano già attivi o non.

3.5.5 Controllo override – M48 e M49

Per abilitare i controlli di override della velocità e velocità rotazione elettromandrino, programmate M48. Per disabilitare entrambi i controlli, programmate M49. Vedere sezione [2.1.8](#) per maggiori dettagli. E' possibile abilitare o disabilitare i controlli quando sono già abilitati o disabilitati.

3.6 Altri codici di input

3.6.1 Impostazione velocità di avanzamento (feed rate) – F

Per impostare la velocità di avanzamento, programmate F.... L'applicazione della velocità di avanzamento è descritta in sezione [2.2.5](#), a meno che la modalità inverso del tempo sia attiva, in qual caso la velocità di avanzamento è descritta in sezione [3.4.29](#).

3.6.2 Impostazione velocità di rotazione elettromandrino – S

Per impostare il numero di rivoluzioni al minuto (rpm) dell'elettromandrino, programmate S... L'elettromandrino girerà a questa velocità quando verrà comandato ad avviare la rotazione. E' possibile programmare una parola S quando l'elettromandrino non è in rotazione. Se l'override di velocità è abilitato e

non impostato al 100%, la velocità sarà diversa da quella programmata. E' possibile programmare S0; l'elettromandrino non girerà se questo avviene.

E' un errore se:

- Il numero di S è negativo

Come descritto in sezione [3.4.21](#), se un codice ciclo G84 (filettatura) è attivo e l'override delle velocità è abilitato, quello impostato al valore minimo avrà effetto. Le velocità e velocità di rotazione rimarranno quindi sincronizzate. In questo caso, la velocità può differire da quella programmata, anche se il controllo di override è impostato a 100%.

3.6.3 Selezione utensile – T

Per selezionare un utensile, programmate T..., dove il numero di T è il numero dello scomparto nel magazzino utensili. L'utensile non viene cambiato finché non viene programmato M6 (vedi sezione [3.5.3](#)). La parola T può apparire nella stessa linea di M6 o su una linea precedente. E' possibile, ma normalmente non utile, se diverse parole T appaiono su diverse righe senza che avvenga cambio utensile. E' possibile programmare T0; nessun utensile verrà selezionato. Questo può essere utile se volete che nessun utensile sia presente nell'elettromandrino dopo il cambio utensile.

E' un errore se:

- Un numero negativo è usato per T
- Un numero maggiore del numero massimo di utensile nel magazzino viene usato per T

3.7 Ordine di esecuzione

L'ordine di esecuzione degli elementi di una riga è critico per operazioni di lavorazioni sicure ed efficienti. Gli elementi vengono eseguiti nell'ordine mostrato in Tabella 8 se vengono rilevati sulla stessa linea.

1. commenti (include i messaggi)
2. Imposta la modalità per le velocità (G93, G94 – inverso del tempo o unità per minuto).
3. imposta la velocità di avanzamento (F).
4. Imposta la velocità di rotazione elettromandrino (S).
5. Seleziona utensile (T).
6. Cambio utensile (M6).
7. Avvio o arresto elettromandrino (M3, M5, M5).
8. Avvio o arresto raffreddamento (M7, M8, M9).
9. Abilita o disabilita override (M48, M49).
10. Pause (G4).
11. Seleziona il piano attivo (G17, G18, G19).
12. Seleziona l'unità di lunghezza corrente (G20, G21).
13. Attiva o disattiva compensazione raggio utensile (G40, G41, G42).
14. Attiva o disattiva compensazione offset lunghezza utensile (G43, G49).
15. Selezione del sistema di coordinate (G54... G59.3).
16. Seleziona il modo di controllo percorso (G61, G61.1, G64).
17. Seleziona la modalità distanza (G90, G91).
18. Seleziona il modo ritrazione (G98, G99).
19. Home (G28, G30) o cambio dei dati di sistema di coordinate (G10) o imposta offset (G92, G92.1, G92.2, G94).
20. Effettua un movimento (G0 a G3, G80 a G89), possibilmente modificato da G53.
21. Arresto (M0, M1, M2, M30, M60).

Tabella 8. Ordine di esecuzione

APPENDICE A

Compensazione raggio utensile

Le funzioni di compensazione raggio utensile permettono al programmatore di specificare che l'utensile debba muoversi a sinistra o a destra di un percorso aperto o chiuso nel piano XY e composto da archi o cerchi o segmenti di linee rette.

La compensazione raggio utensile viene eseguita soltanto sul piano XY attivo. Tutte le figure di questo paragrafo sono quindi proiezioni sul piano XY.

Quando due lati adiacenti formano un angolo, ci sono due modi comuni di eseguire il percorso. L'utensile può percorrere l'angolo con un arco oppure l'utensile può continuare dritto nella direzione in cui stava andando finché non raggiunga il punto in cui può cambiare direzione verso il secondo lato. La figura 2 mostra questi due tipi di percorso. In figura 2:

- Il materiale non tagliato è mostrato ombreggiato nelle figure. Si noti che gli angoli interni hanno la stessa forma in entrambi i tipi di percorso.
- L'area bianca è l'area tagliata dall'utensile.
- Le linee nel centro dell'area bianca rappresentano il percorso della punta dell'utensile da taglio.
- L'utensile è rappresentato dal cerchio.

Entrambi i percorsi elimineranno il materiale vicino al triangolo ombreggiato e lasceranno il triangolo. Quando l'interprete esegue una compensazione di raggio utensile, il percorso è quello con gli angoli arrotondati come si vede nella figura di sinistra in figura 2. Nel metodo a destra (non usato), l'utensile non sta in contatto con il triangolo ombreggiato negli angoli acuti ed è necessario asportare più materiale di quanto sia necessario.

