

CONTROLLO NUMERICO

TORNIO

CNC SERIE 800/900

NORME DI PROGRAMMAZIONE

COD.: 720P417

EDIZIONE 2013

REV. 2





CONTROLLO NUMERICO

TORNIO

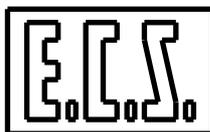
CNC SERIE 800/900

NORME DI PROGRAMMAZIONE

COD.: 720P417

EDIZIONE 2013

REV. 2



E.C.S. SISTEMI ELETTRONICI SPA - FIRENZE
Via di Pratignone, 15/5 - 50019 Sesto Fiorentino - (FI) ITALIA

CLAUSOLE GENERALI

“Il presente manuale è stato realizzato con la massima cura ed attenzione, ma è possibile che qualche dato (o caratteristica tecnica) sia incompleto od errato; pertanto potranno imporsi dei cambiamenti di specifiche o di dati rispetto a quelle qui riportate senza possibilità di darne preavviso, ma che daranno luogo ad aggiornamenti del manuale.

In caso si evidenziassero da parte dell'Utente problemi od inesattezze si prega di contattare il seguente Ufficio:

QUALITY ENGINEERING – ECS

e-mail: info@ecs.it

WEB: www.ecs.it

Il presente manuale non può essere riprodotto, tutto o in parte, con alcun mezzo senza il consenso scritto della ECS S.p.A.”

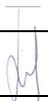


INDICE DI REVISIONE DEI CAPITOLI

ARGOMENTO	EDIZIONE IN VIGORE REV. 1		N° DI PAGINA
	Situazione	Data	
Copertina	Rev. 1	Settembre 2005	
Frontespizio	Rev. 1	Settembre 2005	I
Indice di Rev. dei Capitoli	Rev. 1	Settembre 2005	III
Tabella delle Revisioni	Rev. 1	Settembre 2005	IV
Sommario	Rev. 1	Settembre 2005	V ÷ XII
Capitolo 1	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 1-1 ÷ 1-2
Capitolo 2	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 2-1 ÷ 2-12
Capitolo 3	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 3-1 ÷ 3-14
Capitolo 4	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 4-1 ÷ 4-18
Capitolo 5	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 5-1 ÷ 5-10
Capitolo 6	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 6-1 ÷ 6-20
Capitolo 7	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 7-1 ÷ 7-18
Capitolo 8	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 8-1 ÷ 8-28
Capitolo 9	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 9-1 ÷ 9-18
Capitolo 10	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 10-1 ÷ 10-18
Capitolo 11	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 11-1 ÷ 11-18
Capitolo 12	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 12-1 ÷ 12-18
Capitolo 13	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 13-1 ÷ 13-30
Capitolo 14	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 14-1 ÷ 14-14
Capitolo 15	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 15-1 ÷ 15-2
Capitolo 16	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 16-1 ÷ 16-24
Capitolo 17	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 17-1 ÷ 17-36
Capitolo 18	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 18-1 ÷ 18-2
Capitolo 19	Rev. Base	Giugno 2003	pag. 19-1 ÷ 19-2
Capitolo 20	Rev. 1	Settembre 2005	pag. 20-1 ÷ 20-6



TABELLA DELLE REVISIONI

Rev. N.	Descrizione	Data edizione
1	<p>Capitolo 1 (Descrizione organizzazione manuale) Aggiornato con cenni a capitoli 19 e 20</p> <p>Capitolo 2 (Regole per la stesura di un P.P.) Inserita nuova sintassi per commenti (con apice) Aggiunta descrizione istruzione <INPUT:...> Aggiunta descrizione istruzione <LIM:...> Aggiunta descrizione istruzione <SIZ:...></p> <p>Capitolo 4 (Programmazione Parametrica e Istruzioni per il controllo del flusso di esecuzione di un Programma) Inserita nuova sintassi richiamo di un sottoprogramma L<Sottoprogramma> Corretto riferimento errato a manuale Norme d'Uso</p> <p>Capitolo 5 (Origini) Aggiunto Paragrafo 5.8 per descrivere compatibilità nella gestione di G58 e G59 con 2402/2602</p> <p>Capitolo 7 (Contornatura) Modificata FIG. 7-1 Aggiunta descrizione G69 Aggiunta descrizione Spline On Line</p> <p>Capitolo 8 (Programmazione tramite GAP) Apportate alcune note al paragrafo relativo al parametro RC. Aggiunto Paragrafi 8.4 e 8.2.10 sull'evoluzione e la compatibilità dei parametri del linguaggio GAP</p> <p>Capitolo 13 (Macro di Sgrossatura) Aggiunto note sul fatto che sia la G664 che la G665 sono ora accettate con entrambe le sintassi quella del 2402 e la nuova .</p> <p>Capitolo 14 (Cicli di Misura) Modificato G201 --> G211 Modificato G211 --> G222</p> <p>Capitolo 17 (Transmit) Aggiunta nuova gestione origini e note minori</p> <p>Capitolo 18 (Gestione utensile motorizzato) Inserite nuove istruzioni G633 G634 G635</p>	15/09/05
Emesso dal QE		(firma) 
Approvato dal Progetto		(firma) 



SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	1-1
2. REGOLE PER LA STESURA DI UN PART - PROGRAM	2-1
2.1 DEFINIZIONE DI USO CORRENTE	2-1
2.1.1 Istruzione	2-1
2.1.2 Operazione o Blocco	2-1
2.1.3 Istruzioni Modali (memorizzate).....	2-2
2.1.4 Istruzioni Autocancellanti.....	2-2
2.1.5 Quote	2-2
2.1.6 Numerazione delle Operazioni	2-2
2.1.7 Etichette (Label)	2-3
2.1.8 Inizio Programma.....	2-4
2.1.9 Commento per l'Operatore (Visualizzato durante l'esec. del P.P.)	2-5
2.1.10 Commenti per il Programmatore.....	2-5
2.1.11 Istruzioni Input Dati.....	2-6
2.1.12 Operazione Opzionale	2-7
2.1.13 Definizione dei Limiti Grafici	2-8
2.1.14 Definizione del Grezzo in Grafica Real Time	2-8
2.1.15 Fase di Lavorazione (:N...).....	2-9
2.1.16 Stop Programmato (M0).....	2-9
2.1.17 Stop Opzionale (M1).....	2-9
2.1.18 Fine Programma.....	2-9
2.1.19 Struttura del Programma.....	2-10
3. FUNZIONI AUSILIARIE.....	3-1
3.1 FUNZIONI AUSILIARIE INTERNE	3-1
3.1.1 Definizione di una sosta (G04).....	3-1
3.1.2 Programmazione Assoluta (G90)	3-1
3.1.3 Programmazione Incrementale (G91).....	3-2
3.1.4 Limitazione del Campo di Lavoro (G25-G26).....	3-3
3.1.4.1 Sospensione Temporanea di un Campo di Lavoro	3-4
3.1.4.2 Ripristino del Campo di Lavoro	3-5
3.1.5 Programmazione Metrica ed in Pollici (G70 / G71)	3-5
3.1.6 Gestione Mandrino ed Avanzamenti.....	3-6
3.1.6.1 Lavorazioni a velocità di rotazione Costante (G94-G95)	3-6
3.1.6.2 Lavorazioni a Velocità di Taglio costante (G96)	3-6
3.1.6.3 Limitazione della Velocità Mandrino (G92)	3-7
3.1.6.4 Sincronizzazione tra Movimento Assi e Velocità Mandrino (G396-G397-G398-G399)	3-7
3.1.6.5 Norme di Programmazione	3-8
3.1.7 Velocità di Avanzamento (F...)	3-8
3.2 FUNZIONI AUSILIARIE ESTERNE.....	3-9
3.2.1 Codici delle Funzioni Ausiliarie M.....	3-9
3.3 FUNZIONI ASSOCIATE AL "CONTROLLO DEL MOTO"	3-10
3.3.1 Impostazione dell'accelerazione dell'Asse	3-11
3.3.2 Impostazione Guadagno Proporzionale dell'Anello di Spazio.....	3-11
3.3.3 Impostazione Soglie di Posizionamento e di Fuga	3-12
4. PROGRAMMAZIONE PARAMETRICA E ISTRUZIONI PER IL CONTROLLO DEL FLUSSO DI ESECUZIONE DI UN PROGRAMMA.....	4-1
4.1 VARIABILI AD "ACCESSO DIRETTO"	4-1



4.2	DEFINIZIONE DI ESPRESSIONI MATEMATICHE	4-2
4.2.1	<i>Operatori Algebrici</i>	4-2
4.2.2	<i>Operatori Trigonometrici</i>	4-3
4.2.3	<i>Funzioni Matematiche</i>	4-3
4.2.4	<i>Priorità nell'esecuzione dei calcoli</i>	4-4
4.3	SOTTOPROGRAMMI.....	4-5
4.3.1	<i>Annidamento (Nesting) di Sottoprogrammi</i>	4-6
4.4	SALTI DI PROGRAMMA	4-7
4.4.1	<i>Salto Incondizionato</i>	4-7
4.4.2	<i>Salto Incondizionato a un blocco di Sottoprogramma</i>	4-8
4.4.3	<i>Salto Condizionato</i>	4-9
4.4.4	<i>Salto Condizionato ad un blocco di un Sottoprogramma</i>	4-10
4.5	RIPETIZIONI DI PARTI DI UN PROGRAMMA	4-10
4.5.1	<i>Regole minori inerenti l'utilizzo di <RPT: ...></i>	4-13
4.6	ESEMPIO DI PROGRAMMAZIONE PARAMETRICA E DI USO DELL'ISTRUZIONE <RPT:..>	4-15
4.7	VALUTAZIONE DEL TEMPO DI ESECUZIONE DI UN PART PROGRAM	4-16
5.	ORIGINI.....	5-1
5.1	ORIGINI ASSOLUTE.....	5-1
5.2	TRASLAZIONE ORIGINE DA PROGRAMMA (G59).....	5-2
5.3	CARICAMENTO DI ORIGINI DA PROGRAMMA	5-3
5.4	ROTO-TRASLAZIONE DEGLI ASSI ASSOCIATI ALL'ORIGINE ATTIVA (G58)	5-4
5.5	SOSPENSIONE ORIGINI E TRASLAZIONI (G53).....	5-6
5.6	PROGRAMMAZIONE PER TORNI A 2 TORRETTE	5-7
5.7	SEGNO PER L'ASSE X.....	5-8
5.8	COMPATIBILITÀ CON GESTIONE ORIGINI CNC 2402.....	5-9
6.	COMPENSAZIONE LUNGHEZZE UTENSILI SPECULARITÀ E DEFINIZIONE SOVRAMETALLI	6-1
6.1	DEFINIZIONE DELLE LUNGHEZZE "L" ED "L2"	6-1
6.2	ATTIVAZIONE ED ANNULLAMENTO DELLA COMPENSAZIONE IN LUNGHEZZA	6-3
6.3	SOVRAMETALLO SUL PROFILO	6-4
6.4	SOVRAMETALLO DIFFERENZIATO PER ASSE X E Z	6-5
6.5	CARICAMENTO UTENSILI DA FILE	6-6
6.5.1	<i>Come si attivano le Procedure di Caricamento</i>	6-7
6.5.2	<i>Come si definiscono i parametri di un Utensile</i>	6-7
6.6	GESTIONE UTENSILI A TERRA	6-12
6.7	CAMBIO DI POSTO DI UN UTENSILE	6-13
6.8	CANCELLAZIONE DI UN UTENSILE	6-14
6.9	ESCLUSIONE DEL CAMBIO UTENSILI AUTOMATICO.....	6-15
6.10	PROCEDURA DI RIFASAMENTO DEL CAMBIO UTENSILI.....	6-16
6.11	SPECULARITÀ DA PROGRAMMA.....	6-16
6.11.1	<i>Esempio di Programmazione</i>	6-18
7.	CONTORNATURA TRAMITE ISTRUZIONI ISO E MODALITÀ DI CONTORNATURA.....	7-1
7.1	DEFINIZIONE DEL PIANO DI CONTORNATURA.....	7-1
7.1.1	<i>Scelta libera del Piano di Contornatura (G16 ...)</i>	7-2
7.2	ISTRUZIONI DI CONTORNATURA CONVENZIONALE.....	7-2
7.2.1	<i>Definizione di una retta mediante coordinate Cartesiane</i>	7-2
7.2.2	<i>Definizione di un Arco di Cerchio mediante Coordinate Cartesiane</i>	7-3
7.2.3	<i>Interpolazione Circolare nei vari tipi di Torni</i>	7-5
7.3	MODALITÀ DI CONTORNATURA.....	7-6
7.3.1	<i>Modalità G60 (Posizionamento e Lavorazione Precisa)</i>	7-6



7.3.2	Modalità G64 (Posizionamento Rapido e Lavorazione Veloce).....	7-7
7.3.3	Modalità G66 (Posizionamento Preciso e Lavorazione Veloce).....	7-7
7.3.4	Modalità G67 (Profile Smoothing).....	7-7
7.3.4.1	Attivazione e disattivazione della modalità.....	7-9
7.3.4.2	Comportamento.....	7-10
7.3.4.3	Note e Particolarità.....	7-11
7.3.5	La Modalità G69.....	7-12
7.3.5.1	Attivazione e disattivazione della modalità.....	7-12
7.3.5.2	Vincoli ed incompatibilità.....	7-13
7.3.6	Modalità G55 - Spline.....	7-13
7.3.6.1	Vincoli, Limitazioni ed incompatibilità.....	7-15
7.3.7	Filtri di Interpolazione: Spline on Line.....	7-16
8.	PROGRAMMAZIONE TRAMITE GAP.....	8-1
8.1	PREMESSA.....	8-1
8.2	REGOLE E CONCETTI DELLA PROGRAMMAZIONE GAP.....	8-1
8.2.1	Definizione di "Elemento Geometrico Chiuso".....	8-1
8.2.2	Definizione di "Elemento Geometrico Aperto".....	8-1
8.2.3	Il parametro "RC".....	8-2
8.2.4	Il parametro "D".....	8-3
8.2.5	Il parametro "RB".....	8-3
8.2.6	Il parametro "R".....	8-3
8.2.7	Il parametro "RA".....	8-3
8.2.8	Il concetto di "Discriminante".....	8-4
8.2.8.1	Caso di Intersezione Retta/Cerchio e Cerchio/Retta.....	8-4
8.2.8.2	Caso di Intersezione/Tangenza Cerchio/Cerchio.....	8-4
8.2.8.2.1	Caso di Cerchio di Centro noto, di raggio Ignoto, tangente a Cerchio noto.....	8-5
8.2.8.3	Caso di Raccordo Esplicito.....	8-6
8.2.9	Il parametro "SM".....	8-7
8.2.10	Note sull'evoluzione della sintassi del Linguaggio GAP nel tempo.....	8-8
8.2.11	Definizione di Rette tramite GAP.....	8-9
8.2.12	Definizione di Cerchi / Archi di Cerchio tramite GAP.....	8-11
8.2.13	Raccordi Espliciti Punto / Retta e Punto / Cerchio.....	8-13
8.2.14	Casi possibili tra Retta/ Cerchio e Cerchio / Retta.....	8-15
8.2.15	Casi possibili tra Cerchio e Cerchio.....	8-18
8.2.16	Raccordi Espliciti Cerchio / Cerchio.....	8-20
8.2.17	Raccordi Impliciti.....	8-22
8.2.17.1	Raccordo Retta / Retta.....	8-23
8.2.17.2	Raccordo Retta / Cerchio e Cerchio / Retta.....	8-23
8.2.17.3	Raccordo Cerchio / Cerchio.....	8-24
8.3	ESEMPI DI PROGRAMMAZIONE GAP.....	8-25
8.3.1	Esempio 1.....	8-25
8.3.2	Esempio 2.....	8-26
8.4	TRADUZIONE DI PROGRAMMI GAP/EXPERT IN ISO.....	8-28
9.	IL LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE "EXPERT".....	9-1
9.1	MODALITÀ DI DEFINIZIONE DI UN PUNTO.....	9-2
9.2	MODALITÀ DI DEFINIZIONE DI UNA RETTA.....	9-4
9.3	MODALITÀ DI DEFINIZIONE DI UN CERCHIO.....	9-7
9.4	RILEVAZIONE DEI PARAMETRI DI UN ENTE VIRTUALE.....	9-15
9.5	GENERAZIONE DI UN PROFILO UTILIZZANDO ELEMENTI VIRTUALI.....	9-16
9.6	TRADUZIONE DI PROGRAMMI GAP/EXPERT IN ISO.....	9-16
10.	CORREZIONE UTENSILE ED ATTACCO / STACCO DAL PROFILO.....	10-1



10.1	ERRORI DI PROFILO SENZA CORREZIONE RAGGIO UTENSILE.....	10-1
10.2	CONCETTO DI COMPENSAZIONE VETTORIALE DEL RAGGIO UTENSILE	10-2
10.2.1	<i>Raggio Utensile e suo orientamento</i>	<i>10-3</i>
10.3	ATTIVAZIONE DELLA COMPENSAZIONE RAGGIO UTENSILE.....	10-5
10.4	PROFILO RACCORDATO O CON SPIGLI	10-7
10.5	ATTACCO AL PROFILO	10-8
10.6	ATTACCHI TANGENZIALI AL PROFILO	10-11
10.6.1	<i>Programmazione del Raggio ed Angolo di Attacco</i>	<i>10-12</i>
10.7	ATTACCHI / STACCHI AD UN ENTE DEFINITO CON GAP / EXPERT	10-13
10.7.1	<i>Attacco Ortogonale ad un Ente.....</i>	<i>10-13</i>
10.7.2	<i>Attacco Tangenziale ad un Ente.....</i>	<i>10-14</i>
10.7.3	<i>Stacco Ortogonale ad un Ente</i>	<i>10-15</i>
10.7.4	<i>Stacco Tangente ad un Ente.....</i>	<i>10-15</i>
10.7.5	<i>Attacco Tangente a Due Enti Contigui.....</i>	<i>10-16</i>
10.7.6	<i>Stacco Tangente a due Enti Contigui.....</i>	<i>10-17</i>
10.7.7	<i>Note di tipo generale.....</i>	<i>10-17</i>
11.	FILETTATURA	11-1
11.1	MOVIMENTO DI FILETTATURA (G33)	11-1
11.1.1	<i>Esempi di Programmazione</i>	<i>11-2</i>
11.1.2	<i>Spazio di Attacco / Stacco della Filettatura.....</i>	<i>11-5</i>
11.2	FILETTATURA A PASSO VARIABILE (G34 - G35)	11-7
11.2.1	<i>Filettatura a Passo Variabile crescente (G34)</i>	<i>11-7</i>
11.2.2	<i>Filettatura a Passo Variabile decrescente (G35).....</i>	<i>11-8</i>
11.3	MACROISTRUZIONE DI FILETTATURA (G663).....	11-9
11.3.1	<i>Filettature Cilindriche (o Coniche).....</i>	<i>11-9</i>
11.3.2	<i>Filettature Generiche (G663).....</i>	<i>11-14</i>
11.3.3	<i>Descrizione del ciclo della G663</i>	<i>11-16</i>
11.4	ESEMPIO DI PROGRAMMAZIONE	11-17
12.	CICLI FISSI	12-1
12.1	DEFINIZIONE ASSE DI APPLICAZIONE DEI CICLI FISSI	12-2
12.2	PARAMETRI UTILIZZATI NEI CICLI FISSI.....	12-2
12.3	DESCRIZIONE DEI CICLI FISSI	12-3
12.3.1	<i>Foratura Semplice (G81).....</i>	<i>12-3</i>
12.3.2	<i>Foratura Semplice a 3 Livelli (G81).....</i>	<i>12-3</i>
12.3.3	<i>Foratura con Sosta (G82).....</i>	<i>12-4</i>
12.3.4	<i>Foratura Profonda (G83)</i>	<i>12-5</i>
12.3.5	<i>Maschiatura (G84).....</i>	<i>12-6</i>
12.3.6	<i>Alesatura con Ritorno in Lavoro (G85).....</i>	<i>12-6</i>
12.3.7	<i>Alesatura con Ritorno a Mandrino Fermo (G86)</i>	<i>12-6</i>
12.3.8	<i>Alesatura con Ritorno Orientato e Disimpegno (G87)</i>	<i>12-7</i>
12.3.9	<i>Alesatura con Sosta (G89).....</i>	<i>12-7</i>
12.4	MACRO LAVORAZIONE GOLE (G177).....	12-8
12.4.1	<i>Esempio di Programmazione di Macro G177.....</i>	<i>12-12</i>
12.5	CONSIDERAZIONI GENERALI SUI CICLI FISSI	12-14
12.6	ESEMPI DI PROGRAMMAZIONE DI CICLI FISSI	12-15
12.7	CICLO FISSO DI MASCHIATURA RIGIDA (G184)	12-17
12.7.1	<i>Esempio di Programmazione di Maschiatura tramite G184.....</i>	<i>12-17</i>
13.	SGROSSATURA	13-1
13.1	SGROSSATURA QUADRILATERA (G664)	13-1
13.1.1	<i>Osservazioni sul ciclo di Sgrossatura G664</i>	<i>13-4</i>