Ci sono due alternative per il percorso programmato in codice NC con la compensazione raggio utensile. Il percorso programmato può essere il bordo del materiale che deve rimanere intatto (per esempio il bordo del triangolo interno nella figura a sinistra di Figura 2), o il percorso nominale (per esempio il percorso a sinistra in figura 2). I due metodi sono simili ma vengono descritti separatamente in due sezioni di questo manuale. Per il metodo "bordo materiale" leggere l'appendice A.3. Per il percorso nominale leggere l'appendice A.4.

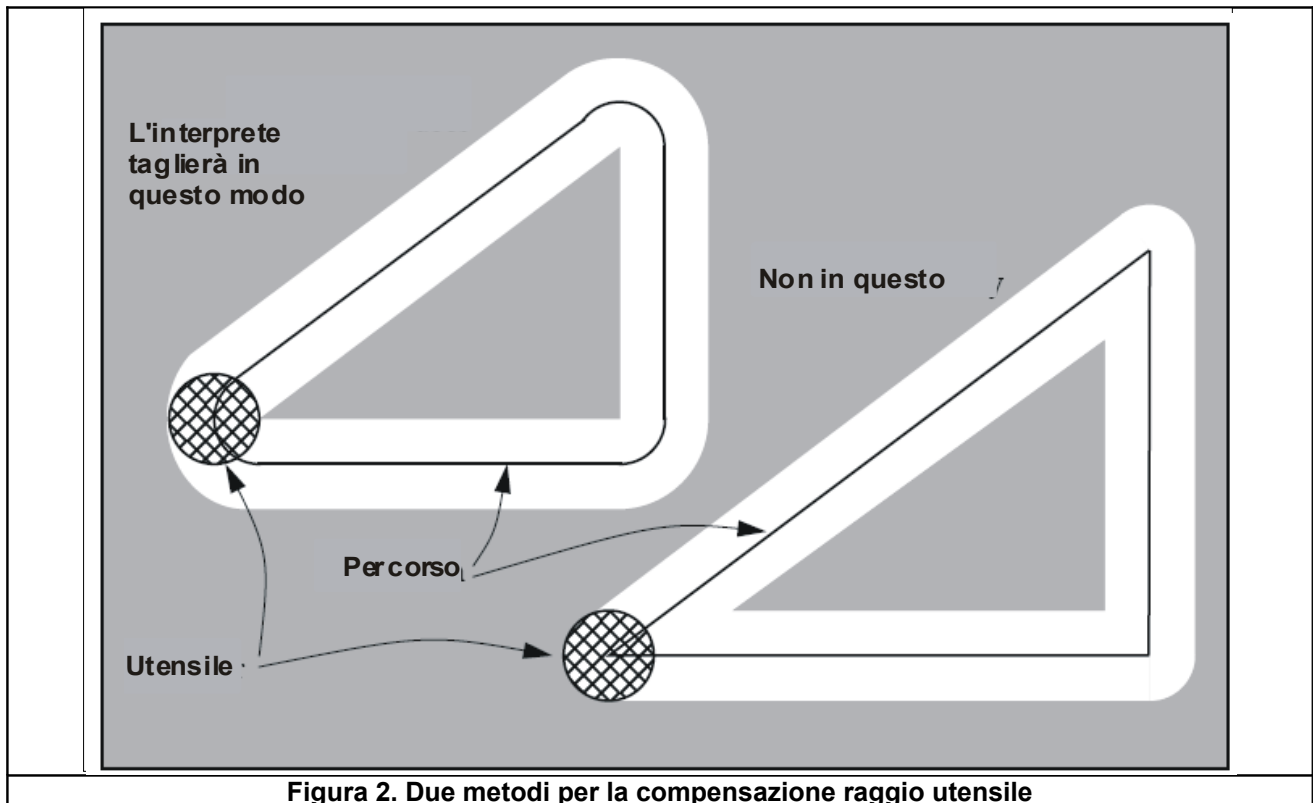


Figura 2. Due metodi per la compensazione raggio utensile

Movimenti dell'asse Z possono avere luogo mentre il percorso viene eseguito sul piano XY. Porzioni del percorso possono essere evitate ritraendo l'asse Z sopra il pezzo, seguendo il contorno fino al prossimo punto dove la lavorazione deve essere eseguita, e riabbassando l'asse Z. Questi movimenti di approccio possono essere eseguiti a velocità di avanzamento (G1) o a velocità rapida (G0). Il movimento dell'asse Z non interferisce con il percorso XY da seguire. Gli esempi di questo paragrafo non includono movimenti dell'asse Z. Potete includere voi stessi questi movimenti.

Movimenti rotazionali (assi Z, B e C) sono permessi durante la compensazione di raggio utensile, ma questo è alquanto inusuale.

B.1.1 Dati per la compensazione raggio utensile.

Il modello di coordinate dell'interprete mantiene i dati di tre elementi per la compensazione di raggio utensile: l'impostazione stessa (destra, sinistra, inattiva), program_x e program_y. Gli ultimi due rappresentano le coordinate X e Y che vengono date nel codice NC quando la compensazione è attiva. Quando la compensazione non è attiva questi sono entrambi impostati a valori molto piccoli (10^{-20}), il cui valore significa (sconosciuto).

Istruzioni di programma

Attivazione della compensazione raggio utensile.

Per attivare la compensazione raggio utensile per mantenere l'utensile a sinistra del contorno, programmate G41 D... la parola D è opzionale (vedere "utilizzo del numero D" più in basso).

Per attivare la compensazione raggio utensile per mantenere l'utensile a destra del contorno programmate G42 D...