13.1.1.1	G664 senza Compensazione Vettoriale (G40)	13-4
13.1.1.2	G664 con Compensazione Vettoriale (G41 o G42).....	13-6
13.1.2	<i>Esempio di Programmazione</i>	13-8
13.2	G665: SGROSSATURA DI PROFILI COMPLESSI MONOTONI.....	13-9
13.2.1	<i>Descrizione del Profilo Finito Grezzo. Profilo Finito</i>	13-11
13.2.2	<i>Ciclo di Sgrossatura</i>	13-21
13.2.2.1	Ciclo di Sgrossatura di Tipo "AA"	13-22
13.2.2.2	Ciclo di Sgrossatura di tipo "BB".....	13-23
13.2.3	<i>Esempio di Programmazione</i>	13-24
13.2.4	<i>Cicli Particolari con Profili non Monotoni</i>	13-26
13.3	G766: SGROSSATURA DI PROFILI COMPLESSI	13-27
14.	CICLI DI MISURA MEDIANTE TASTATORE	14-1
14.1	DEFINIZIONE DI "QUOTA DI MISURA" E "TOLLERANZE"	14-2
14.2	ISTRUZIONI PREPARATORIE AD UN CICLO DI MISURA.....	14-3
14.2.1	<i>Definizione del Tipo di Misura</i>	14-3
14.2.2	<i>Definizione del Tipo di Correzione e del Responsabile</i>	14-3
14.2.3	<i>Istruzioni di inizializzazione e Fine Cicli di Test</i>	14-4
14.2.4	<i>Fasi Operative di un Ciclo di Misura</i>	14-4
14.3	CICLO DI MISURA CON UN MOVIMENTO G221 (EX CICLO G201)	14-5
14.4	MISURA MEDIANTE PROBE IN POSIZIONE FISSA G222 (EX CICLO G211)	14-9
14.5	MESSAGGI PER L'OPERATORE	14-11
14.5.1	<i>Visualizzazione delle Tabella riassuntive della misura</i>	14-12
15.	MACROISTRUZIONI	15-1
16.	MATRICI DI TRASFORMAZIONE.....	16-1
16.1	CENNI SUL CONCETTO DI MATRICE	16-1
16.2	ESEMPI DI MATRICI.....	16-2
16.2.1	<i>Traslazione</i>	16-2
16.2.2	<i>Rotazione attorno all'Origine</i>	16-3
16.2.3	<i>Rotazione attorno ad un punto</i>	16-4
16.2.4	<i>Rototraslazione</i>	16-6
16.2.5	<i>Fattore di Scala</i>	16-6
16.2.6	<i>Immagine Speculare</i>	16-7
16.3	PROGRAMMAZIONE DI MATRICI STATICHE	16-8
16.3.1	<i>Spazio di applicabilità di una Matrice Statica</i>	16-9
16.3.2	<i>Abilitazione alla Trasformazione</i>	16-10
16.4	MATRICI STATICHE DI TRASFORMAZIONE FORNITE DA ECS	16-11
16.4.1	<i>Traslazione semplice, Sottoprogramma <TRANS></i>	16-12
16.4.2	<i>Traslazione multipla, Sottoprogramma <TRANS></i>	16-13
16.4.3	<i>Rotazione semplice, Sottoprogramma <ROT></i>	16-14
16.4.4	<i>Traslazione con Rotazione multipla, Sottoprogramma <ROT></i>	16-15
16.4.5	<i>Ripetizione con Rototraslazione, Sottoprogramma <ROTRAS></i>	16-16
16.4.6	<i>Rapporto di Scala, Sottoprogramma <SCALE></i>	16-17
16.4.7	<i>Matrici Dinamiche</i>	16-18
16.5	PROGRAMMAZIONE DELLE MATRICI DINAMICHE.....	16-18
16.5.1	<i>Definizione di una Matrice Dinamica</i>	16-19
16.5.2	<i>Spazio d'applicabilità di una Matrice Dinamica</i>	16-20
16.5.3	<i>Abilitazione alla Trasformazione</i>	16-21
16.6	PROGRAMMAZIONE CILINDRICA	16-22
17.	G37: TRANSMIT.....	17-1



17.1	GENERALITÀ	17-1
17.2	PROGRAMMAZIONE	17-1
17.2.1	<i>Piazzamento e Origine di un Pezzo di forma generica</i>	17-3
17.2.2	<i>Limiti</i>	17-4
17.2.3	<i>Macro di Fresatura</i>	17-5
17.2.3.1	Fresa-alesatura Interna (G88)	17-5
17.2.3.2	Fresa-Alesatura per Esterni (G188)	17-8
17.2.3.3	Svuotatura di Tasche Circolari (G189)	17-11
17.2.3.4	Svuotatura di Tasche Circolari (G179)	17-14
17.2.3.5	Finitura di Tasche Circolari (G190)	17-17
17.2.3.6	Svuotatura di Tasche Rettangolari (G185)	17-18
17.2.3.7	Svuotatura di Tasche Asolate (G185)	17-22
17.2.3.8	Svuotatura di Tasche Rettangolari (G175)	17-23
17.2.3.9	Svuotatura di Cave Circolari (G187)	17-25
17.2.3.10	Finitura di Tasche Rettangolari o Asolate (G186)	17-28
17.2.3.11	Fori disposti su arco di cerchio (Macro FORFLA)	17-29
17.2.3.12	Lavorazioni su Righe o Matrici (Macro FORMAT)	17-31
17.2.3.12.1	Note in caso di interruzione della lavorazione durante l'esecuzione di una macro (FORFLA / FORMAT)	17-32
18.	UTENSILE ROTANTE (O MOTORIZZATO)	18-1
18.1	UTENSILE MOTORIZZATO GESTITO DA PLC	18-1
18.2	UTILIZZO DEL MANDRINO SECONDARIO	18-1
19.	IL CONCETTO DI “APPARATO”	19-1
19.1	LA SELEZIONE DEGLI APPARATI	19-1
20.	INDICE ANALITICO.....	20-1



CAPITOLO 1

1. Introduzione

Il presente manuale intende fornire le nozioni essenziali per la stesura di Programmi di lavorazione interpretabili dai **Controlli Numerici ECS CNC 800/900**.

In particolare esso è così organizzato:

Capitolo 2:

Descrive la sintassi e le regole base da rispettare nella stesura di un Part-Program.

Capitolo 3:

Descrive il significato delle più comuni funzioni Ausiliarie (**G, S, F, M**) e la gestione del mandrino ed avanzamenti.

Capitolo 4:

Fornisce i rudimenti essenziali su come programmare in modo parametrico, e descrive tutte le istruzioni a disposizione per gestire sottoprogrammi nonché controllare il “flusso di esecuzione” di un programma.

Capitolo 5:

Introduce al concetto di origini, illustrando le istruzioni disponibili per la loro gestione.

Capitolo 6:

Affronta il problema della compensazione in lunghezza degli utensili e spiega come impostare sovrametalli, e specularità.

Capitolo 7:

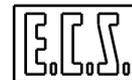
Illustra i concetti base inerenti la programmazione del profilo da lavorare tramite funzioni standard ISO (**G0, G1, G2 e G3**) nonché le varie modalità di contouring disponibili.

Capitolo 8:

Descrive i linguaggi di programmazione ECS **GAP**.

Capitolo 9:

Descrive il linguaggio di programmazione **EXPERT** per la definizione di elementi geometrici virtuali.



Capitolo 10:

Introduce e illustra come comandare l'attacco e lo stacco dell'utensile dal profilo programmato.

Capitolo 11:

E' dedicato alla descrizione della filettatura.

Capitolo 12:

E' dedicato alla descrizione dei cicli fissi implementati.

Capitolo 13:

Dedicato alla descrizione della macro di sgrossatura

Capitolo 14:

Descrive i cicli di misura standard (mono-toccata).

Capitolo 15:

Illustra il concetto di macroistruzione

Capitolo 16:

Illustra il concetto di matrici statiche e dinamiche fornendo esempi di applicazione pratica.

Capitolo 17:

E' dedicato alla descrizione della funzione "TRANSMIT"

Capitolo 18:

Fornisce le necessarie informazioni per una corretta gestione di Mandrino Secondario e Utensile Motorizzato.

Capitolo 19:

Illustra il concetto di "Apparato" e delle relative funzioni associate

Capitolo 20:

Riporta un indice analitico di tutte le funzioni più significative descritte nel manuale.



CAPITOLO 2

2. Regole per la stesura di un Part-Program

Con il termine **Part-Program** si intende universalmente un programma (File) relativo alla lavorazione di un pezzo su una Macchina Utensile a Controllo Numerico.

Esso è formato da una sequenza di **Operazioni** (o **Blocchi**) a loro volta costituite da una o più **Istruzioni**.

2.1 Definizione di uso corrente

Prima di entrare in dettagli operativi è opportuno significato di alcuni termini di uso ricorrente nel prosieguo.

2.1.1 Istruzione

Un'**Istruzione** è un ordine di movimento per un asse o un comando (**Funzione Ausiliaria --> F.A.**) emesso verso il CNC o il PLC **integrato** che gestisce la Macchina Utensile .

Si ricorda che le **Funzioni Ausiliarie** sono a tal fine classificate come **Interne** (qualora dirette e gestite dal CNC) o **Esterne** (se destinate al PLC).

Un'Istruzione è in generale costituita da un **Indirizzo** (rappresentato con una lettera maiuscola dell'alfabeto) seguito **da un valore numerico**, ad esempio:

X-368.412

Comanda il movimento dell'asse X alla quota -368.412 mm.

2.1.2 Operazione o Blocco

Un'**Operazione** è costituita da un insieme di istruzioni, inserite sulla stessa riga una di seguito all'altra, terminato dal carattere **LF** (Line Feed), ad esempio:

N1432 G01 X386.127 F200

È l'operazione (blocco) **N1432** formata da 3 istruzioni aventi rispettivamente gli indirizzi: **G...**, **X...**, ed **F...**

Un blocco può essere costituito al massimo da **200 caratteri**.



2.1.3 Istruzioni Modali (memorizzate)

Sono quelle il cui effetto permane sino a che non venga cambiato (o annullato) da un'altra istruzione della stessa categoria.

2.1.4 Istruzioni Autocancellanti

Sono quelle il cui effetto permane solo nel blocco in cui sono state programmate.

Nei capitoli che seguono tali istruzioni sono identificate con la lettera **A** posta tra parentesi (A).

2.1.5 Quote

Nelle istruzioni di movimento sono informazioni di tipo geometrico fornite insieme agli indirizzi degli assi (**X, Z, C** ecc.) o alle coordinate dei centri di eventuali cerchi/archi (**I, K**).

Una quota è espressa in millimetri (o pollici) ed eventuali parti decimali (oppure, per assi rotanti, in gradi e parti decimali).

La parte intera viene separata dalla parte decimale mediante il carattere punto "." ad esempio:

X1432.412

Note:

- Il segno, se positivo, può essere omissivo.
- Non è ammesso utilizzare il carattere virgola “,” al posto del punto decimale.
- Il valore programmabile deve essere contenuto all'interno del seguente range:

$$\pm 10^{+38} \text{ per gli interi}$$

Per quanto concerne i **decimali** la risoluzione è invece **millesimale** (quindi del micron).

2.1.6 Numerazione delle Operazioni

Ciascuna operazione del Part-Program può essere numerata tramite l'istruzione **N..** (**Numero blocco**) in modo crescente e progressivo (anche discontinuo).

Ad esempio: **N0; N15; N35; ecc..**

Note:

- L'istruzione **N..** ha un campo compreso tra **N0** ed **N2147483647** ---> $(2^{31} - 1)$.
- Allorché si decida di numerare un Part-Program si suggerisce di utilizzare una progressività di 10 (o 20) in modo da lasciare spazio per l'eventuale introduzione di nuovi blocchi tra quelli preesistenti.
- Non è consentito programmare più **N..** nello stesso blocco (fa eccezione l'istruzione di caricamento origini **G59 N..**)



- L'istruzione **N..** deve essere programmata sempre all'inizio del blocco che la contiene.

2.1.7 Etichette (Label)

Vengono tipicamente utilizzate, qualora si opti di non numerare le linee di programma, al fine di creare dei riferimenti per istruzioni di salto incondizionato.

Sintassi:

L'Etichetta è una stringa **ASCII** inserita tra parentesi quadre.

Il CNC interpreta come etichetta i primi 8 caratteri della stringa, oppure i primi caratteri sino ad incontrare il carattere due punti ":" o la parentesi quadra chiusa "]"

Il carattere spazio non è significativo e viene pertanto scartato.

Esempi:

Etichetta digitata

[FINESTRA PRINCIPALE]
[CORNICE2]
[OGGETTO 6]
[F1: FINESTRA PRINCIPALE]
[JOLLY]

Etichetta interpretata dal CNC

FINESTRA
CORNICE2
OGGETTO6
F1
JOLLY

Note:

- Ad ogni parentesi quadra aperta "[" ne deve sempre corrispondere una chiusa "]"
- L'Etichetta deve essere programmata ad inizio blocco, in alternativa quindi alla numerazione del blocco.
- Non esiste alcun controllo, da parte del CNC, sull'esistenza, nel programma, di più etichette uguali. Di conseguenza, in caso di **Salto** ad un'etichetta ,oppure di **Ricerca**, viene considerata valida la prima Label incontrata nel programma rispetto al suo inizio.
- Le istruzioni <**RPT**:...>, <**JMP**:N...>, <**JMC**:...; ...>, <**IFF**<...>:...>, <**IFC**<...>:...> (Vedi per maggiori dettagli **Capitolo 4**) necessitano la programmazione del numero di blocco per poter stabilire il senso di ricerca nel file.
- Tramite l'istruzione <**JMP**:**[LABEL]**> è comunque possibile eseguire salti incondizionati alla riga di programma identificata con **[LABEL]**. Si ricorda ancora che, per ricercare l'etichetta **[LABEL]**, il CNC partirà ad esaminare il programma dall'inizio.



Esempio di utilizzo di Etichette:

```
%  
.....  
[OGGETTO1] G1 X50 Z-30  
X60 Z70  
[OGGETTO2]  
X90 Z100  
.....  
.....
```

2.1.8 Inizio Programma

Un Part-Program inizia con il carattere " % ", in una riga a sé stante.

Opzionalmente il carattere "% " può essere seguito da una serie di caratteri numerici identificativi del Part-Program.

Esempio: % nnnn

Con il carattere % vengono forzate le seguenti condizioni :

- POSIZIONAMENTO LINEARE IN RAPIDO **G0** (esiste comunque una specifica Taratura che consente di impostare come default il posizionamento in Lavoro **G1**).
- ANNULLAMENTO COMPENSAZIONE RAGGIO UTENSILE (**G40**)
- VELOCITÀ DI AVANZAMENTO ASSI CNC = 100 mm/min (**F100**)
- VELOCITÀ DI ROTAZIONE MANDRINO = 100 giri/min (**S100**)
- PROGRAMMAZIONE A VELOCITÀ DI ROTAZIONE COSTANTE (**G94**)
- AZZ. SOVRAMETALLI SU LUNGHEZZA E RAGGIO (**DRA = DLN=0**)
- MOD. DI CONTORNATURA CON CONTROLLO AUT. DELLE ACC. (**G60**)
- PROGRAMMAZIONE METRICA (**G71**)
- PROGRAMMAZIONE ASSOLUTA (**G90**)
- DISATTIVAZIONE MATRICI STATICHE E DINAMICHE (**TCT/DCT :OFF**)
- ANNULLAMENTO CICLI FISSI (**G80**)
- ANNULLAMENTO CICLI DI MISURA (**G200**)
- ANNULLAMENTO MACRO (**G100-G150-G250**)
- AZZERAMENTO LIMITAZIONE VELOCITÀ ROT. DEL MANDRINO (**G92**)
- DISATTIVAZIONE TRANSMIT (**G36**)
- ANN. DELLE LIMITAZIONI DEL CAMPO DI LAVORO (**G25/G26**)
- DISINSERIMENTO DELLA SPECULARITÀ (**MIR:OFF**)
- ATTIVAZIONE DEL PIANO DI CONTORNATURA CORRISPONDENTE AI PRIMI DUE ASSI CONFIGURATI (**tipicamente XZ G18**)



- ATTIVAZIONE DELL'ORIGINE N.1 DI CIASCUN ASSE (**G54.01**)
- ANNULLAMENTO DELLE ROTO-TRASLAZIONI EVENTUALMENTE APPLICATE ALLE ORIGINI (**G58/G59**)

Note:

I sopraccitati settaggi sono in realtà modificabili dal costruttore della M.U. sono quindi da intendersi come quelli stabiliti, come default, da **ECS**.

Per maggiori dettagli sulle istruzioni citate si rimanda il lettore ai capitoli successivi.

2.1.9 Commento per l'Operatore (Visualizzato durante l'esec. del P.P.)

Il programmatore può scrivere, racchiudendolo **tra parentesi tonde**, un commento per l'operatore di **max 54 caratteri**. Tale commento apparirà sullo schermo nella specifica finestra (Vedi per maggiori dettagli manuale **NORME DI USO**) al momento della lettura del blocco in cui è stato inserito. Il commento permarrà sullo schermo fino a che non verrà programmato un nuovo commento che andrà a sovrascriverlo. Per cancellare il commento sul video è sufficiente programmare un commento vuoto, ad esempio:

..

N20 (VIENE VISUALIZZATO QUESTO COMMENTO)

N30..

N40... () {DALLA FINESTRA SCOMPARE IL PRECEDENTE COMMENTO}

..

Note:

- Con **G04 (istruzione di sosta)** il commento viene visualizzato anche dopo l'esecuzione della temporizzazione programmata con **F..**

- Nel commento non devono comparire i caratteri " \ " (**back slash**) " \$ " (**dollaro**) e "= "**(uguale)**

2.1.10 Commenti per il Programmatore

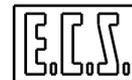
Il programmatore può scrivere un commento anche tra **parentesi graffe**, in tal caso esso non verrà però visualizzato sullo schermo.

Sarà quindi utilizzato, come consuetudine per un commento, per documentare programmi o routines complesse.

La lunghezza massima di un tale commento è di 199 caratteri.

A partire dalla release **SW V3.01** è stata introdotta anche la possibilità di definire commenti tramite l'utilizzo del carattere apice [' '].

Ad esempio nei blocchi:



'Questo è un commento

N10 X0 Y0 'Posizionamento in Rapido

Note:

Tutti i caratteri dei 2 records dopo l'apice sono interpretati dal CNC come commenti. Il commento con apice è migliorativo (più veloce) di quello definito tramite parentesi graffa in quanto non necessita richiusura.

Per velocizzare l'interpretazione occorre utilizzare i records di soli commenti senza riportare la N... di inizio record;

Ad esempio, facendo riferimento agli esempi precedenti, nel primo il CN passa a leggere il record successivo senza dover interpretare il record stesso, nel secondo interpreta comunque il blocco.

2.1.11 Istruzioni Input Dati

Nei CNC Serie WIN è possibile comandare da Part Program la comparsa a video di una finestra contenente un campo descrizione e un'area di Data Entry numerico. L'istruzione verifica automaticamente che il dato introdotto sia interno al predefinito range di accettazione e altresì consente di gestire, in modo estremamente efficiente, il fatto che l'operatore decida di abortire l'operazione premendo [ESC].

La finestra, visualizzata in posizione fissa, al centro dello schermo, mostra, oltre alla stringa programmata, anche i valori minimo e massimo impostati.

Sintassi:

<INP: "Prompt"; Rxx; Nxx /Label ;[Min];[Max]>

dove:

"Prompt" Stringa che si intende visualizzare nella prima riga della finestra a mò di descrizione del dato che si sta richiedendo.

La visualizzazione è limitata ad un massimo di **68** chrs.

Qualora la stringa che si intende visualizzare contenga doppi apici è necessario inserirne 2 di seguito. Ad esempio

<INP: "Imposta valore ""LUN"" (Lunghezza);.....>

Rxx **Variabile R** sulla quale sarà caricato il valore introdotto.

Nxx Numero blocco Programma (**Nxx**) o etichetta [**Label**] del blocco a cui il flusso del programma deve saltare in caso sia premuto [ESC].

Label

Il campo è obbligatorio.

Impostando **Nxx** anche l'istruzione <INP:....> deve essere numerata

Utilizzando [**Label**] ciò non è necessario.

Esempi corretti:

N10 <INP:"Valore RAL="; R0; N100>

<INP: "Valore RAL="; R0; [LABESC]>



- Min** Limite inferiore del range di accettazione (parametro opzionale).
Se impostato compare in chiaro nella finestra.
- Max** Limite superiore del range di accettazione (parametro opzionale).

Note:

L'istruzione **<INP:...>** sospende l'esecuzione del Part Program in cui è inserita.

La finestra "Data Entry" rimarrà aperta a video sin tanto che l'operatore non premerà i tasti [ESC] o [Enter].

Allorché però nel Data Entry sia introdotto, tramite [Enter], un valore esterno al range di accettabilità predefinito, sarà automaticamente emesso uno specifico messaggio di attenzione e la finestra rimarrà comunque aperta.

La finestra "Data Entry" è operativa non solo in ambiente CNC ma anche in simulazione Grafica. Ciò semplifica la fase di messa a punto di un programma.

Esempi validi:

N100 <INP:"Introduci valore Raggio";R0;N200>

Premendo [Enter] il valore introdotto viene caricato nella variabile R0 senza attuare alcun controllo (i limiti di accettazione non sono stati infatti definiti).

N100 <INP:"Introduci valore Raggio";R0;N200;100>

Premendo [Enter] il valore introdotto viene caricato nella variabile R0 verificando però che sia superiore o uguale a 100.