In figura due, per esempio, se G41 era stato programmato, l'utensile si sarebbe mosso in senso orario attorno al triangolo, in questo modo l'utensile sarebbe sempre a sinistra del triangolo mentre si muove nella direzione del percorso. Se fosse stato programmato G42, l'utensile sarebbe sempre a destra del triangolo e si muoverebbe in senso antiorario attorno al triangolo.

Disattivare la compensazione raggio utensile.

Per disattivare la compensazione raggio utensile programmate G40. E' possibile disattivare quando è già disattiva.

Sequenza

Se G40, G41 o G42 sono programmate sulla stessa linea, la compensazione verrà attivata o disattivata prima di effettuare il movimento. Per fare un movimento prima il movimento deve essere programmato su una linea separata, in una riga precedente.

Utilizzo del numero D

Programmare una parola D con i comandi G41 e G42 è opzionale.

Se un numero D viene programmato, deve essere un numero non negativo. Questo rappresenta il segnoaposto dell'utensile il cui raggio (metà del diametro scritto sulla tabella utensili) verrà usato, o zero. Se il numero è zero, il valore del raggio sarà anche zero. Qualsiasi segnoaposto nella tabella può essere selezionato. Il numero D non deve essere obbligatoriamente il numero dell'utensile attualmente selezionato e presente nell'elettromandrino.

Se nessun numero D viene programmato verrà usato il numero dell'utensile attualmente nell'elettromandrino.

Contorno bordo materiale.

Quando il contorno è il bordo del materiale, il programma NC rappresenta questo contorno e cioè il bordo esterno del materiale.

Per questo tipo di percorso, il valore per il diametro nella tabella utensili è il valore attuale del diametro dell'utensile. Il valore nella tabella deve essere positivo. Il codice NC per un percorso "bordo materiale" è lo stesso indipendentemente dal diametro dell'utensile attuale o desiderato.

Programmare i movimenti di ingresso

In generale, due movimenti precedenti l'ingresso e un movimento di ingresso sono necessari per iniziare la compensazione correttamente. Tuttavia, se sono presenti angoli convessi nel contorno, un metodo semplice è possibile utilizzando nessuno o un movimento precedente l'ingresso e uno di ingresso. Il metodo generale, che funzionerà in tutte le situazioni, è descritto per primo. Si assume che il programmatore conosca già il percorso di contorno e abbia il lavoro di aggiungere i percorsi di ingresso.

Metodo generale.

Il metodo generale prevede la programmazione di due movimenti precedenti l'ingresso e un movimento di ingresso. Vedere la Figura 3. L'area ombreggiata è il materiale rimanente. Questo non ha angoli, per cui il metodo semplice non può essere usato. La linea tratteggiata è il percorso programmato. La linea solida è il percorso attuale della punta dell'utensile. Entrambi i percorsi vanno in senso orario attorno al materiale restante. I punti neri marcano l'inizio, la fine o la posizione attuale. La figura mostra il secondo movimento precedente l'ingresso ma non il primo, in quanto il punto iniziale del primo movimento precedente l'ingresso può essere ovunque.