N100 <INP:"Introduci valore Raggio";R0;N200;;1000>

Premendo [Enter] il valore introdotto viene caricato nella variabile R0 verificando però che sia inferiore o uguale a 1000

N100 <INP:"Introduci valore Raggio";R0;N200;-100;1000>

Premendo [Enter] il valore introdotto viene caricato nella variabile R0 verificando però che sia compreso tra -100 e 1000 (estremi inclusi).

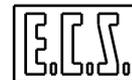
2.1.12 Operazione Opzionale

Una qualsiasi operazione preceduta dal **carattere "/"** diventa opzionale, ossia può essere ignorata dal CNC su decisione dell'operatore della M.U.

Ciò può essere utile, ad esempio, per escludere delle operazioni necessarie solo quando si lavora il primo pezzo.

L'inclusione o l'esclusione viene attuata tramite apposita manovra sul CNC (Vedi per specifici dettagli manuale "**Norme d'Uso**" codice 720P409).

È comunque anche possibile attivare/disattivare i blocchi opzionali, direttamente da P. P. mediante le seguenti istruzioni specifiche:



<SKP:ON> **Disabilita i blocchi barrati** (cioè ne abilita il salto)

<SKP:OFF> **Abilita l'esecuzione dei Blocchi Barrati**

Nota:

Il carattere “/” è accettato anche in assenza della programmazione del numero di linea.

2.1.13 Definizione dei Limiti Grafici

Questa istruzione, *interpretata dal CNC esclusivamente in ambiente Simulazione Grafica*, permette di definire, a priori, la porzione di spazio che verrà preso in considerazione durante la rappresentazione grafica della traiettoria descritta dall'utensile.

La sintassi è la seguente:

< LIM: **limX-** ; **limX+**; **limY-**; **limY+**; **limZ-**; **limZ+** >

dove: **limX-** ; **limX+**; **limY-**; **limY+**; **limZ-**; **limZ+** rappresentano, espresse in mm rispetto all'origine attiva, i limiti grafici per gli assi rispettivamente di ordine 0, 1 e 2 (tipicamente appunto X, Y e Z).

L'istruzione è utile in quanto consente al CNC di scalare automaticamente la rappresentazione grafica del profilo in modo da sfruttare al meglio lo schermo.

L'uso è raccomandato in particolare allorché si utilizza come programmazione il linguaggio **EXPERT** che richiede la visualizzazione, non solamente del profilo, ma anche degli eventuali **Enti Virtuali** utilizzati come “appoggi” per definirlo.

2.1.14 Definizione del Grezzo in Grafica Real Time

Questa istruzione, **significativa solo allorché sia abilitata la Simulazione Grafica Real Time**, permette di definire un grezzo che verrà rappresentato a video, su richiesta dell'operatore, come un parallelepipedo (per l'esattezza verrà visualizzato il suo profilo in blu).

La sintassi è la seguente:

<SIZ:XYZ;**minX-**;**maxX+**; **minY-**; **maxY+**; **minZ-**; **maxZ+**>

dove:

XYZ sono le sigle dei tre assi coinvolti (tipicamente appunto X,Y e Z)

minX- ; **maxX+**; **minY-**; **minY+**; **minZ-**; **minZ+** rappresentano invece, espresse in mm rispetto all'origine macchina (o all'origine attiva dipende da come è stata configurato il CNC), i limiti dimensionali del grezzo che si intende visualizzare.

L'istruzione è inoltre utile in quanto consente al programmatore, attraverso il tasto “**Zoom-**” di scalare automaticamente la rappresentazione grafica del profilo descritto dall'utensile in modo da visualizzare il grezzo e al contempo sfruttare al meglio lo schermo (per maggiori dettagli sull'argomento fare comunque riferimento al manuale “**Norme d'uso**” codice 720P409).



2.1.15 Fase di Lavorazione (:N...)

Viene utilizzata per **suddividere il Part-Program in più Fasi.**

Se in una o più operazioni, l'istruzione **N..** è preceduta dal carattere due punti “ : ”, il CNC viene predisposto esattamente come se avesse letto il carattere “ % ” di inizio programma, che, si ricorda, deve essere invece unico nell'intero Part-Program.

È ovvio che, a partire da ogni blocco iniziante con “ : ”, il programmatore deve provvedere ad inserire nel programma tutte le istruzioni tecnologiche necessarie alla esecuzione delle lavorazioni successive (funzioni **T, S, M, F**, ecc.).

Scopo di questa istruzione è l'ottenere una **maggiore velocità di ricerca** di un blocco. Il CNC punta infatti sul blocco contenente i due punti immediatamente precedente all'operazione ricercata e da lì inizia la lettura del programma fino alla sua individuazione.

È consigliabile suddividere il programma in **Fasi di lavorazione ad ogni cambio utensile.**

L'istruzione **:N...** deve essere programmata in una riga di programma non contenente altre istruzioni di programmazione, sono ammessi solo eventuali commenti tra parentesi graffe {...} o tonde (...).

Esempio:

```
....  
:N90 {CAMBIO UTENSILE}  
N100 T23 M06  
....
```

2.1.16 Stop Programmato (M0)

Se un blocco del programma contiene tale istruzione, il programma si arresta e prosegue solo quando l'operatore preme il tasto [START]

2.1.17 Stop Opzionale (M1)

Ha stessa funzionalità di **M0** salvo che è escludibile tramite una manovra sul CNC (Vedi manuale “Norme d'Uso” codice 720P409) oppure da programma, tramite le seguenti istruzioni;

<STP:ON>	per abilitare M1
<STP:OFF>	per disabilitare M1

L'istruzione **M1** serve per imporre Stop in determinate fasi del programma, operazione questa significativa solo durante la messa a punto della lavorazione sulla M.U.

2.1.18 Fine Programma

Un Programma deve terminare con l'istruzione **M02 (M2)** od **M30.**



2.1.19 Struttura del Programma

Riassumendo un Part-Program è composto dal carattere di inizio programma “ % ” e da una sequenza di blocchi contenenti istruzioni elementari per il posizionamento degli assi, l'impostazione della velocità di avanzamento e del mandrino, l'attivazione del cambio utensile ecc. Il Programma terminerà con l'istruzione **M2** (o **M30**).

Esempio di Programmazione:

```
%  
N0 (PROGRAMMA B28) <SKP:OFF>  
N10 T13 M06 ()  
N20 M41 S800 M03  
N30 G00 Z0 X250.27 F350  
N40 G01 X250 G04 F1.5  
N50 G09 Z-10 M01 (VERIFICARE DIAMETRO)  
N60 G01 Z-45.24 F190 G04 F0.5  
N70 G00 X260  
N80 M05 { RICORDARSI DI AGGIUNGERE QUOTA DISIMPEGNO Z }  
N90 M02
```

Commenti:

N0	Sull'apposita finestra dello schermo appare il commento tra parentesi fino a che non viene letta l'operazione N10 contenente un commento vuoto. Tramite < SKP:OFF > vengono abilitati i blocchi barrati.
N10	Cambio utensile, viene montato l'utensile n.13.
N20-N30	Messa in moto del mandrino a 800 giri/min in verso orario (M03), impostazione velocità di lavoro pari a 350 mm/min, impostazione gamma M41 Posizionamento rapido assi X,Z.
N40	X in lavoro quindi tempo di sosta di 1,5 sec (G04 F1. 5).
N50	In lavoro a quota Z-10 quindi decelerazione ed arresto asse (effettua G09) e stop opzionale (M01) se abilitato
N60	In lavoro a quota Z-45.24 con avanzamento F190 mm/min, quindi sosta per un tempo di 0,5 secondi.
N70	Rapido a X260.
N80	Arresto mandrino, da notare che il commento tra parentesi graffe , non viene visualizzato sullo schermo.
N90	Fine programma.



Nota:

Il programmatore può scrivere **G0** al posto di **G00**, **G1** al posto di **G01**, **M0** al posto di **M00** e così via; cioè può sopprimere gli zeri inutili da tutte le istruzioni che li utilizzano.



Note:



CAPITOLO 3

3. Funzioni Ausiliarie

Come già anticipato nel precedente capitolo le **Funzioni Ausiliarie** vengono definite **Interne** quando sono emesse verso il CNC, **Esterne** se sono rivolte al PLC integrato.

Appartengono alla prima classe le F.A. **G..** ed **F...**, alla seconda le F.A. **M.., T.., D...** ed **S...**

3.1 Funzioni ausiliarie Interne

A parte le istruzioni **G..** specificatamente dedicate alla movimentazione degli assi e altre oggetto di specifiche trattazioni nei prossimi Capitoli, saranno qui esaminate quelle aventi funzioni più generiche quindi di uso più generale.

3.1.1 Definizione di una sosta (G04)

Il formato di questa istruzione autocancellante è il seguente:

N.. G04.. F...

Dove **F** indica in secondi e decimi di secondo il **tempo di sosta**.

Note:

- Il valore massimo attribuibile ad **F** è **719.9 secondi**
- È importante porre attenzione che l'istruzione **F..** è posizionale rispetto a **G04**, ad esempio mentre è corretto programmare:

N... G4 F2.5

per specificare un'attesa di 2.5 secondi, non lo è:

N.. F2.5 G04

In quest'ultimo caso infatti l'istruzione **F2.5** è interpretata come velocità di avanzamento in quanto posizionata prima di **G04** (e non dopo come dovrebbe).

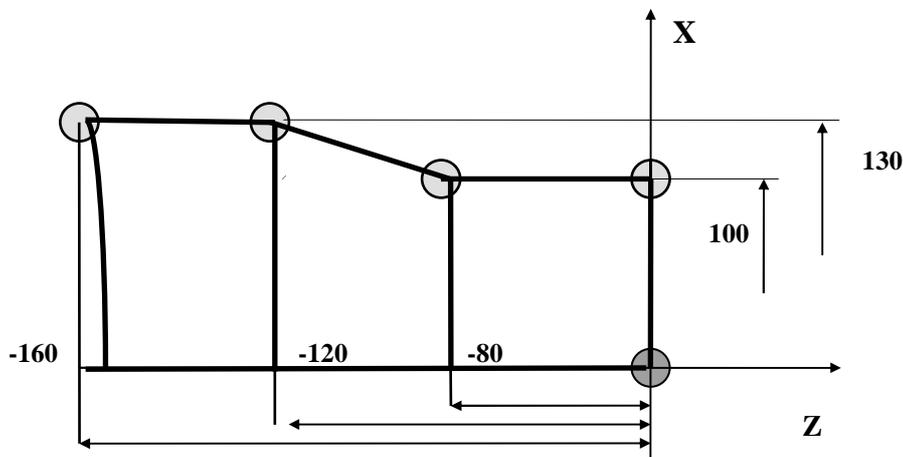
3.1.2 Programmazione Assoluta (G90)

Informa il CNC che le quote associate agli assi nelle istruzioni di movimento che seguono sono quote assolute cioè riferite all'origine attiva.

La **G90** è un'istruzione modale. Essa è forzata dal carattere “%” di **Inizio Programma**.

Esempio:

Dovendo posizionare l'utensile sui 4 punti del sottostante disegno



Il programma diviene:

```

%
....
N10 G90 X100 Z0
N20 Z-80
N30 X130 Z-120
N40 Z-160
....
    
```

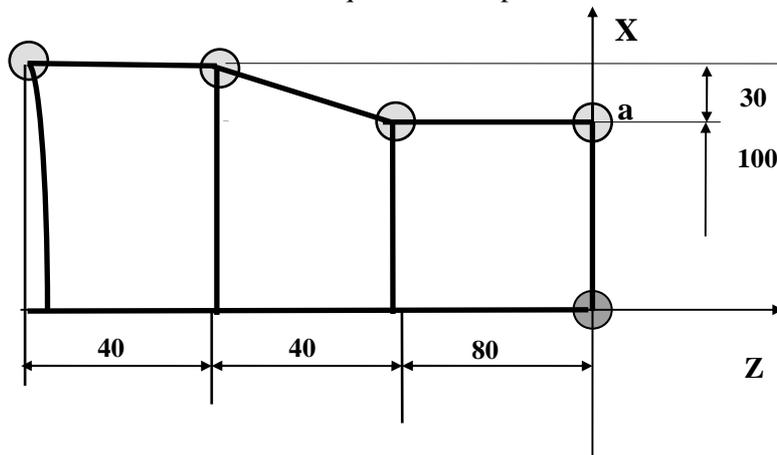
Commento:

Nel blocco **N10** la presenza della istruzione **G90** è in realtà ridondante in quanto già forzata dal carattere **%**.

3.1.3 Programmazione Incrementale (G91)

Programmare in modo incrementale significa definire le quote associate alle istruzioni di movimento di un asse in modo relativo cioè riferendole all'ultima coordinata programmata.

Come esempio si imposta il programma che ripete il posizionamento sui 4 punti dell'esempio precedente ma facendo riferimento a una quotatura del pezzo incrementale:





Il programma diviene:

```
%  
.....  
N10 G90 X100 Z0  
N20 G91 Z-80  
N30 X30 Z-40  
N40 Z-40  
.....
```

Commenti:

- | | |
|------------------|---|
| N10 | Viene raggiunto il punto “a” programmando in coordinate assolute (G90) |
| N20 - N40 | Vengono raggiunti i restanti punti programmando in coordinate incrementali (G91) |

Note:

- Normalmente un’istruzione **G91** può essere programmata solo se in precedenza è stato impostato un posizionamento assoluto (tramite **G90**) dello stesso asse/i che si intende muovere.

Esiste però una taratura del CNC che supera questo limite anche se in questo caso non vengono controllati più i fine corsa SW impostati.

- La prima volta che si usa la sigla di un asse in un programma; dopo ogni cambio origine o cambio utensile, si deve necessariamente programmare in modo assoluto (**G90**).

3.1.4 Limitazione del Campo di Lavoro (G25-G26)

Il campo di lavoro di ogni asse viene limitato dai rispettivi **Fine Corsa Software Positivo e Negativo** che vengono impostati dal costruttore della Macchina Utensile.

È comunque possibile restringere ulteriormente il campo di lavoro tramite due specifiche istruzioni:

G25 = Impostazione del valore minimo del campo di lavoro.

G26 = Impostazione del valore massimo del campo di lavoro.

Ad esempio programmando:

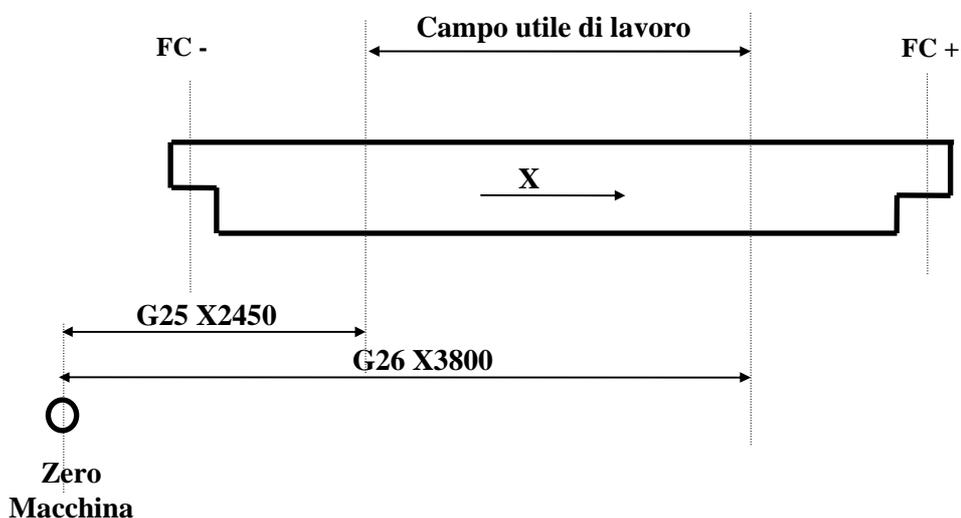
N.. G25 X... Z...

Si impostano le quote minime del campo di lavoro per gli assi X, Z.

Note:

- Le quote assi programmate con le istruzioni **G25** o **G26** sono riferite allo **Zero Macchina** e non all’origine attualmente attiva.

- Non è consentito programmare **G25** e **G26** nello stesso blocco, ma dovranno essere scisse in due distinte linee di programma.



I limiti raffigurati nel soprastante disegno possono essere impostati con le seguenti istruzioni:

```
....
N50 G25 X2450
N60 G26 X3800
....
```

Commenti:

- N50** Viene memorizzato il valore minimo del campo di lavoro lungo l'asse X.
- N60** Viene memorizzato il valore massimo del campo di lavoro lungo l'asse X

Da notare che dopo tali memorizzazioni il campo di lavoro dell'asse X viene ulteriormente ristretto rispetto a quello definito tramite i **Fine Corsa Software (FC- ed FC+)**.

Il campo totale risulta infatti di $3800 - 2450 = 1350$ mm.

3.1.4.1 Sospensione Temporanea di un Campo di Lavoro

Programmando le istruzioni **G25** (o **G26**) seguite dai soli indirizzi assi, senza quote, si ottiene l'eliminazione del campo di lavoro per i soli assi X, Z. Eventuali impostazioni su altri assi vengono mantenute.

Esempio:

```
....
....
N20 G25 XZ
N30 G26 XZ
....
....
```



Nota:

Nell'esempio riportato si elimina le limitazioni di campo imposte con **G25** e **G26** per i soli assi X ed Z.

3.1.4.2 Ripristino del Campo di Lavoro

Programmando **G25** o (**G26**) senza altre istruzioni si ottiene il ripristino del campo di lavoro precedente sospeso.

Note:

- La programmazione di **G25** e **G26** è **posizionale** quindi a tali istruzioni devono seguire solo definizioni di campi di lavoro e nient'altro.

Ad esempio non è accettato il blocco:

N...G25 X... Z... F...

In quanto non è possibile programmare la funzione **F...** dopo la **G25**.

Mentre è corretto scrivere:

N... G01 X... F... G25 X... Z....

Le quote programmate **prima di G25** si riferiscono ad un posizionamento in lavoro alla quota programmata.

Le quote programmate **dopo G25** corrispondono alla definizione del campo minimo di lavoro per gli assi X, Z.

- Non è possibile la sospensione di un campo di lavoro non definito .
- È consentita l'attivazione di limiti di campo su più assi contemporaneamente.

3.1.5 Programmazione Metrica ed in Pollici (G70 / G71)

L'istruzione **G70** informa il CNC che :

- Quote assi CNC lineari (esclusi quindi i rotanti),
- Velocità di lavoro (**F...**),
- Quote abbinate a traslazioni di origini (**G58 -G59**),
- Definizione di limiti di campo (**G25 - G26**),
- Gli eventuali sovrametalli (**<DRA:...>** e **<DLN:...>**),
- Tutte le altre istruzioni che richiedono la definizione di lunghezze.

Saranno espresse non più in **mm** o **mm/min** bensì in **pollici** o **pollici/min**.

L'istruzione **G71** ripristina le sopraccitate grandezze espresse in **mm** e **mm/min**.

È forzata come default dal carattere **%** (**Inizio Programma**)



Nota:

- Le istruzioni **G70** e **G71** devono essere scritte in un blocco a se stante **senza altre istruzioni**.

3.1.6 Gestione Mandrino ed Avanzamenti

La gestione della velocità del mandrino e degli avanzamenti assi viene effettuata dal CNC in base al modo di lavorazione programmato, tramite le funzioni modali **G94**, **G95** e **G96**, e al tipo di sincronizzazione, tra movimento assi e velocità mandrino, tramite le funzioni modali **G396**, **G397**, **G398**.

3.1.6.1 Lavorazioni a velocità di rotazione Costante (G94-G95)

G94 Predispone il CNC ad interpretare gli avanzamenti **F** degli assi in **mm/min.** e la velocità di rotazione del mandrino **S** in **giri/min.**
In questa modalità non esiste alcuna relazione tra avanzamento degli assi e rotazione del mandrino.
Ad esempio se programmiamo:

N.. G94 S800 F250

avremo :

Velocità mandrino = S = 800 giri/min

Velocità avanzamento assi = F = 250 mm/min

I caratteri **%** e **:** d'inizio fase predispongono il CNC in questa modalità.

G95 Predispone il CNC ad interpretare gli avanzamenti **F** degli assi in **mm/giro** e la velocità di rotazione del mandrino **S** in **giri/min.**
In questa modalità l'avanzamento degli assi è funzione della velocità rotazione del mandrino.
Ad esempio se programmiamo:

N.. G95 S850 F0.3 { Velocità 850 giri/min avanzamento 0.3 mm/giro }

avremo :

Velocità mandrino = S = 850 giri/min

Velocità avanzamento assi = S * F = 850 * 0.3 = 255 mm/min

3.1.6.2 Lavorazioni a Velocità di Taglio costante (G96)

G96 Predispone il CNC a mantenere costante, in modo automatico, la velocità di taglio programmata **S** in **metri/min** ed ad interpretare gli avanzamenti **F** degli assi in **mm/giro**

La velocità del mandrino viene continuamente ed automaticamente adattata al valore del diametro del pezzo lavorato (ossia alla posizione dell'asse X), in modo che la velocità periferica del pezzo nel punto lavorato, sia costante ed uguale al valore della S programmata.

In funzione alla velocità di taglio il CNC calcola la velocità di rotazione del mandrino mediante questa relazione:



$$\text{Velocità mandrino (giri/min)} = S * 1000 / (3.14 * X)$$

ove **X** rappresenta la **quota diametrale** su cui è posizionata la punta dell'utensile e **S** la **velocità di taglio programmata**.

In questa modalità l'avanzamento degli assi è funzione della velocità rotazione del mandrino.

Ad esempio, supponendo di avere l'asse X a quota 100, se programmiamo :

N.. G96 S314 F0.1

avremo :

$$\text{Velocità mandrino} = 314 * 1000 / (3.14 * 100) = \mathbf{1000 \text{ giri/min}}$$

$$\text{Velocità avanzamento assi} = 850 * 0.1 = \mathbf{100 \text{ mm/min}}$$

3.1.6.3 Limitazione della Velocità Mandrino (G92)

Permette di limitare la velocità di rotazione del mandrino ad una velocità (in giri/min.) predefinita.

Formato:

N.. G92 S...

Dove **S..** rappresenta appunto il limite che si intende impostare. Il controllo sulla massima Speed può essere disabilitato agendo sul campo **MSM** del file di taratura **AXS.TAR**.

3.1.6.4 Sincronizzazione tra Movimento Assi e Velocità Mandrino (G396-G397-G398-G399)

La gestione del mandrino e degli avanzamenti ha di norma questo funzionamento, stabilito dalla funzione **G396**, presa per default dal CNC:

- Durante il funzionamento a velocità di taglio costante **G96** il CNC adegua la velocità del mandrino anche durante movimenti di rapido dell'asse X.
- Il CNC non attende che il mandrino sia andato a regime (cioè che ruoti alla velocità programmata) prima di iniziare un movimento di lavoro (**G1**, **G2** o **G3**). E' in tal caso responsabilità del programmatore predisporre il programma in modo che durante le fasi di avvicinamento il mandrino abbia il tempo utile alla messa a regime della velocità.

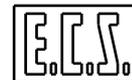
E' possibile modificare le predisposizioni di default mediante le seguenti istruzioni :

G396 Annulla **G397**, **G398**, **G399**.

G397 Il CNC, solo se in modalità **G96**, non adegua la velocità mandrino durante movimenti di rapido dell'asse X.

G398 Il CNC attende che il mandrino sia andato a regime prima di iniziare un movimento in lavoro e se in modalità **G96** adegua la velocità mandrino anche durante movimenti di rapido dell'asse X.

G399 Il CNC attende che il mandrino sia andato a regime prima di iniziare un movimento in lavoro e se in modalità **G96** non adegua la velocità mandrino durante movimenti di rapido dell'asse X



3.1.6.5 Norme di Programmazione

- Le funzioni **G94**, **G95** e **G96** sono posizionali per cui è necessario prima programmare la funzione G.., quindi la S.. F..., esempio:

N.. G96 S90 F0.2

è errato programmare :

N.. S90 F0.2 G96

- Se si programma **G95** o **G96** senza programmare l'avanzamento F assi, il CNC impone F0.15 mm/giro.
- Se si programma **G94** senza programmare l'avanzamento F assi, il CNC impone F100 m/min.
- Se si programma **G96** provenendo da **G94** o **G95** è obbligatorio programmare la velocità mandrino S, altrimenti si avrà allarme di programmazione.
- Le funzioni **G399**, **G398** e **G397** sono annullate anche dalle funzioni **G95** e **G96**, per cui è necessario programmarle dopo aver attivato la modalità (**G95**, **G96**) desiderata. Esempio :

N.. G96 S90 F0.2

....

N.. G398

è errato programmare :

N.. S90 F0.2 G96 G398

oppure

N... G398

N.. S90 F0.2 G96

in ambedue i casi il CNC si comporta come se non fosse stato programmata la funzione **G398**.

Note Importanti

- All'accensione, con il carattere % ed il carattere : il CNC viene predisposto in modalità **G94** con S100giri/min e F100mm/min e tipo di funzionamento **G396**.
- In **G95** e **G96**, essendo gli avanzamenti F assi predisposti in mm/giro, con mandrino fermo gli assi richiesti in movimento di lavoro non verranno mossi.
- In **G398** o **G399** l'attesa di velocità mandrino a regime viene fatta nei seguenti casi:
 - Ogni volta che si programma una nuova velocità mandrino S in modalità **G95** o **G96**
 - Ogni volta che si passa da movimento rapido a movimento di lavoro assi.

3.1.7 Velocità di Avanzamento (F...)

Permette di impostare la desiderata velocità di avanzamento sul profilo.

La velocità è espressa in :

- mm/min** per assi lineari, a meno che non si lavori in pollici (**G70** attiva), e in gradi/min per assi rotativi se **attiva G94**.
- mm/giro** se **attiva G95** o **G96**.

L'istruzione **F...** è un'istruzione modale.



3.2 Funzioni Ausiliarie Esterne

Con l'attributo **Esterne** si intendono quelle **Funzioni Ausiliarie** la cui azione si estrinseca principalmente **verso la M.U.** e sono pertanto gestite dal PLC incorporato nel controllo.

Queste **F.A.** sono istruzioni con i seguenti indirizzi:

M00 - M199 (Miscellanee)

Come dice il nome hanno vari scopi. Elencheremo più avanti i codici più usati (**M03, M08, ecc.**). Gli altri codici (dei duecento possibili) possono corrispondere a speciali funzioni di macchina previste dal costruttore della M.U.

T1 – T65535 (Tool → Utensile)

Se la Macchina è dotata di cambio utensile automatico l'emissione della funzione innesca la ricerca dell'utensile indicato nel suo magazzino o sulla torretta.

Se la macchina ha invece il cambio utensili manuale farà in modo che venga segnalato sullo schermo all'operatore di preparare l'utensile programmato.

Provvede infine ad identificare il numero del **Correttore (Raggio e Lunghezze e Quadrante)** che verrà abbinato all'utensile al momento dell'emissione della funzione **M6** (cambio utensile).

S0 – S999999 Velocità di rotazione del mandrino (SPEED)

Nel modo **G94** o **G95** indica direttamente il **valore in giri/min** della velocità di rotazione stessa. Nel modo **G96** indica la velocità periferica in metri/min.

3.2.1 Codici delle Funzioni Ausiliarie M...

Qui di seguito riportiamo i codici delle funzioni ausiliarie più diffuse

M03 Comanda la **rotazione mandrino in verso orario**. Il mandrino ruoterà alla velocità **S.. programmata**.

M04 Comanda la **rotazione mandrino** in verso **antiorario**.

M05 Comanda l'arresto del mandrino. Funzione implicita in **M06** ed **M19**.

M06 Cambio utensile.

Comanda l'arresto del mandrino (**M05**) e quindi le operazioni necessarie per montarvi l'utensile precedentemente ricercato mediante l'istruzione "**T**".



Se la M.U. non ha cambio utensile automatico sullo schermo verrà segnalato all'operatore il numero dell'utensile da montare. Il programma riprenderà l'esecuzione solo dopo che l'operatore, installato l'utensile, avrà premuto il tasto [**START**].

Una volta montato il nuovo utensile, indipendentemente dal tipo di cambio utensile, il CNC **attiverà il correttore (Raggio, Lunghezza)** abbinato al tool "**T**".

M08 Comanda l'erogazione del refrigerante.

M09 Arresta l'erogazione del refrigerante.

M10 Comanda il bloccaggio degli assi.

M11 Comanda lo sbloccaggio degli assi

M13 Comanda contemporaneamente la rotazione antioraria del mandrino e l'erogazione del refrigerante (in pratica **M3** + **M8**).

M14 Comanda contemporaneamente la rotazione oraria del mandrino e l'erogazione del refrigerante (in pratica **M4** + **M9**).

M19 Comanda l'arresto dell'erogazione del refrigerante e l'orientamento del mandrino in una posizione angolare predefinita dal costruttore della M.U.

M40-M45 Comandano la selezione delle diverse **Gamme di velocità** disponibili.

Note e precisazioni:

1. Alcuni codici delle F.A. **M...** che sono state qui elencate, possono avere, in qualche caso, un significato diverso per esigenze o particolarità della M.U.
2. Può essere inoltre che alcuni codici **M...**, tra quelli elencati, non siano implementati o lo siano altri (si ricorda che il costruttore ha a disposizione ben 200 codici **M**).

In ogni caso è compito del costruttore della M.U. il precisare l'esatto significato delle funzioni **S**, **M**, **T** ecc. utilizzate nella sua macchina.

3.3 Funzioni associate al "Controllo del moto"

Le funzioni appartenenti a questa categoria consentono la modifica temporanea di alcuni parametri associati al moto dell'asse tipicamente impostati nel file di Taratura **AXS.TAR** dal costruttore del Tornio.

La modifica è solo temporanea in quanto nei seguenti casi:

- **Reset**,
- Passaggio da [**MDI**] ad [**AUTO**],
- Programmazione di **%** (Inizio programma).

I valori impostati con le istruzioni nel seguito descritte saranno ripristinati con i valori presenti in **AXS.TAR**.



Asse.. Nome, Numero d'ordine in **AXS.TAR** o espressione che identifica l'asse su cui si intende operare la modifica

Valore.. Float o espressione che si intende associare al Guadagno Proporzionale dell'anello di spazio associato all'asse normalmente noto come **Kv**

La sintassi (2) consente la modifica del valore di **Kv** su più assi contemporaneamente.

Anche se la modifica apportata tramite l'istruzione **<PKV:...>** è solo temporanea è possibile in qualsiasi momento, sempre da part Program, ripristinare il Guadagno Proporzionale impostato in taratura in **AXS:TAR** tramite le seguenti istruzioni:

<TKV: Asse> o

<TKV: Asse0; Asse1;; Assen>

3.3.3 Impostazione Soglie di Posizionamento e di Fuga

Sintassi accettate:

<SGL:Asse;[SGL];[SFS];[FFS]> (1)

<SGL; Asse0;[SGL0];[SFS0];[FFS0];Asse1 ;[SGL1];[SFS1];[FFS1];.....>(2)

dove:

Asse.. Nome, Numero d'ordine in **AXS.TAR** o espressione che identifica l'asse su cui si intende operare la modifica

SGL.. Float o espressione che si intende associare alla soglia di asse fermo/arrivato. Deve essere espresso in mm o gradi a seconda del tipo di asse.

SFS.. Float o espressione che si intende associare alla soglia di fuga con asse in moto. Deve essere espresso in mm o gradi a seconda del tipo di asse.

FFS.. Float o espressione che si intende associare alla soglia di fuga con asse fermo. Deve essere espresso in mm o gradi a seconda del tipo di asse.

Note:

Come è possibile osservare la sintassi (2) consente la programmazione contemporanea delle soglie su più assi.

I parametri **SGL**, **SFS**, **FFS** sono opzionali. Qualora non se ne programmi qualcuno rimane operativo il corrispondente valore assegnato in **AXS.TAR**.

L'istruzione **<SGL :....>** attua, sui parametri introdotti una serie di controlli e aggiustamenti automatici al fine di renderli congruenti. In particolare:



Condizione	Valore assegnato
SGL < 0	SGL
SFS < 0	SFS
FFS < 0	FFS
SFS < SGL	SFS = SGL
FFS < SGL	FFS = SGL
FFS > SFS	FFS = SFS

Anche se la modifica apportata tramite l'istruzione <**SGL:...**> è solo temporanea è possibile in qualsiasi momento, sempre da part Program, ripristinare le soglie di Posizionamento e Fuga tramite la seguente istruzione:

<**TSG: Asse**> Che agisce su un singolo asse o

<**TSG: Asse0; Asse1;**> Che agisce contemporaneamente su più assi

Anche in questo caso l'asse può essere identificato con la sua sigla, il numero d'ordine assegnato in **AXS.TAR** o un'espressione.



Note:



CAPITOLO 4

4. Programmazione Parametrica e Istruzioni per il controllo del flusso di esecuzione di un Programma

Il CNC mette a disposizione tutta una serie di variabili con funzionalità e caratteristiche alquanto diversificate.

Per quanto concerne la part-programmazione si suggerisce comunque all'utente standard (che non deve sviluppare macro) l'utilizzo delle sole **Variabili ad Accesso Diretto di tipo R...**

In questo Paragrafo saranno pertanto descritte esclusivamente questo tipo di variabili nonché illustrati quel minimo di concetti necessari per la definizione di semplici espressioni e per consentire una programmazione parametrica in grado di risolvere le problematiche più frequenti.

Si invita quindi, coloro che volessero approfondire l'argomento (dovendo ad esempio sviluppare nuove **Macro**), a consultare i capitoli del manuale di "**Programmazione Avanzata**" codice **720P396** specificatamente dedicati alla programmazione parametrica tramite il linguaggio **LIP**.

4.1 Variabili ad "Accesso Diretto"

Come già anticipato sono caratterizzate da indirizzo **R..**, sono esclusivamente di tipo reale double precision (64 bit range $\pm 10^{308}$ per la parte intera e $\pm 10^{-308}$ per quella decimale) e sono disponibili in numero di **2000 (R0-R999 ed R1050-R2049)**.

Il valore alle variabili **R..** viene normalmente attribuito per assegnazione (**R...= ...**). Una variabile di questo tipo può comunque essere utilizzata per l'attribuzione di indici, in forma indiretta. In quest'ultimo caso comunque solo previa la conversione del loro valore reale in intero, tramite specifiche funzioni

< **FTI (R...)** > o < **FTL (R..)** >

Le variabili **R0 – R999 sono retentive** ovvero il loro valore non viene cancellato ad ogni inizio programma, allo spegnimento CNC o alla pressione del tasto [**RESET**].

Le variabili da **R1050 a R2049 non sono invece ritentive**.

Oltre che per la definizione di espressioni esse vengono principalmente utilizzate per esprimere in forma parametrica elementi di un programma, *sono infatti abbinabili direttamente come assegnazione a:*

- | | |
|---|---------------------|
| - Coordinate assi (X,Z,C , ecc.) | X=R1 |
| - Coordinate dei centri di archi e cerchi (I,K) | I= R0 |
| - Velocità di rotazione Mandrino (S) e avanzamento assi (F) | S=R11, F=R10 |



o, dopo essere state convertite in funzioni intere, a:

- F.A. (G) **G<FTI(R0)>**
- F.A. (M) **M<FTI(R1)>**

ancora, dopo essere state convertite in funzioni doppio-intere, a:

- Numero utensile (T) **T<FTL(R0)>**
- Numero linea (N) **N<FTL(R1)>**

4.2 Definizione di Espressioni Matematiche

Per definire espressioni matematiche oltre alle già citate Variabili R.. sono a disposizione del programmatore una serie di operatori Algebrici, Trigonometrici e Funzioni specifiche.

4.2.1 Operatori Algebrici

Gli **Operatori Algebrici** disponibili sono:

- +** **addizione**
- **sottrazione**
- *** **moltiplicazione**
- /** **divisione**
- **** **elevazione a potenza**
- //** **resto della divisione**
- =** **assegnazione**

In particolare con l'operatore “ = ” si assegna alla variabile alla sua sinistra, il risultato dell'espressione alla sua destra .

Il segno “ = ” ha il significato di assegnazione e non di uguaglianza algebrica, ad esempio l'espressione:

$$\mathbf{R20 = R20 + 10}$$

come uguaglianza non avrebbe alcun senso, mentre come assegnazione ha il significato di assegnare alla variabile **R20** il valore precedente più 10.

Esempi:

1) N... **R15 = 40 + 217.117**

Alla variabile **R15** viene assegnato il risultato della somma (257.117).

2) N... **R12=12 R11 = R12**3**



Alla variabile **R11** viene assegnato il risultato dell'elevazione a potenza di 3 del contenuto di **R12** (12) ovvero 1728.

3) N... **R5 = 133//40**

Alla variabile **R5** viene assegnato il resto della divisione tra 133 e 40 ovvero 13.

4.2.2 Operatori Trigonometrici

Gli **Operatori Trigonometrici** a disposizione sono caratterizzati dal seguente formato:

variabile = Operatore (argomento)

Gli **Operatori Trigonometrici** disponibili sono:

SIN	seno
COS	coseno
TAN	tangente
ASN	arcoseno
ACS	arcocoseno
ATN	arcotangente

Note:

- L'argomento deve essere racchiuso tra parentesi tonde.
- L'argomento delle funzioni **SIN**, **COS**, **TAN** è un angolo espresso in gradi e parti decimali.
- Il risultato è sempre una variabile reale.

Esempi:

1) N.. **R112 = SIN (30)**

Alla variabile R112 viene assegnato il seno di 30° cioè 0,5.

2) N.. **R3 = SIN (45) * COS (35)**

Alla variabile R3 viene assegnato il prodotto del seno di 45° per il coseno di 35°, quindi 0.5792279.

4.2.3 Funzioni Matematiche

Il formato delle Funzioni Matematiche disponibili è il seguente:

variabile = Funzioni(argumento)

Le Funzioni Matematiche a disposizione sono:



FTI Conversione da Variabile Reale ad Intera (Utilizzabile anche come troncatura a valore Intero)

R12 = 3.824

G<FTI(R12)> X100 Z0I50 JK0

Alla Funzione G è assegnato l'indice 3 (valore troncato all'intero di 3.824)

FTL Conversione da Variabile Reale a Doppio Intera

R12 = 20.84

T<FTL(R12)> M06

Alla Funzione T è assegnato l'indice 20 (Selezione Utensile 20)

SQR Radice Quadrata

R1 = 50 R2 = 80 R12 = SQR (R12+R2**2)**

Si è applicato il teorema di Pitagora, ottenendo dai 2 cateti R1 ed R2, l'ipotenusa assegnata alla variabile R12 (che assumerà il valore 94.33981)

ABS Valore assoluto

R15 = - 412.132 R28 = ABS(R15)

Alla variabile R28 viene assegnato il valore assoluto della variabile R15 cioè 412.132.

RND Arrotondamento all'intero più prossimo

R12 = 4.824

M< RND (R12)>

Alla Funzione M viene assegnato l'indice 4 (Rotazione in senso antiorario del mandrino).

4.2.4 Priorità nell'esecuzione dei calcoli

I calcoli tra variabili e/o costanti prevedono una priorità algebrica, tipica dei linguaggi evoluti (FORTRAN, BASIC, PASCAL, C ecc.) del tipo:

Priorità 1:	**	elevazione a potenza
Priorità 2:	* /	moltiplicazione e divisione
Priorità 3:	//	resto della divisione
Priorità 4:	+ -	somma e sottrazione

Per esempio:

R12 = 12+3*43**

In questa espressione viene per prima risolto l'elevazione a potenza 4**3, quindi il risultato viene moltiplicato per 3. Il risultato finale sommato a 12, per cui alla variabile R12 è assegnato il valore 204.



L'ordine d'esecuzione può essere alterato con l'uso delle parentesi tonde. Per esempio, modificando l'espressione precedente in:

$$R12 = (12+3)*4**3$$

si otterrebbe per primo lo svolgimento della somma tra parentesi, quindi il prodotto di tale risultato con il risultato dell'elevazione a potenza. Ne consegue che la variabile R12 assume in questo caso valore: $15 * 64 = 960$

4.3 Sottoprogrammi

Un Sottoprogramma é tipicamente richiamato con una sintassi del tipo:

- 1) **L < Sottoprogramma >**
- 2) **L < &Rxx >**

dove: **Sottoprogramma** é una stringa, che rappresenta appunto il nome del sottoprogramma a cui si intende trasferire l'esecuzione, qualora questi sia stato definito nella directory **LAV**, o il suo path completo qualora esso sia localizzato in altra **Directory \ Sottodirectory**. Quest'ultimo metodo é dunque estremamente potente in quanto consente di mandare in esecuzione un sottoprogramma residente in una generica cartella del CNC o al limite su un'unità accessibile via rete o connessioni esterne USB.

&Rxx consente la definizione indiretta del sottoprogramma tramite una delle **2000** variabili **R** a disposizione del programmatore. Il valore della variabile float **Rxx**, approssimato all'intero più prossimo, viene infatti utilizzato per identificare il sottoprogramma che si intende eseguire. I valori di R accettati sono compresi tra **0** e **99999999** (si consideri che il nome di un sottoprogramma può essere lungo al massimo 8 caratteri).

Nota:

La sintassi **L n** non è più accettata entrando in conflitto con la definizione di ente virtuale Linea del nuovo linguaggio di programmazione geometrica **EXPERT**.

ad esempio:

L<431286>

L<VAIVIA>

L<&R12>

L<C:\ECS.CNC\PROGRAM\SUBPROGRAM>

provocano il trasferimento dell'esecuzione rispettivamente al sottoprogramma "**431286**" oppure al sottoprogramma di nome "**VAIVIA**", oppure al sottoprogramma "**100**" (nell'ipotesi che alla variabile R12 sia attribuito valore 100) o infine al sottoprogramma **SUBPROGRAM** residente in **C:\ECS.CNC\PROGRAM**.