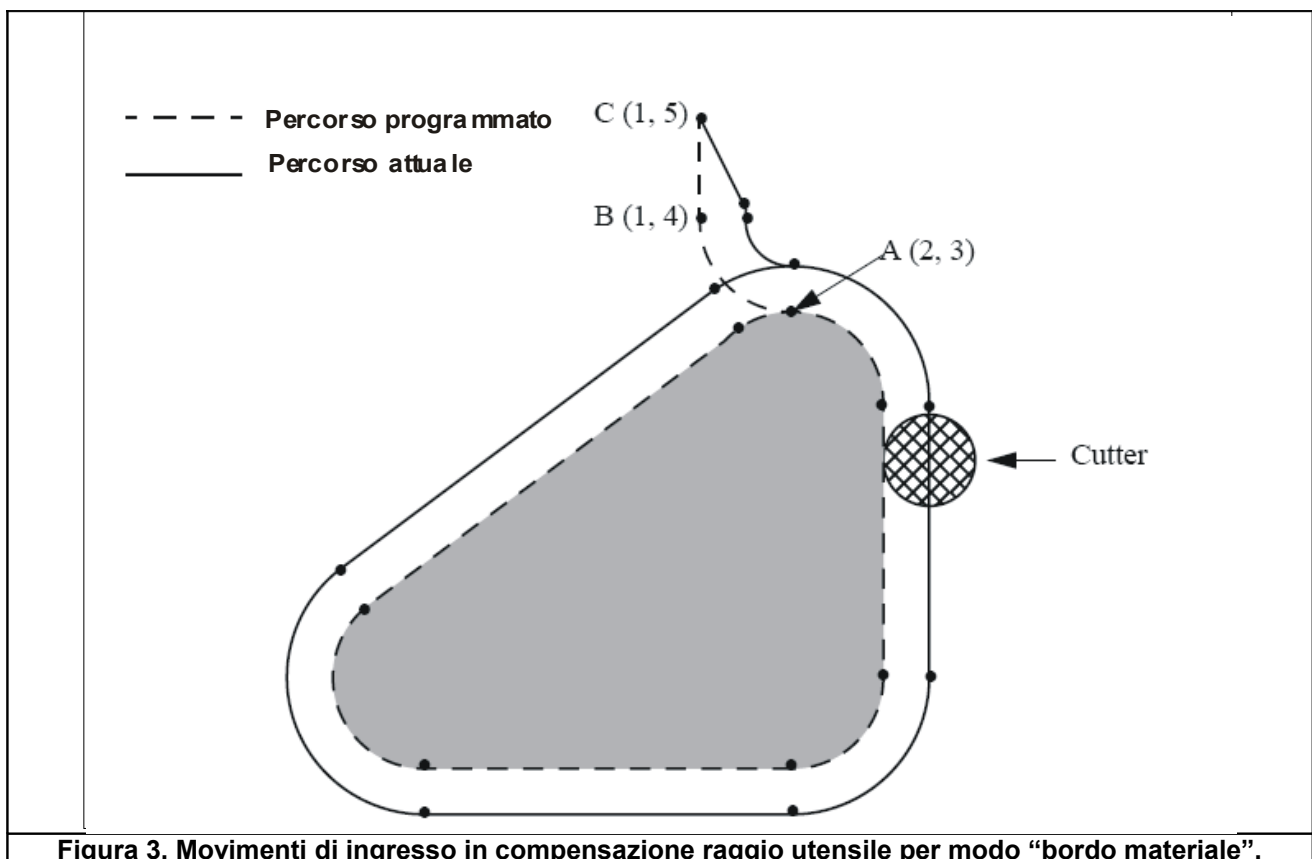


Figura 3. Movimenti di ingresso in compensazione raggio utensile per modo "bordo materiale".

Prima si prenda un punto A sul contorno dove è conveniente raccordare un arco di ingresso. Specificare un arco fuori dal contorno che inizi al punto B e finisca al punto A tangente al contorno (e nella stessa direzione in cui si desidera che vada il percorso di contorno). Il raggio dell'arco deve essere maggiore di metà del diametro dato nella tabella utensili. Quindi estendere una linea tangente all'arco da B fino ad un punto C, posizionato in modo che la linea BC sia più lunga di un raggio utensile. Il codice NC è mostrato in figura 12; le prime tre linee sono i movimenti di ingresso appena descritti.

N0010 G1 X1 Y5 (primo movimento precedente l'ingresso a C)
N0020 G41 G1 Y4 (attiva la compensazione e fa il secondo movimento precedente l'ingresso a B)
N0030 G3 X2 Y3 I1 (movimento di ingresso al punto A)
N0040 G2 X3 Y2 J-1 (taglia lungo un arco sopra)
N0050 G1 Y-1 (taglia lungo il lato destro)
N0060 G2 X2 Y-2 I-1 (taglia lungo un arco in basso a destra)
N0070 G1 X-2 (taglia lungo il lato basso)
N0080 G2 X-2.6 Y-0.2 J1 (taglia lungo un arco in basso a sinistra)
N0090 G1 X1.4 Y2.8 (taglia lungo il terzo lato)
N0100 G2 X2 Y3 I0.6 J-0.8 (taglia lungo un arco sopra il percorso)
N0110 G40 (disattiva la compensazione raggio utensile)

La compensazione raggio utensile viene attivata dopo il primo movimento precedente l'ingresso e prima del secondo ingresso precedente l'ingresso (Includendo G41 sulla stessa riga del secondo movimento precedente l'ingresso attiva prima che il movimento venga effettuato). Nel codice sopra, la linea N0010 è il primo movimento precedente l'ingresso, la linea N0020 attiva la compensazione e fa il primo movimento precedente l'ingresso e la linea N0030 fa il movimento di ingresso.

Metodo semplice.

Se è presente un angolo convesso (punta verso fuori non verso l'interno) in qualche punto del contorno, un metodo semplice per fare un ingresso è possibile. Vedere Figura 4.

Prima trovate l'angolo convesso. In figura 4 c'è un solo angolo convesso. E' nel punto A. Decidete in quale modo volete muovere la macchina lungo il contorno da A. Nel nostro esempio terremo l'utensile a sinistra del materiale restante e andremo in senso orario. Estendete il lato da tagliare (DA nella figura) per dividere l'area fuori dal materiale vicino ad A in due regioni; DA estesa è la linea tratteggiata AC nella figura. Fate un movimento precedente l'ingresso in qualsiasi punto nella regione nello stesso lato di DC (punto B sulla figura) e non troppo vicino al materiale restante in modo che l'utensile non lo tagli. Se l'utensile è già nella regione nessun movimento precedente l'ingresso è necessario. Scrivete una riga di codice NC per muovere a B se necessario. Quindi scrivete una riga di codice per un movimento di ingresso dritto che attiva la compensazione e vada fino al punto A. Se B è a (1.5, 4), le due linee di codice per i movimenti precedenti l'ingresso saranno:

N0010 G1 X1.5 Y4 (muove al punto B)

N0020 G41 G1 X3 Y3 (attiva la compensazione raggio utensile e fa il movimento d'ingresso a A)

Queste due linee saranno seguite da quattro linee identiche alle linee N0050 fino a N0080 della tabella 12, ma la fine del programma sarà diversa perché la forma del materiale restante è diversa.

Sarà se B è sulla linea AC., le due linee di codice sopra saranno ancora valide. In questo caso, la linea tratteggiata estendente DA sarà tangente a DA in A.