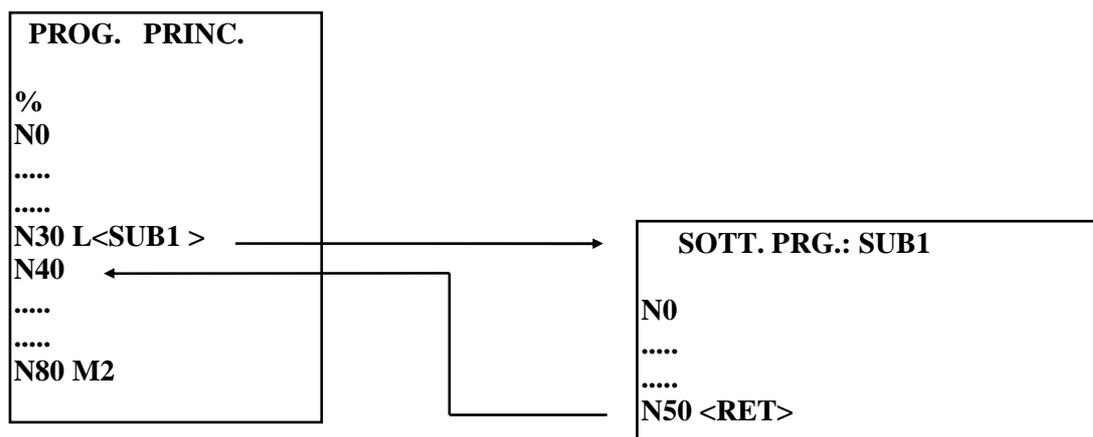


Note:

Un sottoprogramma è un Part-Program che inizia senza il carattere "%" e finisce con l'istruzione ritorno <RET> o M17.

Le istruzioni <RET> o M17 deve essere programmata in un blocco separato.

Esempio:



Commenti:

N30 Viene incontrata l'istruzione **L<SUB1>** che trasferisce l'esecuzione alla prima operazione del sottoprogramma di nome "**SUB1**"

N50 (di "SUB1") Viene incontrata l'istruzione **<RET>** che conclude il sottoprogramma e fa ritornare l'esecuzione alla **N40** del programma principale.

4.3.1 Annidamento (Nesting) di Sottoprogrammi

Per spiegare il concetto di "annidamento" e di "livelli di annidamento" cominciamo con il dire che un programma principale può contenere più chiamate a sottoprogrammi. Questi programmi sono definiti di "Livello 1".

Se all'interno di un sottoprogramma di "Livello 1" è presente la chiamata ad un altro sottoprogramma quest'ultimo viene definito di "Livello 2".

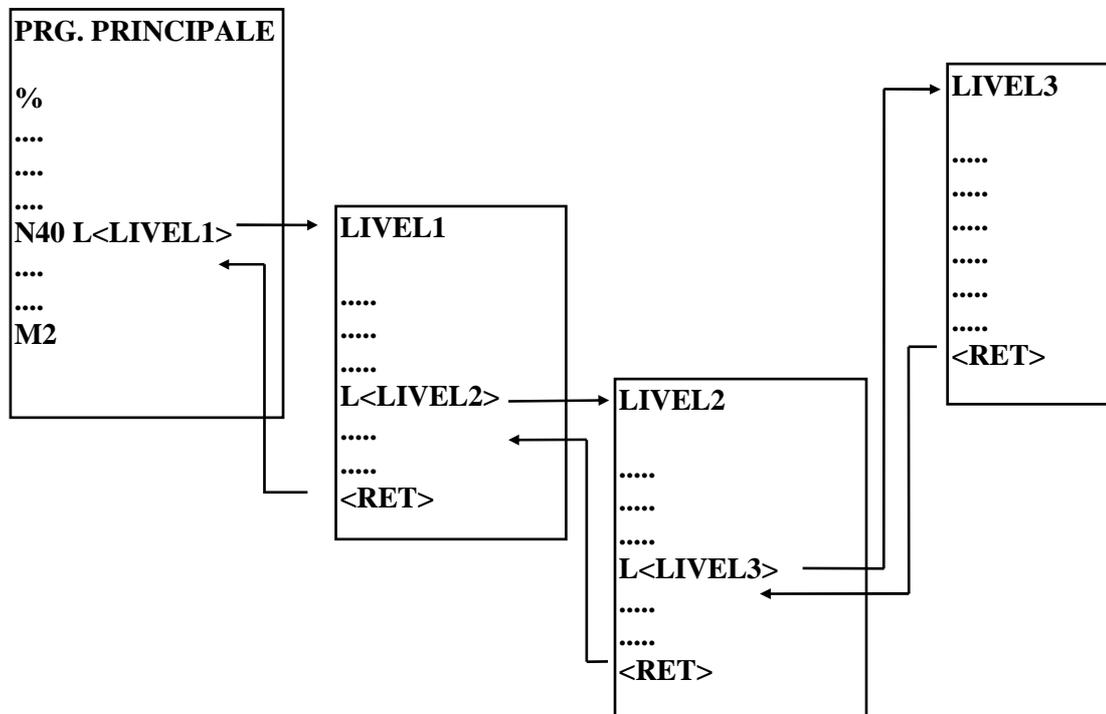
Se all'interno di un sottoprogramma di "Livello 2", fosse presente una chiamata ad un ulteriore sottoprogramma, questo diventerebbe un sottoprogramma di "Livello 3"... e così via fino all'eventuale sottoprogramma di **settimo livello che è il massimo consentito**.

È opportuno qui specificare che il CNC, per la sua stessa filosofia di impostazione, gestisce tutte le **Funzioni Ausiliarie (M..., S..., F..., T..., D..., G....)** appunto come Sottoprogrammi.

Ne consegue che nel considerare il livello massimo di annidamento occorre tenere conto anche delle sopraccitate F.A. eventualmente in esecuzione.

In altri termini, il vero valore del massimo livello di annidamento, risulterà essere pari a (7 - numero di F.A. contemporaneamente in esecuzione).

Esempio:



Commento:

Il flusso individuato dalle frecce illustra il meccanismo di annidamento dei sottoprogrammi, da notare che nell'esempio proposto viene raggiunto soltanto il terzo livello.

4.4 Salti di Programma

Il flusso di un programma può essere modificato tramite un “Salto” (JUMP) che può essere classificato in una delle seguenti 4 categorie:

<JMP:....> è l'istruzione di salto “incondizionato”.

<JMC: nome file;...> consente il salto “incondizionato” al blocco N.. di un sottoprogramma.

<IFF <...>:....> dall'inglese IF (se) è l'istruzione di salto “condizionato”.

<IFC<...>:nome file;....> consente il salto “condizionato” al blocco N.. di un sottoprogramma

4.4.1 Salto Incondizionato

Formati:

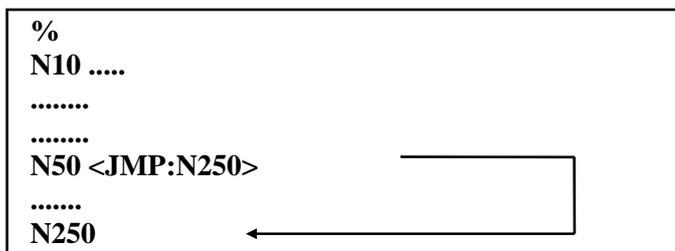
- 1) N...<JMP:N numero >



L'istruzione **JMP** provoca il trasferimento dell'esecuzione del programma all'operazione **Numero** programmata nell'istruzione **JMP**.

La linea **N** può essere espressa anche nella forma **N<exp>**.

Esempio:

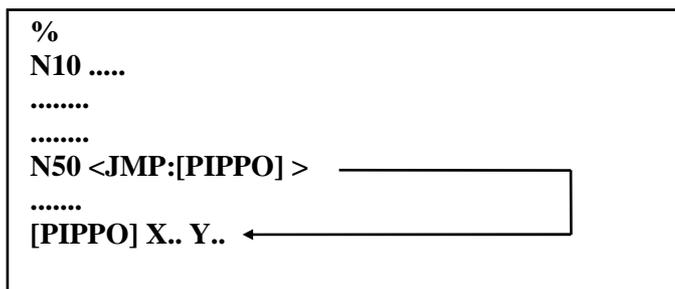


Nel blocco **N50**, per effetto dell'istruzione **JMP**, l'esecuzione del programma viene trasferita all'operazione **N250**.

2) **N...<JMP:[LABEL] >**

L'istruzione **JMP** provoca il trasferimento dell'esecuzione del programma al Blocco identificato dall'Etichetta **[LABEL]** programmata nell'istruzione **JMP**.

Esempio:



Nella **N50**, per effetto dell'istruzione **JMP**, l'esecuzione del programma viene trasferita al blocco identificato con l'etichetta **PIPP0**.

4.4.2 Salto Incondizionato a un blocco di Sottoprogramma

Formato:

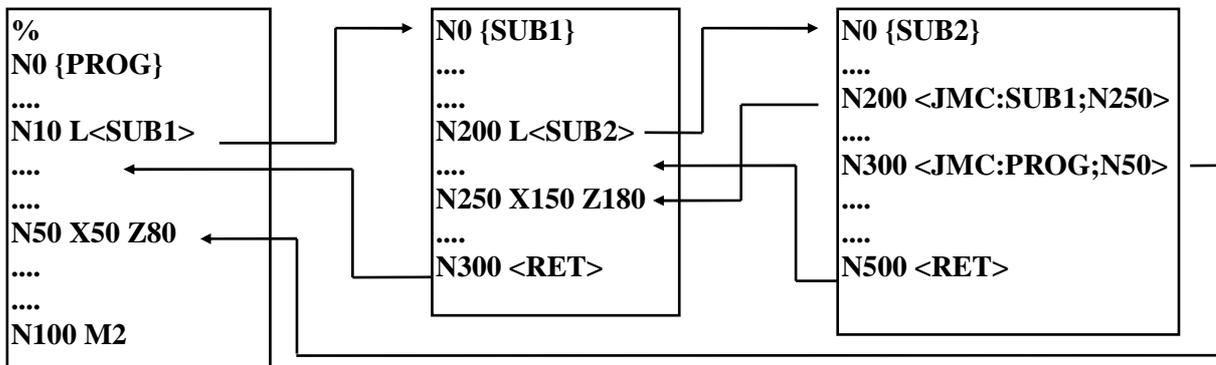
N... < JMC: nome file;N numero >

Questa istruzione viene utilizzata per effettuare un salto incondizionato ad una operazione **N numero** di un sottoprogramma indicato da **nome file**.

La linea **N** può essere espressa anche nella forma **N<exp>**.



Esempio:



Commenti :

Alla N200 della subroutine “SUB2”, se la condizione è verificata, si salta alla N250 della subroutine “SUB1”; alla N300 della subroutine “SUB2”, se la condizione è vera, si salta alla N50 del programma principale “PROG”.

4.4.3 Salto Condizionato

L'istruzione **IFF** è il mezzo per saltare ad altre parti di programma solo quando si manifestano determinate condizioni. Il formato generale è:

N... < **IFF**<exp>: Na; Nb; Nc> in cui:

<exp> indica una variabile oppure una espressione matematica.

Na; Nb; Nc rappresentano altrettanti blocchi N... presenti nel programma, con la seguente prerogativa:

Se il risultato dell'espressione è **negativo** (< 0), verrà eseguito il Blocco Na.

Se il risultato dell'espressione è **nullo** (= 0), verrà eseguito il Blocco Nb.

Se infine il risultato dell'espressione è **positivo** (> 0), verrà eseguito il Blocco Nc.

I parametri Na, Nb ed Nc possono essere espressi anche nella forma N<exp>.

Esempi:

1) N100 <**IFF**<R10 - 100>:N50;N150;N200>

Se il risultato "R10-100" è negativo il flusso del programma salta alla N50, se nullo salta alla N150, se positivo va alla N200.

2) N100 <**IFF**<R10 - 100>>: N50;N50;N200>

Il salto alla N50 è effettuato sia con risultato di "R10-100" negativo o uguale a zero.



4.4.4 Salto Condizionato ad un blocco di un Sottoprogramma

Formato:

N...<IFC<exp>:nomefile; Na; Nb; Nc>

L'istruzione **IFC** è analoga all'istruzione **IFF** ma con la differenza che viene eseguito il salto ad un blocco N.. di un Sottoprogramma (definito tramite **nome file**).

I parametri **Na**, **Nb** ed **Nc** possono essere espressi anche nella forma **N<exp>**.

Per maggior chiarezza analizziamo il seguente esempio:

...

N200 <IFC <R12 - R28>:SUB1; N140;N120;N230>

....

Se il risultato dell'espressione è negativo, il salto viene effettuato alla **N140** del sottoprogramma "SUB1".

Se il risultato dell'espressione è uguale a zero il salto viene effettuato alla **N120** del sottoprogramma "SUB1".

Se il risultato dell'espressione è positivo il salto viene effettuato alla **N230** del sottoprogramma "SUB1".

4.5 Ripetizioni di parti di un Programma

Mediante l'istruzione **<RPT:...>** è consentita la ripetizione di una parte del **programma in esecuzione**. Tale istruzione è particolarmente potente consentendo una rilevante semplificazione di molti programmi, infatti:

- Consente la ripetizione automatica di un percorso di tornitura, per realizzare le varie passate di sgrossatura, programmando solo quella di finitura.
- Consente, mediante il richiamo multiplo di una matrice di trasformazione di ruotare, traslare o rototraslare una parte di programma (in definitiva una certa lavorazione).

L'istruzione di ripetizione ha il seguente formato:

N.. <RPT: N..iniz.; N.. fin.; n volte>

in cui **N... iniz** ed **N.. fin** rappresentano gli estremi del Loop (anello) di ripetizione, più precisamente:

N...iniz rappresenta l'istruzione in cui **inizia** la ripetizione.

N... fin rappresenta l'istruzione in cui **finisce** la ripetizione.

"n volte" è un **numero intero** che rappresenta il numero di volte si vuole ripetere la porzione di programma contenuta tra **N.. iniz** ed **N.. fin**.

Se il parametro **"n volte"** non è programmato il Loop è ripetuto una sola volta.



Ad esempio:

...

N50 <RPT: N10;N40;10>

...

significa ripetere i blocchi del programma compresi tra N10 ed N40, 10 volte.

Il parametro “**n volte**” può anche essere posto uguale a zero. In questa evenienza l’istruzione <**RPT:...**> è di fatto non operativa e il flusso del programma passa all’istruzione successiva.

Il comportamento risulta molto utile in caso di programmazione parametrica.

L’istruzione logica <**RPT:...**> deve essere programmata in un Blocco a sè stante, numerato e che non contiene altre istruzioni.

Esempio 1

Istruzione <**RPT:...**> utilizzata per eseguire 2 volte un profilo con differente sovrametallo

```
%  
N0 G92 S100  
N10 T4 M6 <DRA:2>  
N15 G96 S80 F0.3 M42  
N20 G0 X... Z.. M13  
N30 Z...  
N40 G1 G42 X... Z...  
...  
N150 G0 Z50  
N160 <DRA:0> S90 F1.5 T8 M6  
N170 <RPT:N20;N150>  
N180 ...  
N250 M2
```

Commenti:

- | | |
|-------------------|---|
| N20 - N150 | Descrive un profilo di contornatura eseguito lasciando un sovrametallo radiale di 2 mm (< DRA:2 >). |
| N160 | Imposta nuovi parametri di taglio S... F... ed il sovrametallo viene messo a 0 (< DRA:0 >), viene montato un utensile adeguato per la finitura (T8 M6). |
| N170 | L’istruzione < RPT:... > comanda la ripetizione del programma dalla N20 alla N150 (quindi il profilo) con i nuovi parametri di taglio ed il sovrametallo nullo impostati nel blocco N160 .

Viene di fatto eseguita la passata di finitura del pezzo. |

Eseguita la **N150** il CNC riprende l’esecuzione del programma dalla **N180**.

Esempio 2

Istruzione <**RPT:...**> per attuare la fresatura di un profilo in più passate.

Nell’esempio 1 di questo paragrafo si mostrava come procedere per realizzare, su un profilo, una passata di sgrossatura ed una di finitura utilizzando l’istruzione <**RPT:...**>.



Vediamo ora come realizzare, con la stessa istruzione, la contornatura di un profilo con più passate di tornitura.

```
%  
N0 G92 S1000  
N5 R1=12 R2=4 R3=R1/R2  
N10 T4 M6 G96 S100 F0.3  
N15 <DRA: <R1> >  
N20 G0 X.. Z.. M13  
N30 .....  
N40 G1 G42 X... Z...  
N50 ....  
.....  
.....  
N150 G0 Z50  
N160 R1= R1 - R3  
N170 <RPT: N15; N160; <FTI(R2)>>  
N180 .....  
.....
```

Commenti:

- N10** Vengono assegnati alcuni parametri utili alla lavorazione nelle seguenti variabili di appoggio:
- R1 = sovrametallo**
 - R2 = numero passate**
 - R3 = decremento del sovrametallo** (calcolato dividendo il sovrametallo **R1** per il numero di passate **R2**).
- N15** Viene settato il sovrametallo pari a **R1** (quindi pari a 12 mm).
- N020 - N150** Contornatura del profilo lasciando un sovrametallo di 12mm.
- N160** Viene decrementato il sovrametallo **R1** di **R3** (**R1** diventa 9mm)
- N170** Con l'istruzione <**RPT:N15;N160;<FTI(R4)>**> si costruisce un ciclo ripetitivo (per 4 volte) per ciascuna ripetizione viene decrementato il sovrametallo fino ad ottenere la passata di finitura con **R1=0**>. Al posto del contatore <**FTI(R4)**> si poteva programmare direttamente 4.

Si ottiene un ciclo ripetitivo per la tornitura in più passate, nel caso specifico si realizzano cinque passate totali, la prima con sovrametallo <**DRA:12**>, l'ultima con <**DRA:0**> (finitura), con decremento di 3 mm per ciascuna passata.

Si osservi che, in virtù alla **programmazione parametrica** attuata, il programma risulta più compatto. Nel caso non fosse stata utilizzata il programma avrebbe infatti assunto il seguente aspetto:

```
%  
N0 ...  
N20 G0 X.. Z..  
N150 ...  
N155 < DRA: 9 >  
N156 < RPT:N20;N150 >  
N157 < DRA: 6 >  
N158 < RPT:N20;N150 >  
N159 < DRA: 3 >  
N160 < RPT:N20;N150 >  
N161 < DRA:0 >  
N165 < RPT:N20;N150 >  
N180 .....  
....
```

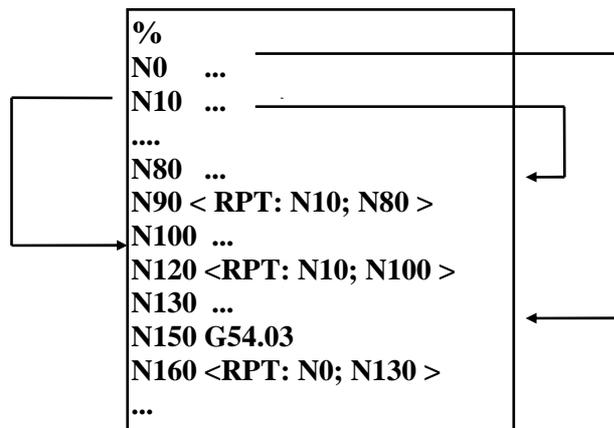
Commenti:

Il ciclo <RPT:..> è ripetuto per tante volte quante sono le passate volute, ciascuna volta riassegnando il sovrametallo <DRA:....> decrementato.

4.5.1 Regole minori inerenti l'utilizzo di <RPT : ...>

1) Livello di “Annidamento” (Nesting)

All'interno di un Loop di ripetizione cioè tra la N.. **iniz.** e la N..**fin.** dell'istruzione <RPT:..> possono essere annidate altre istruzioni <RPT:..>, ad esempio:





Commenti:

- N90** Istruzione <RPT:...> di **livello 1**, tra la **N10** e la **N80** non vi sono altre istruzioni <RPT:...>.
- N120** Istruzione <RPT:...> di **livello 2** in quanto tra la **N10** e la **N100** vi è una istruzione <RPT:...> di livello 1.
- N160** Istruzione <RPT:...> di **livello 3** in quanto all'interno è già contenuta una <RPT:...> di livello 2. In particolare la **N160** ripete tutto il programma traslato rispetto alle origini assi n.3 (**G54.03**).

L'istruzione <RPT:...> può essere programmata con un livello di annidamento massimo uguale a 7.

2) Correlazione tra istruzioni <RPT:...> e di salto

All'interno di un LOOP di <RPT:...> è possibile programmare istruzioni di salto incondizionato <JMP : N...> o condizionato <IFF<...>:...>, ma occorre tener presente che in tal caso il **meccanismo di LOOP dell'istruzione <RPT:...> viene disattivato.**

Ad esempio:

```
%  
N10 ...  
N20 ...  
N30 <IFF<R2>: N80;N80;N150>  
N40 ...  
...  
N50 ...  
N60 <RPT:N10;N80>  
N70 ...
```

Commenti:

N60 Ciclo di ripetizione tra gli estremi **N10-N80**. Nella **N30** è incontrato un test sulla variabile **R2**, che fa saltare il programma alla **N80** oppure alla **N150**. La <RPT:...> viene quindi eseguita solo tra **N10** ed **N20**.

3) Uso dell'Istruzione <RPT:...> per ripetere indefinitivamente un Programma

Si può ottenere tale scopo, corrispondente alla chiusura ad anello del programma, usando il seguente artificio:

```
....  
Nxx <RPT: N0; Nxx>
```

....

Specificando una **N... finale** di numero pari alla **N...** del blocco dove è scritta l'istruzione <RPT:...>.



Ad esempio:

```
%  
N0  
N10 T1 M06...  
N20 X...Z...  
...  
...  
N300 <RPT:N0;N300>
```

Commenti:

N300 Viene ripetuto il programma contenuto tra la **N0** e la **N300**, la **N300** contiene l'istruzione **<RPT:...>** per cui il ciclo di ripetizione viene eseguito indefinitamente.

Lo stesso effetto poteva comunque essere ottenuto programmando un salto incondizionato nella **N300**:

```
N300 <JMP: N0>
```

4) Uso dell'istruzione <RPT:...> per ripetere una parte di programma traslato, ruotato, ecc. È possibile far ciò abbinando alla istruzione di ripetizione una matrice di trasformazione (per approfondimenti consultare il **Capitolo 16**).

4.6 Esempio di Programmazione Parametrica e di uso dell'Istruzione <RPT:...>

Lavorazione di un Profilo Parabolico

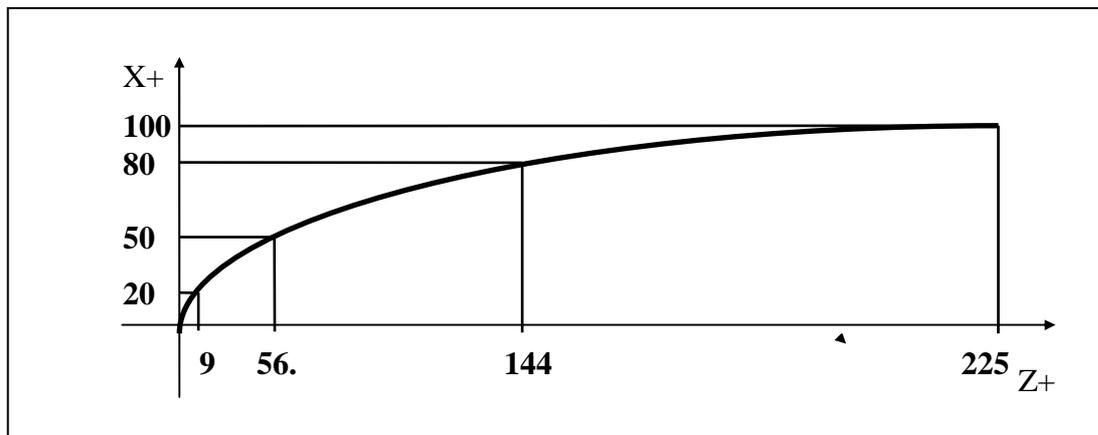
Si supponga di dover lavorare un arco di parabola, di equazione

$$Z = 0.09 * X^2 / 4$$

nell'intorno compreso tra l'ascissa di coordinata X0 e X100. Il movimento dell'utensile, lungo la traiettoria, verrà approssimato con tratti di interpolazione lineare di 1 mm sull'asse X.

L'equazione sopra riportata può essere convertita utilizzando la programmazione parametrica, assumendo, per esempio, di utilizzare le variabili R10 e R11 avremo:

$$R11 = 0.09 * R10 * R10 / 4$$



Part-Program:

```

%
N10 G92 S1000
N20 T1 M6
N25 G96 S.. F.. M41
N30 X0 Z100 M03
N35 G01 G42 X0Z0
N40 R10=0 { Coordinata iniziale asse X }
N50 R11= 0.09 * R10 * R10 / 4 { Calcolo coordinate Z}
N60 G01 X=R10 Z=R11
N70 <IFF<R10-100> :N80 ;N100 ;N100>
N80 R10=R10+1 { Incrementa coordinata X }
N90 <RPT :N50 ;N80>
N100 G0 G40 Z200
N110 X200 M05
N120 M2
    
```

4.7 Valutazione del Tempo di Esecuzione di un Part Program

Dovendo valutare il tempo trascorso tra un'operazione ed una successiva o, più in generale il tempo di esecuzione di un Part-Program, il programmatore ha a disposizione le seguenti due istruzioni:

<TIM:ON> e <TIM:OFF>

L'istruzione <TIM:ON> attiva la misurazione del tempo (appoggiandosi all'orologio del CNC) e al contempo azzerla la variabile di sistema **V1025**.

Il contenuto di tale variabile verrà quindi incrementato di un'unità ogni secondo.

L'istruzione <TIM:OFF> disattiverà la misurazione bloccando l'incremento della variabile **V1025**.

Il valore della variabile **V1025** con una semplice operazione di assegnazione potrà poi essere appoggiato su una delle 1000 variabili **R** e utilizzato a piacere.



Esempio di utilizzo

```
.....  
N100 <TIM:ON>  
.....  
... Parte di programma di cui si vuole conoscere il tempo  
.....  
N200 <TIM:OFF>  
N201 R0=V1025  
.....  
.....  
N400 <TIM:ON>  
.....  
... Parte di programma di cui si vuole conoscere il tempo  
.....  
N500 <TIM:OFF>  
N501 R1=V1025  
.....
```

Nota:

Il valore corrente della variabile **V1025** é accessibile in chiaro tramite la scelta “**Tempo di esecuzione**” della tendina “**Utility**”. Per maggiori dettagli in merito vedi comunque manuale “**Norme d'Uso**” codice 720P409.



Note:



CAPITOLO 5

5. Origini

Si intende per **Origine** o **Zero Pezzo**, un punto caratteristico scelto dal programmatore sul disegno del pezzo da cui “originano” le quote di lavorazione o che comunque da tale punto sono facilmente rilevabili. Tutte le coordinate riferite al punto d'origine sono coordinate assolute.

5.1 Origini Assolute

Normalmente, in un Part-Program le quote programmate per i vari assi (**X, Z, C ecc.**) sono riferite alle loro origini n.1, infatti il carattere % di inizio programma ha la prerogativa di inserire le origini n.1 di tutti gli assi.

L'operatore della M.U. deve formare tali origini in modo che corrispondano allo zero pezzo indicato dal programmatore.

I **CNC 1802 / 4802** consentono la definizione di 20 origini diverse ed indipendenti fra di loro, richiamabili tramite l'istruzione modale: **G54.XX**

Dove l'estensione **XX**, dopo il punto decimale, indica il numero dell'origine.

XX può quindi assumere un valore intero compreso tra **01 e 20**.

Programmando **G54** senza alcuna estensione equivale a programmare **G54.01** cioè a richiamare le origini n.1 di ciascun asse.

In molti casi, può essere utile al programmatore riferire le quote ad origini diverse dalle n.1. Per far ciò basterà che egli scriva le istruzioni modali: **G54.02, G54.03...G54.20** a seconda che voglia riferire le quote rispettivamente all'origine **n.2**, all'origine **n.3** o all'origine **n.20** di tutti gli assi CNC della M.U.

Esempio:

%	
N0
N10
....	
N90
N100	G54.04
....	
N250
N260	G54.07
....	
N300	M2



Commenti:

Fino all'istruzione **N90** le quote programmate per gli assi sono riferite alle loro origini n.1, grazie al carattere %.

Dall'istruzione **N100** alla **N250** le quote sono riferite alle origini n.4.

Dall'istruzione **N260** a fine Part-Program le quote vengono riferite alle origini n.7

Note:

- 1) Le istruzioni **G54.XX** annullano eventuali traslazioni origini programmate con l'istruzione **G59** (vedi paragrafo successivo).
- 2) Le istruzioni **G54.XX** non sono accettate allorché l'origine attiva sia stata rototraslata con un'istruzione **G58** (vedi specifico paragrafo).

5.2 Traslazione Origine da Programma (G59)

Nel CNC è possibile traslare l'origine rispetto all'origine attualmente attiva utilizzando la istruzione:

G59 X.. Z.. o

G59 DX.. DZ... o in tutte le altre possibili forme composte

in cui **X, Z, DX** e **DZ** rappresentano l'entità della traslazione dei rispettivi assi rispettivamente in forma assoluta od incrementale. Attenzione la quota **X** è radiale anche se l'asse **X** è diametrale

Utilizzando questo metodo l'origine attiva del sistema diviene quella ottenuta sommando il valore impostato con l'istruzione **G54.XX** a quanto definito con la **G59...**

In particolare utilizzando la forma incrementale della **G59 (G59 DX... DZ...)** l'origine attiva può essere traslata un numero indefinito di volte.

Per cancellare l'eventuale traslazione origine è sufficiente impostare l'istruzione **G59** senza parametri o attivare una nuova origine con l'istruzione **G54.XX**

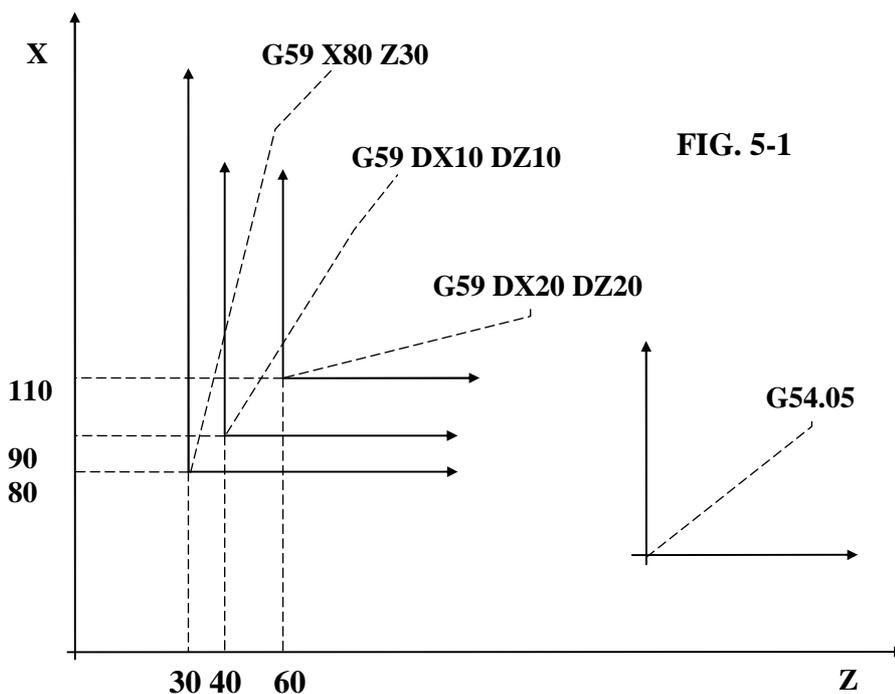
Programmando ad esempio:

....
N30 G54.03
N40 X.. Z..
....
N60 G59 X80 Z30
....
N100 G59 DX10 DZ10
....
N200 G59 DX20 DY20
....
N300 G54.05

Commenti:

- N30** Vengono richiamate le origini N.3
- N40** Si comandano movimenti degli assi X, Z riferiti alle origini N. 3
- N60** Le origini N.3 vengono traslate in X di 80mm e di 30mm in Z
- N100** Viene attuata una prima traslazione relativa di 10 mm in X e 10 mm in Z
- N200** Viene attuata una seconda traslazione relativa di 20 mm in X e 20 mm in Z
- N300** Vengono richiamate le origini assolute N.5 e di conseguenza le traslazioni incrementali in precedenza settate vengono azzerate.

L'effetto grafico è quello riportato in **FIG. 5-1**



5.3 Caricamento di Origini da Programma

L'istruzione **G59** può essere utilizzata, con una diversa sintassi da quella già vista, anche per la definizione delle 20 origini assolute (che verranno poi richiamate attraverso l'istruzione **G54.XX**).

Essa permette quindi il caricamento di predefinite origini da Part-Program.



La sintassi è la seguente:

G59 N... X... Z... C...

Dove il parametro N.. che segue la **G59** rappresenta il n. d'origine che si vuole caricare (o modificare).

Ad esempio **G59 N3 X.. Z..** specifica che si vuole caricare le origini n.3 per gli assi **X, Z**.

Note:

- Se l'origine che si sta modificando é quella attiva, la **G59 N...** ha come effetto quello di azzerare eventuali spostamenti incrementali attuati tramite istruzioni **G59 ...**
- Si ricorda inoltre che non possono essere caricate origini con un'istruzione di rototraslazione **G58** attiva (Vedi prossimo paragrafo).

5.4 Roto-traslazione degli assi associati all'Origine attiva (G58)

Tramite l'istruzione **G58** nelle sue diverse espressioni formali, è possibile attuare una rototraslazione degli assi del piano di contornatura rispetto all'origine attiva definita tramite l'istruzione **G54.XX** ed eventualmente modificata tramite una o più **G59**. Si osservi che la quota **X** è radiale anche se l'asse **X** è diametrale

Esaminiamo ora le varie sintassi applicabili all'istruzione **G58**:

1) **G58 X.. Z.. RC..**

In cui **X..** ed **Z..** sono le **traslazioni da applicare all'origine attiva** ed **RC** è l'**angolo**, positivo se antiorario, che l'ascissa del nuovo riferimento forma con l'ascissa del sistema attivo (definito con **G54 + G59**), eventualmente già rototraslato da una matrice statica e/o dinamica.

2) **G58 DX.. DZ.. RB..**

In cui **DX, DZ** ed **RB** introducono le quantità da sommare ai valori della precedentemente attivata **G58** (in caso ciò non fosse i valori saranno direttamente sommati ai valori del sistema di riferimento attivo).

La **G58** può essere formulata anche con uno o 2 parametri, in tal caso i parametri non definiti si assumono nulli.

3) **Forme miste tra la 1) e la 2)**

Sono inoltre consentite sintassi con termini incrementali ed assoluti comunque assortiti, ad esempio: **G58 X.. DZ.. RC...**

G58 DX.. Z.. RB..

G58 DX.. DZ.. RC.. ecc.

4) **G58 (Senza Parametri)**

Annulla le rototraslazioni già attivate con precedenti istruzioni **G58 ...**



Note:

- Nella riga del Part-Program dove compare l'istruzione **G58**, in tutte le sue forme, non devono comparire altre istruzioni (sono accettati solo commenti e numero di blocco).
- Quando una **G58** è attiva non è possibile attivare/disattivare matrici statiche/dinamiche, né emettere **G54** e **G59** né cambiare piano di contornatura (**G16**, **G17**, **G18**, **G19**).
- L'istruzione **G58** agisce prima del **GAP**, in questo modo è possibile, appunto in un programma utilizzando il **GAP**, rototraslare solo la parte del profilo descritto da blocchi successivi alla **G58** anche se concatenati ad elementi antecedenti che non saranno quindi rototraslati.
- La **G58** può essere utilizzata per definire un profilo a cui è in seguito applicata una matrice statica, ad esempio, per scalarlo opportunamente.
- La **G58** può essere utilizzata per definire un profilo a cui in seguito verrà applicata la funzione "MIRROR" (che permette di ottenere un profilo speculare a quello descritto).
- L'attivazione / disattivazione della **G58** non genera fermate nell'esecuzione del profilo che la contiene.
- La **G58** agisce sugli elementi geometrici virtuali dell'**EXPERT** al momento della loro definizione, cioè questi sono memorizzati con la rototraslazione imposta dalla **G58**. Ciò permette di "appoggiare" ad un ente definito con la **G58** attiva, un altro ente definito quando la stessa **G58** non è più attiva o lo è con valori diversi.

Ad esempio:

```
G58 X... Z... RC...  
O2 = G3 I.. K.. R..  
G58  
L3 = O2 RC ...
```

La retta **L3** si appoggia al cerchio **O2** definito con la rototraslazione della **G58** attiva.

- Le quote visualizzate in ambiente CNC sono sempre riferite allo zero pezzo (**G54** + **G59**) e non al sistema di programmazione creato da eventuali **G58** e/o **matrici Statiche/Dinamiche attive**.
- Nei **cambi modo**, ad eccezione della sospensione di un programma, un'eventuale **G58** attiva è disattivata.

Esempio di Programmazione:

```
....  
N30 G54.03  
N40 X... Z...  
....  
N60 G59 X200 Z120  
N70 X... Z...  
N80 G58 X50 Z100 RC45  
N90 G58  
N100 G54.05  
....
```

Commenti:

- N30** Sono attivate le origini **N. 3**.
- N60** L'origine attiva è traslata di 200 mm su X e 120 mm su Z
- N80** Il sistema di riferimento viene ulteriormente traslato di 50 mm in X e 100 mm in Z nonché ruotato di 45° (diviene quindi quello illustrato in **FIG. 5-2**).
- N100** Richiama le origini assolute **N.5** e di conseguenza richiede che la traslazione programmata con **G58** sia annullata e automaticamente resetta gli effetti della precedente **G59**.

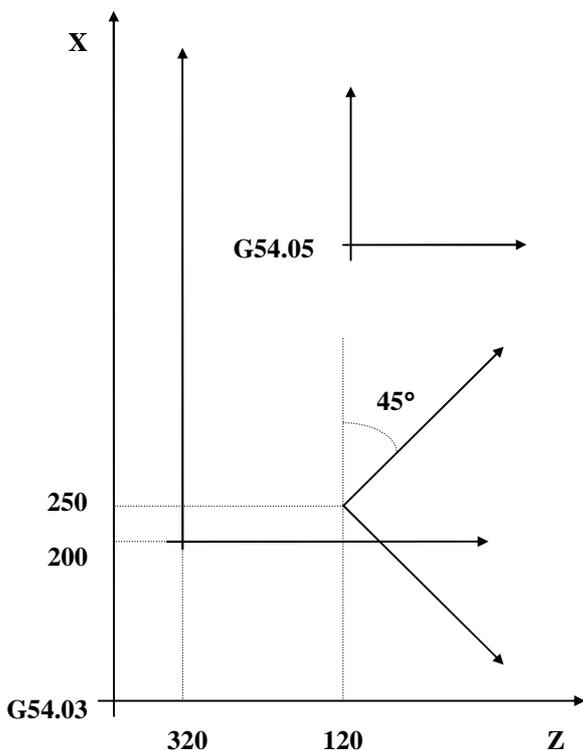


FIG. 5-2

5.5 Sospensione Origini e Traslazioni (G53)

L'istruzione **G53** provoca movimenti riferiti allo **ZERO MACCHINA** (impostato dal costruttore della Macchina Utensile).

Tale istruzione, che non è di norma da utilizzare in un Part-Program, comporta un momentaneo annullamento (l'istruzione è **autocancellante**) dell'origine attiva (selezionata tramite **G54.XX**), eventualmente traslata o rototraslata (tramite **G59** e **G58**) e della specularità eventualmente selezionata (tramite **<MIR:ON; ..>**).

L'origine attiva la specularità, e le eventuali rototraslazioni ad essa applicate verranno riattivate all'interpretazione dell'istruzione successiva la **G53**.

È comunque importante osservare che la **G53** non annulla eventuali **Compensazione Raggio** e **Lunghezza Utensile**, nonché **DRF** (traslazione origine tramite volantini) e **Matrici Statiche** e **Dinamiche** attive che comunque producono effetti nel posizionamento dell'utensile.

Ad esempio programmando:

N...G53 X200 Z1850

La M.U. si posiziona alla quota di coordinate X200 ed Z1850 rispetto allo **Zero Macchina**.

5.6 Programmazione per Torni a 2 Torrette

Prendiamo in considerazione la **FIG.5.3** e supponiamo che l'utensile montate sulla torretta TR+ (nell'esempio T1) abbia le sue lunghezze LX e LZ misurate rispetto al centro della torretta.

Per l'utensile dell'altra torretta TR- (T7 in **FIG.5.3**), il programmatore ha due scelte:

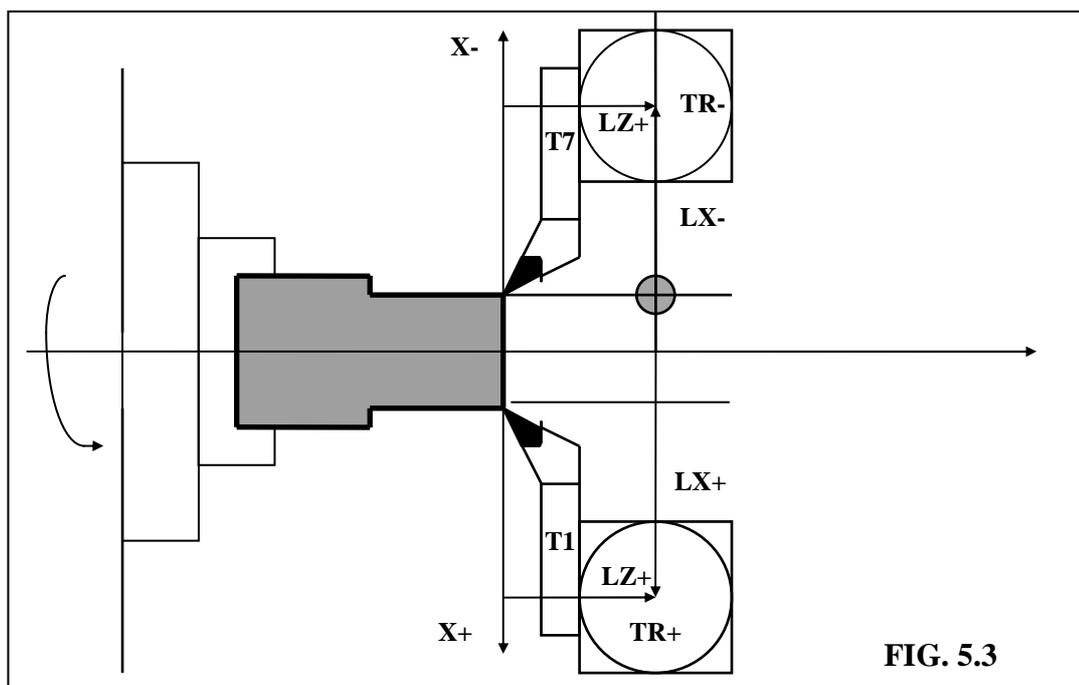


FIG. 5.3

- * Riferire le lunghezze LX e LZ di tale utensile ancora al centro della torretta TR+ . Così facendo si ha la semplificazione di poter usare la stessa origine X (ad esempio la **G54.01**) indifferentemente se l'utensile che lavora è su una o l'altra torretta.
- * Riferire le lunghezze LX e LZ di ciascun utensile al centro della propria torretta. Quest'ultima è la scelta più diffusa in quanto consente di inserire in tabella utensili le reali lunghezze tra "punta virtuale" e centro torretta.