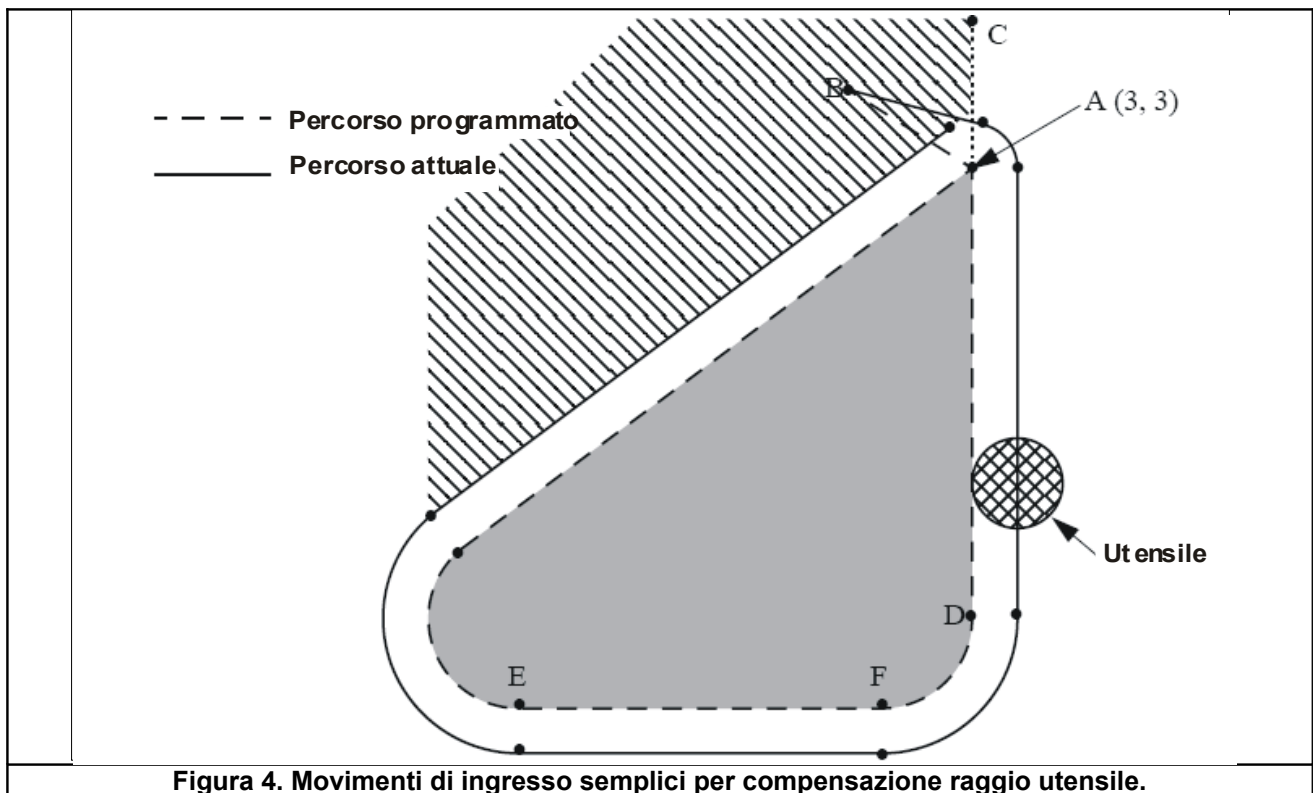


Figura 4. Movimenti di ingresso semplici per compensazione raggio utensile.

Percorso nominale del contorno.

Quando il contorno è un percorso nominale (il percorso di un utensile con inclusa la compensazione raggio dell'utensile esatta), il percorso è descritto dal programma NC. Ci si aspetta che (eccezione fatta per i percorsi di ingresso) il percorso serva a creare un pezzo dalla geometria nota. Il percorso può essere generato manualmente o da un post-processore. Affinché l'interprete funzioni, il percorso deve essere tale che l'utensile rimanga in contatto con il bordo della geometria del pezzo come mostrato nella parte sinistra della figura 2. Se un percorso di questo tipo viene utilizzato, nel quale l'utensile non sta sempre in contatto con la geometria, l'interprete non sarà in grado di compensare in modo corretto quando si utilizzeranno utensili sottodimensionati. Un percorso nominale non ha angoli, per cui il metodo semplice descritto non funzionerà.

Per contorni di percorsi nominali, il valore del diametro dell'utensile nella tabella sarà un piccolo valore positivo se l'utensile selezionato è sovradimensionato e negativo se l'utensile è sottodimensionato. Se il valore di un diametro utensile è negativo, l'interprete compensa dal lato opposto del contorno rispetto a quello programmato e usa il valore assoluto dell'utensile come diametro. Se l'utensile attuale è della dimensione corretta, il valore in tabella deve essere Zero. Si supponga per esempio che il diametro dell'utensile attualmente nell'elettromandrino sia 0.97, e il diametro assunto quando si è generato il contorno 1.0. Allora il valore nella tabella utensili per questo utensile deve essere -0.03.

Il percorso utensile nominale deve essere programmato per funzionare con il più grande o il più piccolo utensile utilizzabile. Chiameremo la differenza tra il raggio del più grande utensile e l'utensile programmato la "Differenza massima di raggio". Questo è normalmente un numero piccolo.

Il metodo include la programmazione di due movimenti precedenti l'ingresso e un movimento di ingresso. Vedere Figura 5. L'area ombreggiata è il materiale restante. La linea tratteggiata è il percorso programmato. La linea solida è il percorso attuale della punta dell'utensile. Entrambi i percorsi vanno in senso orario attorno al materiale restante. Il percorso attuale è a destra del percorso programmato anche se G41 è stato programmato, perché il diametro è negativo. Nella figura, la distanza tra i due percorsi è più grande di quanto ci si aspetta. L'utensile da 1 pollice viene mostrato a parte attorno al percorso. I punti neri marcano i punti di inizio e fine percorso. Il percorso attuale avrà dei piccoli archi aggiuntivi vicino al punto B a meno che l'utensile non abbia lo stesso diametro dell'utensile per cui è stato programmato. La figura mostra il secondo movimento precedente l'ingresso ma non il primo, perché il punto iniziale del movimento precedente l'ingresso può essere in qualsiasi punto.

Prima si prenda un punto A sul contorno dove sia conveniente raccordare un arco. Specificate un arco fuori dal contorno che inizi al punto B e finisca al punto A tangente al contorno (e nella stessa direzione in cui è previsto il movimento). Il raggio dell'arco deve essere più grande della "massima differenza di raggio". Quindi estendere una linea tangente all'arco da B fino ad un punto C in modo che la linea BC sia più della massima differenza di raggio.