In questo caso il programmatore deve usare due origini X, ad esempio :

1. l'origine **G54.01** quando lavora con la torretta TR+
2. l'origine **G54.02** quando lavora con la torretta TR-

Il programma assumerà questo aspetto :

```
%  
N0  
N10 T1 M06  
N20 G00 ...  
...  
...  
N160  
N170 T7 M06 G54.02  
N180 G00 ...  
...  
:N380  
N390 T2 M06  
N40 0G00
```

Commenti:

- N10** Viene attivato l'utensile **T1** che è sulla torretta **TR+** con l'origine **G54.01** resa già attiva dal carattere **%**.
- N170** Viene attivato l'utensile **T7** che è sulla torretta **TR-**. E' quindi e quindi programmata l'origine **G54.02**.
- N390** Viene attivato l'utensile **T2** che è sulla torretta **TR+**. L'origine **G54.01** è automaticamente forzata dal carattere di inizio fase **“:”**. In sua assenza si sarebbe dovuto usare l'istruzione **G54.01**.

5.7 Segno per l'asse X

Le quote X programmate quando si lavora con una torretta, vanno cambiate di segno quando si lavora con la torretta opposta. Ad esempio in **FIG. 5-3** il diametro di 50 mm si ottiene programmando:

X50 quando si lavora con la TR+

X-50 quando si lavora con la TR-

e ciò a prescindere dal fatto che si lavori con una o due origini sull'asse X.

Tramite l'istruzione modale: **N.. <MIR:ON; X> {specularità X}**

il CNC permette di invertire automaticamente i segni delle quote programmate relative all'asse X.

Supponiamo di aver scritto un programma e di aver usato nella prima fase di lavoro un utensile semifinitore T1 montato sulla TR+ (**FIG.5-3**). All'inizio della fase di finitura (ad esempio alla N530), si vuole usare l'utensile T7 montato sulla torretta TR-. Il programma è il seguente:



```
%  
N0  
N10 T1 M06 ...  
N20 G00 ...  
...  
...           {SEMIFINITURA}  
...  
N520  
N530 T7 M06 M04 G54.02  
N540 <MIR:ON;X>  
N550 G00 ...  
...  
...           {FINITURA}  
...  
...  
N1030 <MIR:OFF>  
N1040 ... M05  
N1050 M02
```

Le quote relative all'asse X scritte dalla N540 alla N1040, hanno lo stesso segno di quelle scritte dalla N20 alla N520, e saranno invertire dall'istruzione modale <MIR:ON; X> scritta nella N540 ed attiva all'inizio della N540 stessa; inoltre si è usata una seconda origine G54.02.

L'istruzione <MIR:ON;X> è utile in abbinamento con l'istruzione <RPT:N.;N.> (vedi **Capitolo 4**), che consente di eseguire operazioni di semifinitura e poi di finitura senza dover riscrivere il programma con:

- utensili posti in torrette anche diverse
- parametri tecnologici (S., F..) differenti

ATTENZIONE:

1) Ricordarsi che i caratteri "%" e ":" annullano l'istruzione <MIR:...>, ossia riportano i segni delle quote relative all'asse X così come sono stati programmati.

2) Per ulteriori riguardanti la "SPECULARITÀ DEGLI ASSI" consultare il **Capitolo 6**

5.8 Compatibilità con gestione Origini CNC 2402

I precedenti CNC ECS Serie 2402/1402D/2702D gestivano le istruzioni G58 e G59 in modo diverso rispetto a quanto rispettivamente riportato nei Paragrafi 5.4 e 5.2.

In particolare:



La funzione **G58** era semplicemente intesa come un duplicato della **G59** (applicando di fatto un offset nello spazio all'origine attiva eventualmente traslata tramite la **G59**). La forma **G58 X0Y0Z0** annullava l'effetto di tale istruzione sugli assi specificati.

Essa era inoltre applicata prima di un'eventuale matrice.

La funzione **G59** attuava invece una traslazione dell'origine attiva nello spazio, definibile però esclusivamente in modo assoluto (**G59 X...Y...Z..**). Per azzerare gli offset precedentemente definiti era necessario specificarlo con **G59 X0 Y0 Z0**.

La traslazione impostata con la **G59** era sempre, come peraltro ora, applicata prima di un'eventuale matrice.

Il "vecchio" funzionamento è selezionabile (a partire dalla release **SW V3.02**) settando nel file di taratura **GEN.TAR** il campo **OLDG=Y**.

CAPITOLO 6

6. Compensazione Lunghezze Utensili Specularità e definizione Sovrametalli

Nella stesura di un programma di tornitura occorre tener conto delle lunghezze $L...$ ed $L2...$ degli utensili.

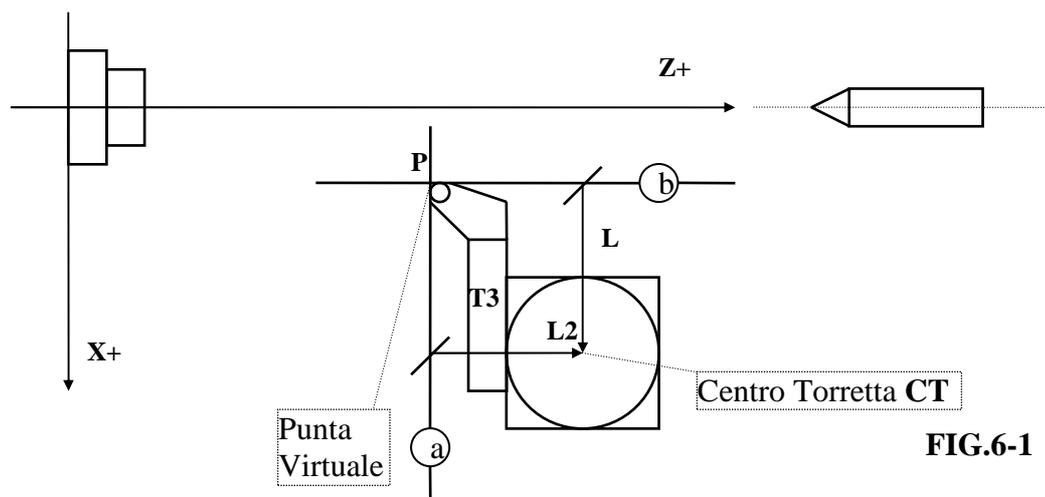
Questo capitolo spiega come compensare automaticamente le lunghezze degli utensili in modo che il programmatore tratti le profondità di lavorazione senza doversi preoccupare dei valori reali di quest'ultime.

In generale il vantaggio che il programmatore ottiene è quello di programmare i movimenti della M.U. considerando un utensile "ideale" caratterizzato da lunghezze nulle.

6.1 Definizione delle Lunghezze "L" ed "L2"

Genericamente con "L" si intende la lunghezza dell'utensile relativa all'asse che lavora i diametri (tipicamente X). Con "L2" la lunghezza dell'utensile relativa all'asse degli spallamenti (tipicamente Z).

La punta di un utensile ha determinate distanze da un punto di riferimento scelto a piacere. Normalmente si usa far riferimento al centro della torretta utensili, come si vede in FIG. 6-1.



Si tracciano due rette **a** e **b** tangenti alla punta virtuale dell'utensile T3 e parallele rispettivamente ai due assi Z e X del tornio che si intersecano nel punto **P**.

Diremo che l'utensile ha lunghezze :

L... lungo l'asse **X**

L2... lungo l'asse **Z**

ricavate come in figura e con segno corrispondente al verso che va dal punto P, al punto di riferimento (centro torretta).

L'utensile **T3**, dato l'orientamento degli assi, ha entrambe le lunghezze positive (e per inciso, un raggio R dell'inserto di 0.6 mm).

È importante ricordare che è il punto P ad essere posizionato esattamente sulle quote X e Z scritte nel programma, per cui l'operatore della M.U., prima di iniziare la lavorazione, deve caricare nella tabella UTENSILI del CNC le reali dimensioni geometriche di tutti gli utensili necessari alla lavorazione. (Per maggiori dettagli sulle necessarie operazioni fare riferimento al manuale "NORME D'USO").

Chiameremo questo punto **P** "**Punta Virtuale dell'Utensile**". Esso coinciderebbe con la punta reale dell'utensile, se il raggio dell'inserto fosse nullo.

La **FIG.6-2** mostra altri esempi di definizione di lunghezze utensili, a seconda della loro disposizione rispetto al centro torretta, quando sono in posizione di lavoro.

Gli utensili **T2** e **T4** hanno ad esempio, L negativa

L'utensile **T3** è per filettare : il punto **P** viene scelto sulla mezzeria dell'inserto.

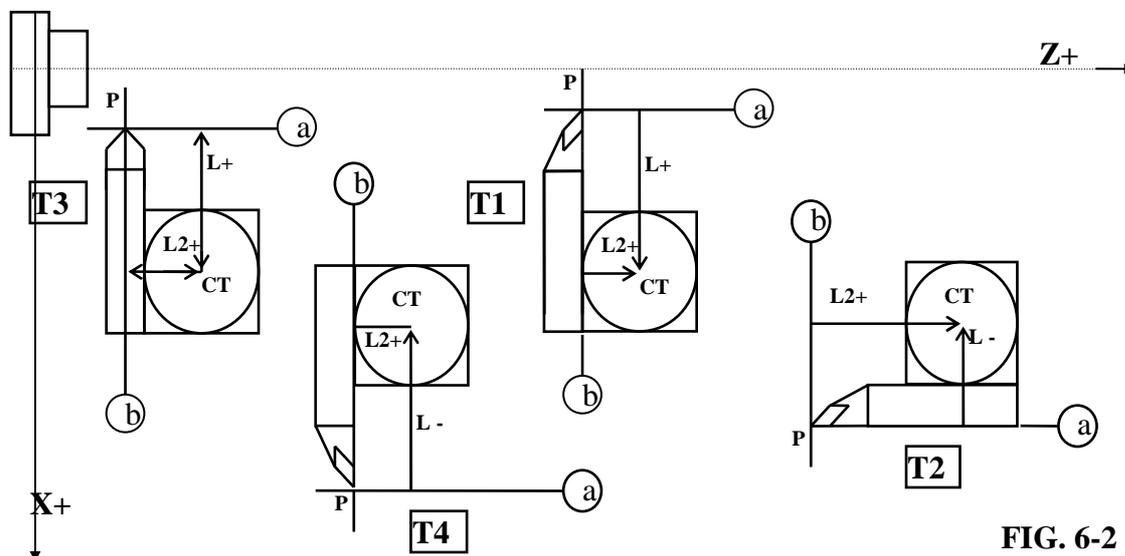


FIG. 6-2



6.2 Attivazione ed Annullamento della Compensazione in Lunghezza

Il CNC quando incontra nel programma l'istruzione di caricamento utensile (ad esempio **T3 M06**) **attiva** automaticamente le compensazioni delle lunghezze **L** (relativa all'asse dei diametri) ed **L2** (relativa all'asse degli spallamenti), prelevando dalla Tabella utensili, quelle associate al T selezionato.

È possibile **sospendere** le compensazioni in lunghezza dell'utensile attualmente in posizione di lavoro (nell'esempio **T3**), tramite l'istruzione: **D0**

La **riattivazione** avverrà invece con l'istruzione **G45**.

Per riassumere e chiarire meglio questi concetti analizziamo il seguente esempio (le quote programmate in X sono diametrali):

```
%  
....  
N10 T3 M6  
N20 G0 X60 Z100  
N30 D0  
N40 X60 Z100  
N50 G45  
N60 X60 Z100  
N70 T0 M06  
N80 X60 Z100  
.....
```

Supponendo che l'utensile **T3** (Vedi **FIG. 6-3**) abbia, rispetto al centro torretta, queste lunghezze:
 $L = +100$ e $L2 = +80$

Commenti :

N10	Viene caricato l'utensile T3.
N20	La "Punta Virtuale" di T3 si dispone sul punto programmato di coordinate X60 Z100.
N30	Viene annullata la compensazione delle lunghezze di T3.
N40	Non è la "punta virtuale" di T3 che si porta sul punto programmato di coordinate X60 Z100, ma bensì il centro della torretta (CT).
N50	Viene ripristinata la compensazione delle lunghezze di T3.
N60	La "punta virtuale" di T3 si dispone sul punto programmato di coordinate X60 Z100.
N70	Viene smontato l'utensile (M6 T0)
N80	Il centro della torretta (CT) si porta sul punto programmato di coordinate X60 Z100.

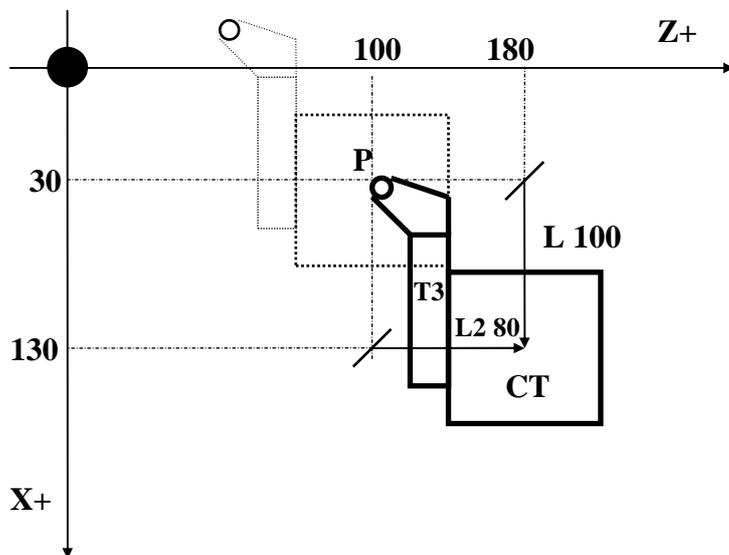


FIG. 6-3

6.3 Sovrametallo sul Profilo

Si può programmare il valore <DRA:> del sovrmetalto da lasciare sul profilo lavorato, mediante l'istruzione: <DRA: valore >

in cui "valore" rappresenta l'entità, in mm (o pollici), di sovrmetalto da lasciare sul profilo. Se il "valore" è **positivo**, verrà lasciato su tutto il profilo un sovrmetalto pari al "valore" programmato. Se il "valore" programmato è **negativo** si otterrà l'effetto di "**ridurre**" il profilo programmato della quantità indicata nell'istruzione <DRA:....>.

Ad esempio programmando <DRA:2> prima dell'inizio della contornatura, significa lasciare 2 mm di sovrmetalto su tutto il contorno lavorato.

L'istruzione <DRA:....> viene annullata programmando: <DRA: 0 >

Note:

- L'istruzione <DRA:....> è una istruzione complementare a quelle che abilitano la correzione del **Raggio Utensile** (Vedi per dettagli **Capitolo 10**), quindi deve essere programmata prima del movimento di attacco della contornatura al profilo. L'istruzione <DRA: ...> agisce sul piano di contornatura dichiarato tramite le istruzioni **G17**, **G18**, **G19** o **G16...** (vedi sempre **Capitolo 10**) e sull'utensile attivo in quel momento.
- L'istruzione <DRA:....> diventa assai versatile e potente se usata congiuntamente alla macro di ripetizione : <RPT:....> (Vedi **Capitolo 4**).
- L'istruzione <DRA:....> viene cancellata automaticamente dal carattere "%" di inizio programma.



- Durante la contornatura l'istruzione <DRA:...> deve essere già stata programmata e non può variare. Per poter variare il valore di <DRA:...> occorre reinizializzare la contornatura.
- L'istruzione <DRA:...> agisce sommandosi algebricamente al raggio utensile impiegato. Ne consegue che la somma <DRA:...> + R deve essere sempre maggiore o uguale a zero.

6.4 Sovrametallo differenziato per asse X e Z

Per programmare sovrmetalto differenziato per l'asse X e/o Z, si usa l'istruzione :

<DLN: asse; valore; asse ;valore>

in cui

“asse” rappresenta la sigla dell'asse (dei diametri o degli spallamenti, tipicamente X o Z) su cui impostare il sovrmetalto.

"valore" rappresenta l'entità del sovrmetalto che si vuole lasciare lungo l'asse prescelto. Per l'asse dei diametri (tipicamente X) deve essere impostato un valore radiale (anche se l'asse è definito diametrale)

Il CNC sommerà algebricamente alle lunghezze L... ed L2... associate all'utensile in tabella i sovrmetalli definiti con l'istruzione <DLN:...> .

Ad esempio:

```
%  
N0 <DLN:Z ;20>  
N10 T1 M6  
N20 X100 Z50  
N30 Z-50  
....
```

Commenti:

Nella N20 e N30 l'utensile (T1) si porta alla quota Z rispettivamente di Z70 e Z-30, che sono il risultato della somma algebrica rispettivamente di 50 + 20 e -50 +20. L'asse X si posiziona alla quota programmata X100, non essendo stato programmato alcun sovrmetalto per tale asse.

Note:

- L'istruzione <DLN:...> può risultare particolarmente utile in abbinamento alla macro di ripetizione: <RPT:...>.
- Mentre l'istruzione <DRA:...> permette la programmazione di più passate di tornitura con **sovrmetalto costante**, l'istruzione <DLN:...> permette la programmazione di più passate di tornitura con **sovrmetalto differenziato**.
- Per annullare l'effetto dell'istruzione <DLN:...> è sufficiente programmare:

<DLN:X ;0 ;Z ;0 >



- Il carattere di inizio programma %, forza a zero i sovrametalli eventualmente introdotti con l'istruzione <DLN: ...>.

6.5 Caricamento Utensili da File

Il CNC dispone di specifiche istruzioni che consentono il caricamento della tabella utensili da file anziché procedere in modo manuale come descritto nel manuale “Norme d’Uso” codice 720P409.

Sono disponibili procedure di caricamento che consentono di:

- Inserire un nuovo Utensile (G797);**
- Aggiornare i Parametri Geometrici dell’Utensile (G798);**
- Aggiornare il commento associato ad un Utensile (G792);**
- Aggiornare i parametri Vita ed Usura dell’Utensile (G799).**
- Aggiornare i parametri generici associabili ad un Utensile (G791).**
- Aggiornare i parametri Tecnologici (Speed e Feed) e parametri geometrici particolari dell’utensile (ad esempio lunghezza ed inclinazione placchetta) (G796).** Tale procedura è utilizzabile esclusivamente allorché l’ambiente di programmazione semplificata CAMTORNI sia stato abilitato.

E’ inoltre possibile:

- Eliminare da Tabella un Utensile (G793)**
- Cambiare posto ad un Utensile (G794)**

Ovviamente le sopra citate procedure sono o meno applicabili in base al tipo di cambio utensile configurato. La sottostante tabella mostra la correlazione esistente tra Procedura e Tipo di cambio utensile:

	C.U. Manuale	C.U. Automatico	C.U.A. con Vita ed Usura
G797	x	x	x
G798	x	x	x
G792	x	x	x
G799			x
G791	x	x	x
G793	x	x	x
G794		x	x



E' altresì chiaro che la stessa procedura può scambiare parametri diversi a seconda del tipo di utensile (per **Fresatura** o **Torneria**) e al **Tipo di Magazzino**.

6.5.1 Come si attivano le Procedure di Caricamento

Una procedura di caricamento, indipendentemente dal numero di blocchi da cui verrà costituita, inizia con l'istruzione **G795** che deve essere programmata in una riga a sé stante. Per quanto invece concerne l'inserimento dei dati di un singolo utensile, all'interno della procedura, questi deve obbligatoriamente iniziare con un **record di tipo a)**, caratterizzato dal comando **G797**.

6.5.2 Come di definiscono i parametri di un Utensile

Per la procedura di tipo a), che definisce le caratteristiche di base dell'utensile, nel programma deve essere inserita, per ciascun utensile, una riga che contiene i seguenti parametri :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell' utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell'utensile	Obbligatorio
<POS=... >	Definisce il posto dell'utensile in magazzino	Obbligatorio se C.U.A.
<FOR=... >	Definisce la forma dell'utensile.	Obbligatorio

Sono previsti i valori:

- <FOR=1> → Fresa sferica
- <FOR=2> → Fresa cilindrica
- <FOR=3> → Fresa Toroidale
- <FOR=4> → Punta a forare
- <FOR=5> → Maschio
- <FOR=6> → Probe
- <FOR=20> → Utensile Romboidale x torneria
- <FOR=21> → Utensile Troncatore x torneria
- <FOR=22> → Utensile Tondo x torneria
- <FOR=23> → Utensile Godronatore x torneria
- <FOR=24> → Utensile Quadro x torneria
- <FOR=25> → Utensile Filettatore x torneria

<SIZ=... >	Definisce la dimensione dell'utensile.	Obbligatorio se C.U.A.
------------	--	------------------------

Sono previsti i valori:

- <SIZ=0> → Utensile "Piccolo"
- <SIZ=1> → Utensile "Medio"



	<SIZ=2> → Utensile “Grande”	
	<SIZ=3> → Utensile “Extra”	
<MCT=... >	Indica se l’utensile e’ Normale o Multitagliente	Obbligatorio se C.U.A.
	<MCT=0> → Utensile Normale	
	<MCT=1> → Utensile Multitagliente	
<TRN=...>	Indica se l’utensile è o meno per torneria	Obbligatorio
	<TRN=0> → Utensile per Fresatura	
	<TRN=1> → Utensile per Torneria	
<QUD=...>	Indica il quadrante dell’utensile (ovvero il suo orientamento). <QUD=n>	Obbligatorio per utensili da Torneria
	dove n è un intero compreso tra 1 ed 8	
G797	Comanda il caricamento in tabella utensili dei parametri sopra descritti	Obbligatorio

Ad esempio il record:

<TPC=2> <TTC=2> <POS=2> <FOR=2> <SIZ=0> <MCT=0> <TRN=0> **G797**

Inserisce l’utensile T2 (una fresa cilindrica) dichiarando che ha posto 2 in magazzino, che occupa un solo posto e che non è multitagliente .