N0010 G1 X1.5 Y5 (primo movimento precedente l'ingresso C)
 N0020 G41 G1 Y4 (attiva la compensazione raggio utensile e fa il secondo movimento B)
 N0030 G3 X2 Y3.5 I0.5 (movimento di ingresso A)
 N0040 G2 X3.5 Y2 J-1.5 (taglia lungo l'arco sopra)
 N0050 G1 Y-1 (taglia lungo il lato destro)
 N0060 G2 X2 Y-2.5 I-1.5 (taglia lungo l'arco in basso a destra)
 N0070 G1 X-2 (taglia lungo il lato inferiore)
 N0080 G2 X-2.9 Y0.2 J1.5 (taglia lungo l'arco in basso a sinistra)
 N0090 G1 X1.1 Y3.2 (taglia lungo il terzo lato)
 N0100 G2 X2 Y3.5 I0.9 J-1.2 (taglia lungo l'arco sopra il percorso)
 N0110 G40 (disattiva la compensazione)

Tabella 13. Programma NC per la figura 5

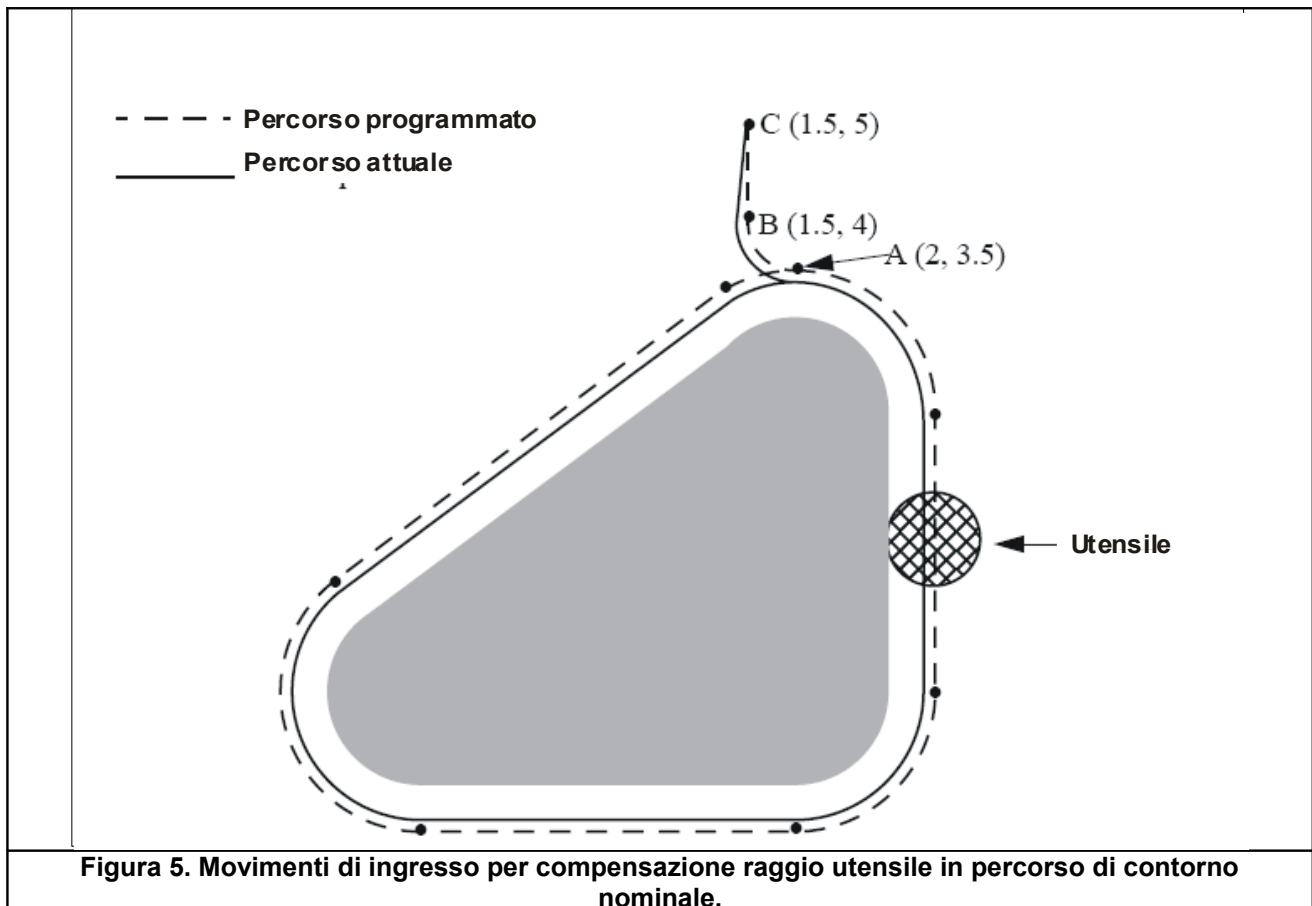


Figura 5. Movimenti di ingresso per compensazione raggio utensile in percorso di contorno nominale.

La compensazione raggio utensile viene attivata dopo il primo movimento precedente l'ingresso e prima del secondo movimento precedente l'ingresso (includendo G41 nella stessa linea del secondo movimento attiva la compensazione prima che il movimento venga eseguito). Nel codice sopra, la linea N0010 è il primo movimento precedente l'ingresso, la linea N0020 è il secondo movimento precedente l'ingresso e la linea N0030 è il movimento di ingresso.

Errori di programmazione e limiti.

L'interprete genererà i seguenti messaggi di errore durante una compensazione di raggio utensile. In aggiunta a questi, ci sono diversi altri messaggi d'errore dovuti alla compensazione di raggio utensile, ma non dovrebbero accadere mai.

1. Impossibile cambiare gli offset durante la compensazione raggio utensile

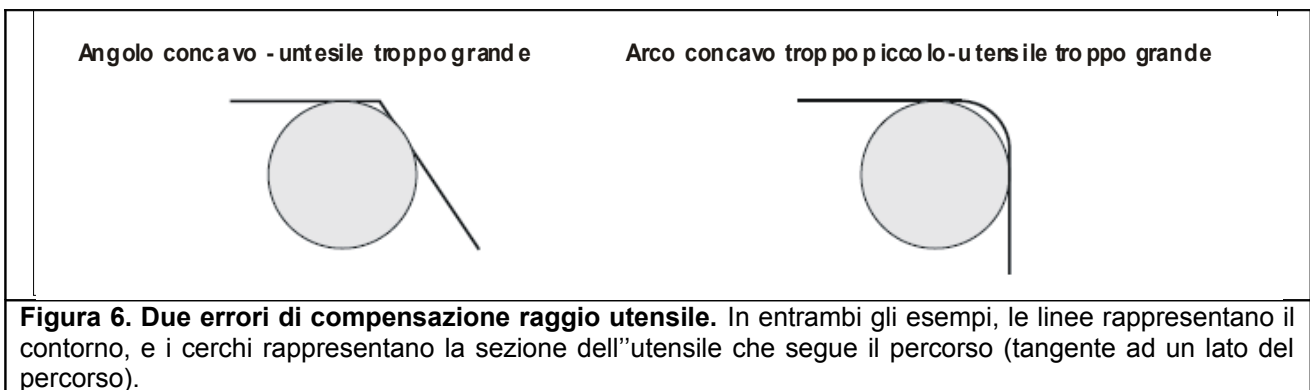
2. Impossibile cambiare le unità durante la compensazione raggio utensile.
3. Impossibile sondare durante la compensazione raggio utensile
4. Impossibile attivare la compensazione raggio utensile al di fuori del piano XY
5. Impossibile attivare la compensazione raggio utensile quando è già attiva
6. Impossibile usare G28 o G30 con la compensazione raggio utensile attiva
7. Impossibile usare G53 con la compensazione raggio utensile attiva
8. Impossibile usare il piano XZ durante la compensazione raggio utensile
9. Impossibile usare il piano YZ durante la compensazione raggio utensile
10. Angolo concavo con compensazione raggio utensile attiva
11. Collisione utensile con compensazione raggio utensile attiva
12. Parola D senza G41 o G42
13. Parole D multiple su una singola riga
14. Parola D negativa usata come indice utensile
15. Indice di utensile troppo grande
16. Raggio utensile non inferiore al raggio dell'arco con compensazione raggio utensile attiva.
17. Due codici G usati dallo stesso gruppo modale.

La maggior parte di questi si spiegano da se. Per quelli che richiedono una spiegazione, la spiegazione è data più sotto.

Cambiare utensile quando la compensazione raggio utensile è attiva non è considerato un errore. Il raggio usato quando la compensazione è stata attivata continuerà ad essere usato finché la compensazione non verrà disattivata, anche se un nuovo utensile viene selezionato.

Angolo concavo e raggio utensile troppo grande (10 e 16)

Quando la compensazione raggio utensile è attiva, deve essere fisicamente possibile per un cerchio il cui raggio è metà del diametro dato nella tabella utensili di essere tangente al contorno in tutti i punti del contorno. In particolare, l'interprete tratta gli angoli concavi e gli archi concavi in cui il cerchio non entri come errori, perché il cerchio non può essere mantenuto tangente al contorno in queste situazioni. Vedi figura 6. Questa rilevazione di errore non limita le forme che possono essere tagliate, ma richiede che il programmatore specifichi la forma da tagliare (o il percorso da seguire), non una approssimazione. Con questa regola, l'interprete RS274/NGC differisce da molti altri interpreti che permettono quest'errore e spesso collidono con il materiale restante o arrotondano gli spigoli.



Impossibile attivare la compensazione raggio utensile mentre è già attiva.

Se la compensazione raggio utensile è già stata attivata, non può essere attivata nuovamente. Deve essere prima disattivata; a quel punto può essere nuovamente attivata. Non è necessario muovere l'utensile tra l'attivazione e disattivazione della compensazione raggio utensile, ma il movimento dopo averla attivata nuovamente verrà trattato come primo movimento come descritto sotto.

Non è possibile cambiare da un raggio utensile ad un altro mentre la compensazione raggio utensile è attiva per gli effetti combinati delle regole 5 e 12. Inoltre non è possibile cambiare la compensazione da un lato all'altro mentre è attiva.

Collisioni utensile (11)

Se l'utensile sta già coprendo la prossima posizione XY quando la compensazione raggio utensile è attiva, il messaggio di errore relativo verrà dato quando questa linea di codice verrà raggiunta. In questa situazione, l'utensile sta già tagliando del materiale che non dovrebbe tagliare. Più dettagli sono dati in sezione B.6.

Indice di raggio utensile troppo grande (15)

Se una parola D è programmata con un valore maggiore del numero massimo di utensili nel magazzino utensili, apparirà questo messaggio.

Due codici G dello stesso gruppo modale usati (17)

Questo è un messaggio generico usato per molti codici G. Nel caso di compensazione raggio utensile questo significa che più di un codice G40, G41 o G42 appaiono sulla stessa linea di codice. Questo non è permesso.

Primo movimento in compensazione raggio utensile

L'algoritmo usato per il primo movimento dopo che è stata attivata la compensazione raggio utensile, quando il primo movimento è una linea retta, è di tracciare una linea dritta dal punto programmato di destinazione fino ad un punto tangente ad un cerchio che ha per raggio il raggio dell'utensile e per centro il punto corrente. Il punto di destinazione viene quindi trovato al centro di un cerchio dello stesso raggio tangente alla linea tangente al punto di destinazione. Se il punto programmato è interno alla sezione dell'utensile (il cerchio alla sinistra), un messaggio di errore del tipo "Errore collisione utensile" viene generato. Il concetto di questo algoritmo è illustrato in figura 7.

Le funzioni che trovano il punto di destinazione attualmente usano un calcolo computazionale basato sul fatto che la linea (non disegnata in figura) dal punto corrente al punto programmato è l'ipotenusa di un triangolo rettangolo avente il punto di destinazione al punto dell'angolo retto.

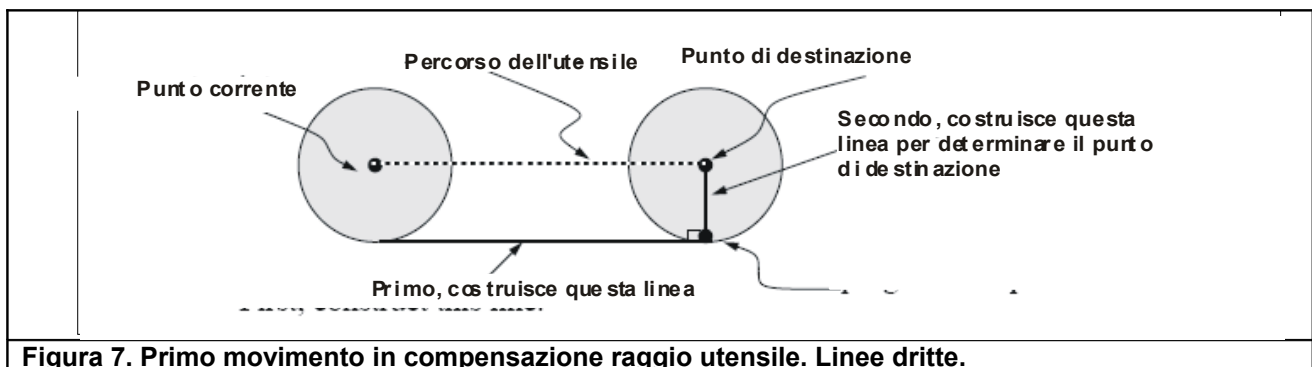


Figura 7. Primo movimento in compensazione raggio utensile. Linee dritte.

Se il primo movimento dopo l'attivazione della compensazione raggio utensile è un arco, l'arco che viene generato è derivato da un arco ausiliare che ha il suo centro al centro come punto programmato, passante per il punto finale programmato, ed è tangente all'utensile alla sua posizione corrente. Se l'arco ausiliare non può essere costruito, un errore viene segnalato. L'arco generato muove l'utensile in modo che resti tangente all'arco ausiliare durante il movimento. Questo è mostrato in figura 8.

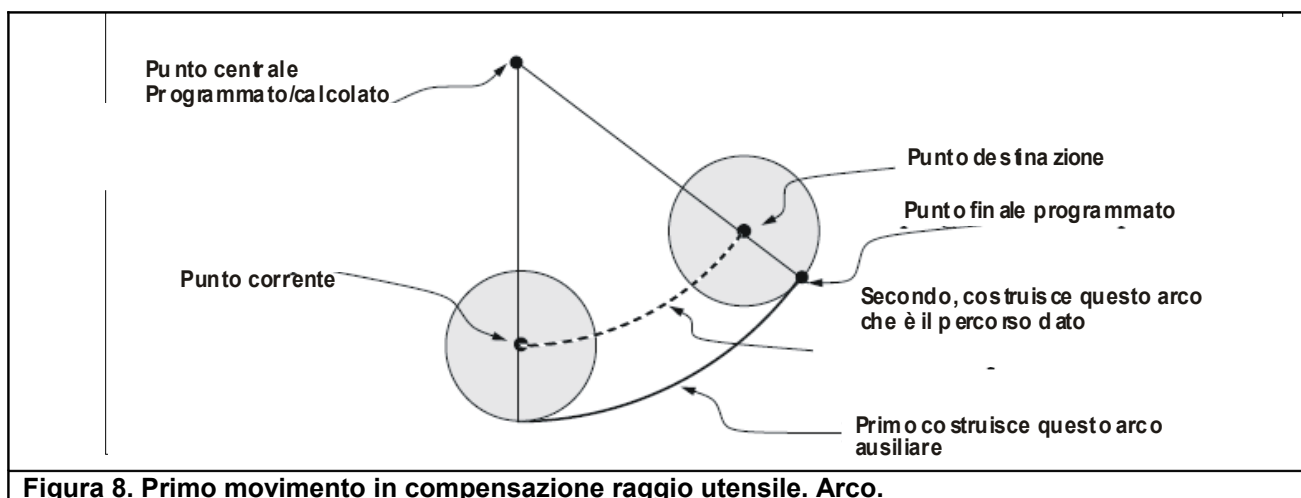


Figura 8. Primo movimento in compensazione raggio utensile. Arco.

La figura 8 mostra l'approccio concettuale per trovare l'arco. Il modo di calcolare l'arco differisce tra la modalità arco con formato centro e arco con formato raggio.

Dopo i movimenti di ingresso in compensazione di raggio utensile, l'interprete mantiene l'utensile tangente al percorso programmato e sul lato appropriato. Se un angolo convesso è sul percorso, un arco viene inserito per muoversi attorno all'angolo. Il raggio dell'arco è metà del diametro dato nella tabella utensili.

Quando la compensazione di raggio utensile è disattivata, nessun movimento speciale di uscita viene effettuato. Il prossimo movimento è quello che sarebbe stato se la compensazione non fosse mai stata attiva e il movimento precedente avesse posizionato l'utensile alla posizione corrente.