Per la procedura di tipo b) , che definisce le caratteristiche geometriche di base dell’utensile, nel programma deve essere inserita , per ciascun utensile, una riga che contiene i seguenti parametri :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell’ utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell’utensile	Obbligatorio
<LUN=... >	Definisce in mm la lunghezza dell’utensile	Obbligatorio
<LAR=...>	Definisce in mm la Lungh2 dell’utensile	Obbligatorio solo in caso di utensile per Torneria
<RTA=...>	Definisce in mm il raggio del tagliente. Se fresa Sferica RTA=RAD se fresa cilindrica RTA=0	Obbligatorio solo in caso di utensile per Fresa
<RAD=... >	Definisce in mm il raggio dell’utensile	Obbligatorio
G798	Comanda il caricamento in tabella utensili dei parametri sopra descritti	Obbligatorio

Ad esempio il record:

<TPC=3> <TTC=3> <LUN=100.000> <LAR=50.000> <RAD=1.000> **G798**

Inserisce l’utensile T3 (che deve essere stato in precedenza dichiarato per torneria) caratterizzato da Lunghezza 100 mm, Lunghezza2 50 mm e Raggio 1mm.



Per la procedura di tipo c) , che consente di abbinare ad ogni utensile un commento, nel programma deve essere inserita una riga così organizzata :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell' utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell'utensile	Obbligatorio
(commento)	Il campo commento è una stringa alfanumerica di max 30 chrs.	Obbligatorio
G792	Comanda il caricamento in tabella utensili del commento	Obbligatorio

Ad esempio il record:

<TPC=4> <TTC=4> (Utensile sgrossatore) **G792**

Abbina in tabella utensili, all'utensile T4 il commento "Utensile Sgrossatore"

Per la procedura di tipo d) , che consente di definire tutti i parametri dell'Utensile associati alla gestione della Vite ed Usura, nel programma deve essere inserita una riga così organizzata :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell' utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell'utensile	Obbligatorio
<ATL=... >	Definisce, in sec., la vita prevista dell'utensile	Obbligatorio
<WTL=... >	Definisce il tempo, in sec. , allo scadere del quale il CNC avvisa l'operatore che l'utensile sta per morire (Warning di fine vita).	Facoltativo
<MXL=... >	Definisce la massima usura in Lunghezza che può essere accettata dall'utensile. E' espressa in mm.	Obbligatorio
<MXS=...>	Definisce la massima usura in Lunghezza2 che può essere accettata dall'utensile. E' espressa in mm.	Obbligatorio solo però per utensili di Torneria
<MXR=... >	Definisce la massima usura in Raggio che può essere accettata dall'utensile. Espressa in mm	Obbligatorio
<MXP=... >	Definisce la massima usura prima volta espressa in mm.	Facoltativo
<MXU=... >	Definisce la massima usura unitaria espressa in mm.	Facoltativo
G799	Comanda il caricamento in tabella utensili dei parametri sopra descritti	Obbligatorio

Si ricorda che il comando **G799** (e gli annessi parametri) è significativo esclusivamente in presenza di **Cambio Utensile Automatico** con opzione "Vita ed Usura" abilitata.

Ad esempio il record:

<TPC=16> <TTC=16> <ATL=10000> <WTL=9900> <MXL=0.012> <MXS=0.013>
<MXR=0.011> <MXP=0.016> <MXU=0.014> **G799**



Associa all'utensile T16 (che dovrà essere stato definito di Tornitura):

- Una vita prevista di 10000 sec,
- Una soglia di warning di 100 sec (che significa che dopo 9900 sec di lavoro scatterà warning di fine vita),
- Una massima usura su Lunghezza, Lunghezza2 e Raggio rispettivamente di 0.012 0.013 e 0.011 mm,
- Una massima Usura Prima volta di 0.016 mm e
- Una massima Usura Unitari di 0.014 mm.

Per la procedura di tipo e , che consente di abbinare all'utensile una serie di parametri generici il cui significato dipenderà dall'applicazione, nel programma deve essere inserita una riga così organizzata :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell' utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell'utensile	Obbligatorio
<PGA=... >	Parametro General Purpose di tipo Floating	Facoltativo
<PGB=... >	Parametro General Purpose di tipo Floating	Facoltativo
<%%PGC=... >	Parametro General Purpose di tipo Intero	Facoltativo
<%%PGD=...>	Parametro General Purpose di tipo Intero	Facoltativo
G791	Comanda il caricamento in tabella utensili dei parametri sopra descritti	Obbligatorio

La procedura di aggiornamento innescata con il comando **G791** ha senso esclusivamente qualora si intenda dare un significato a qualcuno dei suoi 4 parametri.

Si ricorda che l'accesso a **PGA**, **PGB**, **%%PGC** e **%%PGD** è possibile con apposite funzioni anche da PLC (per maggiori dettagli sull'argomento fare riferimento al manuale di Applicazione codice **720P397**).

Un esempio potrebbe essere il record:

```
<TPC=12> <TTC=12> <PGA=100.042> <PGB=99.004> <%%PGC=12300>
<%%PGD=23450> G791
```

Per la procedura di tipo f , che consente di abbinare all'utensile una serie di parametri generici di tipo tecnologico e geometrico particolare, nel programma deve essere inserita una riga così organizzata :

<TPC=... >	Definisce il codice fisico dell' utensile	Obbligatorio
<TTC=...>	Definisce il codice logico dell'utensile	Obbligatorio
<FOR=... >	Definisce la forma dell'utensile utilizzando la	Obbligatorio



	stessa codifica già descritta per il comando G797 (Vedi)	
<LUP=... >	Definisce la lunghezza dell'inserto Espressa in mm.	Dipende dalla forma dell'utensile
<APA=...>	Definisce l'angolo dell'inserto esprimendolo in gradi	Dipende dalla forma dell'utensile
< APB=...>	Definisce l'inclinazione dell'inserto esprimendola in gradi	Dipende dalla forma dell'utensile
<LAU=...>	Definisce la larghezza dell'utensile esprimendola in mm	Dipende dalla forma dell'utensile
<LUU=...>	Definisce l'altezza dell'utensile esprimendola in mm	Dipende dalla forma dell'utensile
<PSU=...>	Definisce il passo del maschio	Valido solo per Maschio
<SPU=... >	Speed di lavoro consigliata per l'utensile. Espressa in mm/giro	Dipende dalla forma dell'utensile
<FEU=...>	Feed di lavoro consigliata per l'utensile. Espressa in m/min	Dipende dalla forma dell'utensile
G796	Comanda il caricamento in tabella utensili dei parametri sopra descritti	Obbligatorio

La procedura di aggiornamento innescata con il comando **G796** è significativa solo in caso l'opzione "**Programmazione Semplificata**" (**CAMTORNI**) sia stata abilitata.

La sottostante Tabella riporta gli abbinamenti leciti tra Parametri inizializzabili e forme Utensile:

	LUP	APA	APB	LUU	LAU	PSU	SPU	FEU
Ut. Romboidale	x	x	x				x	x
Ut. Tondo							x	x
Probe				x				
Ut. Filettatore								x
Ut. Godronatore				x	x		x	x
Ut. Troncatore				x	x		x	x
Ut. Quadro	x						x	x
Fresa Sferica				x			x	x
Fresa Cilindrica				x			x	x
Fresa Torica				x			x	x
Punta				x			x	x
Maschio				x		x		x



Esempio di sottoprogramma che attua il caricamento dei dati di un utensile:

```
G795
<TPC=11> <TTC=11> <POS=11> <FOR=3> <SIZ=0> <TRN=0> <MCT=0> G797
<TPC=11> <TTC=11> <LUN=100.000> <LAR=50> <RAD=4.000> G798
<TPC=11> <TTC=11> (Utensile sferico diametro 4 mm )G792
<TPC=11> <TTC=11> <PGA=10.001> <PGB=0.999> <%%PGC=10923> G791
<TPC=11> <TTC=11><FOR=1><SPU=0.800><FEU=180.000> G796
<TPC=11><TTC=11><MXL=1.000><MXR=1.000><MXS=1.000><ATL=6000> WTL=5900>G799
<RET>
```

Commenti:

T11 è un utensile Tondo di raggio 4 mm .

La vita ed usura sono abilitate. La vita presunta è di 6000 secondi l’warning deve essere dato a 100 secondi prima della fine vita. Per l’utilizzo con **CAMTORN** è stata specificata una Feed di 180 m /min e una Speed di 0,8 mm/giro. Il comando **G799** è stato inserito esclusivamente per rendere l’esempio “completo”.

6.6 Gestione Utensili a Terra

Nella gestione dei cambi utensili automatici è possibile definire anche utensili fuori magazzino, nel seguito denominati “**Utensili a Terra**”.

Questa peculiarità del Tool Controller implementato sui **CNC ECS** torna particolarmente utile su quelle Macchine Utensili con Magazzino Utensili limitato (tipicamente a rastrelliera), oppure per realizzare dei magazzini secondari gestiti da PLC.

Occorre precisare che un **Utensile a Terra** viene gestito con tutte le stesse peculiarità di un utensile di magazzino ovvero:

- Può essere preettato
- Se ne può gestire Vita ed Usura
- Può essere caricato in tabella da file
- Se ne può modificare il posto
- Se ne può definire la dimensione

Note:

- Un **Utensile a Terra** è caratterizzato **dall’aver** un posto fittizio pari a 7000.

L’inserimento di un **Utensile a Terra** da File può avvenire secondo due distinte modalità:

1) Attribuendo alla sua dimensione un offset di 10 .

```
<SIZ= Codice Size standard + 10 >
```

2) Definendone il posto come 7000

```
<POS=7000>
```



Ad esempio, per definire un **Utensile a Terra** caratterizzato da **codice 4**, **dimensione piccola** e **forma Romboidale** è possibile impostare i seguenti record:

<TPC=4> <SIZ=10> <FOR=20> G797 Con riferimento alla modalità 1)
<TPC=4> <SIZ=1> <FOR=20> <POS=7000> G797 Con riferimento alla modalità 2)

6.7 Cambio di Posto di un Utensile

Da File è anche possibile, con una specifica procedura, cambiare di posto ad un utensile in tabella.

La procedura prevede:

- L'emissione della funzione **G795** avente finalità di resettare i parametri di input.
- la scrittura di un blocco contenente rispettivamente:

Le istruzioni <TTC=...> e <TPC=...> per definire il codice dell'utensile

L'istruzione <POS=...> per definire il nuovo posto dove si intende inserire l'utensile

La funzione **G794** che attua l'aggiornamento della tabella

Esempi di programmazione :

G795
<TPC=10> <TTC=10> <POS=5> G794
{ Si vuole inserire l'utensile 10, definito come utensile a terra; nel posto 5 di magazzino }
<TPC=20> <TTC=20> <POS=7000> G794
{ Si vuole togliere l'utensile 20 dal magazzino e metterlo "a terra" }

Note sulla funzione G794

- La funzione **G794** consente le seguenti operazioni:
 - a) Cambiare il posto ad un utensile di magazzino inserendolo come utensile a terra.
 - b) Cambiare posto ad un utensile a terra inserendolo in magazzino.
- La funzione **G794** verifica che:
 - a) Il cambio utensile sia automatico e non sia escluso.
 - b) Il posto indicato non sia riservato ad un utensile fuori magazzino (montato su mandrino, in posizione intermedia o di carico scarico) od occupato da un altro utensile.
 - c) L'utensile sia presente in tabella e disponibile.
 - d) L'utensile sia in magazzino o a terra.
 - e) L'utensile non sia definito multitagliente.
 - f) Non siano definite famiglie.
 - g) Il posto indicato sia nel range dei posti di magazzino oppure uguale a 7000 (utensile a terra)
 - h) La dimensione dell'utensile sia adeguata al posto richiesto.
 - i) Se esiste un utensile nel posto indicato, questi non sia un multitagliente.

Altrimenti viene segnalato allarme.



6.8 Cancellazione di un Utensile

Tramite la funzione **G793** è possibile:

- Cancellare in Tabella Utensili l'utensile **Txx**
- Cancellare in Tabella Utensili il correttore **Dxx**

La procedura prevede:

- La programmazione , nel blocco precedente la prima **G793** di una funzione **G795** avente finalità di resettare i parametri di input

- Nel blocco contenente la **G793** l'utensile può essere definito in uno dei seguenti modi:

1) Indicandone il Posto → **<POS=...> G793**

In tal caso sono cancellati tutti gli utensili abbinati a tale posto. Tale modalità è valida solo nel caso di Cambio Utensile automatico.

2) Indicandone il Codice Tipologico (**T** o **TTC**) → **<TTC=...> G793**

In questo caso vengono cancellati tutti gli utensili che hanno lo stesso codice , oppure il solo correttore . Attenzione !! Se il codice è riferito a un multitagliente vengono cancellati tutti i taglienti anche se hanno codice diverso. Se il codice è riferito ad una famiglia vengono cancellati tutti gli utensili associati alla famiglia (essi hanno infatti stesso codice **TTC**)

3) Indicandone il Codice Fisico (**TPC**) → **<TPC=...> G793**

In questo caso vengono cancellati tutti gli utensili che hanno lo stesso codice , oppure il solo correttore. Questa modalità è la sola utilizzabile qualora si desideri cancellare un solo utensile di una famiglia. Si ricorda infatti che una famiglia è composta da utensili che hanno lo stesso codice **TTC** e diverso codice fisico **TPC**.

La **G793** verifica che :

- I parametri siano congruenti con il tipo di Cambio Utensile
- L'utensile che si intende cancellare non sia montato sul mandrino o nel posto intermedio o in posizione di carico e scarico.

Altrimenti sarà emesso un allarme specifico.

Esempio:

Supponiamo di avere la seguente situazione:

- Famiglia T1 composta da 3 utensili (TPC=1,11,111).
- Correttore D10.
- Utensile T20 nel posto 5 di magazzino.
- Utensile multitagliente TPC=5 (TTC/T=5,15,25).

E si desideri :

- Cancellare il correttore D10.
- Cancellare l'Utensile T20.



- Cancellare un solo utensile T1
- Cancellare l'utensile multitagliente TPC=5.

Il **Sottoprogramma** che consente tutto ciò è il seguente:

G795	{ Resetta parametri di Input }
<TTC=10> G793	{ Cancella correttore D10 }
<POS=5> G793	{ Cancella Utensile T20 }
<TTC=1> <TPC=111> G793	{ Cancella l'utensile T1 con codice TPC=111 }
<TTC=5> G793	{ Cancella Utensile multitagliente }
<RET>	

6.9 Esclusione del Cambio Utensili Automatico

Nel caso il cambio utensili automatico sia in avaria è possibile escluderlo tramite la seguente istruzione:

G309 { esclusione del cambio automatico dell'utensile }

Nell'occorrenza di doverlo ripristinare, si utilizzerà invece l'istruzione:

G308 { ripristina il cambio automatico dell'utensile }

Le istruzioni **G308** e **G309** sono **supermodali**, cioè il loro effetto permane anche spegnendo e riaccendendo il CNC.

Tale funzioni possono essere molto utili anche per semplificare la procedura di “**preset**” di un Cambio Utensile Automatico.

Prerequisiti :

Il magazzino sia facilmente accessibile (ad esempio una rastrelliera aperta)

Sia previsto un comando fisico per il blocco / sblocco utensile.

In tal caso si suggerisce la seguente manovra:

- a) Si ponga il CNC in Manuale [**MDI**]
- b) Si scarichi il mandrino impostando un **T0 M6**
- c) Si escluda il cambio utensile automatico con **G309** e si definisca e si attivi la compensazione in lunghezza ,ad esempio con **G16XYZ+**
- d) Si comandi il caricamento dell'utensile x con **Tx M6**
- e) Si monti fisicamente l'utensile a mano.
- f) Si operi il Preset utensile portando in **JOG** la punta utensile sul riferimento noto e utilizzando l'apposita scelta del menu “**UTENSILI**”
- g) Si ripeta le operazioni descritte in d), e) ed f) tante volte quanti sono gli utensili da presetare.
- h) Si scarichi il Mandrino con **T0 M6**.
- i) Si riabiliti il cambio utensile Automatico con **G308**.



6.10 Procedura di Rifasamento del Cambio Utensili

La procedura di rifasamento viene utilizzata nel caso che la situazione meccanica non corrisponda a quella riportata dal CNC.

Il rifasamento può essere effettuato nel seguente modo:

Smontare l'utensile sul mandrino se presente.

Smontare l'utensile in posizione intermedia di cambio utensile se presente.

Smontare l'utensile in posizione intermedia di carico/scarico se presente.

Eeguire in modo [MDI] l'istruzione <ZTL>, che azzerà gli utensili fuori magazzino. Se si possiede la procedura di carico/scarico automatico, caricare nuovamente gli utensili smontati fuori magazzino, altrimenti occorre cancellarli e poi reinserirli.

6.11 Specularità da Programma

Si intende per specularità la capacità del CNC di ottenere automaticamente, da un dato Part-Program la figura di mano opposta. La FIG. 6-4 illustra un caso del genere, in cui in un dato Part-Program si è programmato il pezzo P, che giace nel primo quadrante del piano cartesiano. Tramite apposita istruzione è possibile ottenere i pezzi P1, P3 e P2 rispettivamente speculari in X, Z, ed in XZ.

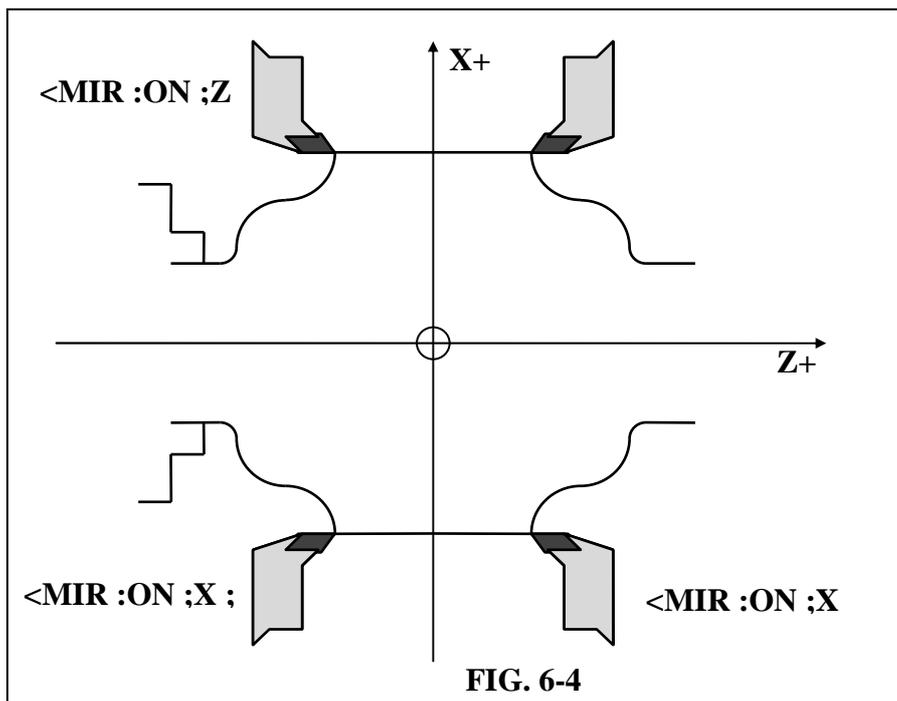
L'istruzione per attivare la specularità è :

<MIR:ON; sigla asse; sigla asse;...>

mentre l'istruzione per disattivare la specularità è:

<MIR:OFF;sigla asse;sigla asse;...>

in particolare l'istruzione: <MIR:OFF> disattiva la specularità su tutti gli assi.





Esempio:

```
%  
N0  
N10T1 M06  
...  
N50 <MIR:ON;X>      {Attiva la specularità su X}  
...  
N100 <MIR: ON;Z>    {Attiva la specularità su Z; su X è ancora attiva}  
N150 <MIR:OFF;X>   {Annulla la specularità su X; su Z rimane attivo}  
...  
N200 <MIR:OFF>     {Annulla la specularità su tutti gli assi}
```

Osservazioni

L'istruzione <MIR:...> abbinata alla macro di ripetizione <RPT...>, permette la ripetizione di una parte di programma con la Specularità.

Con Specularità attiva Il CNC inverte automaticamente le istruzioni **G2** in **G3** (e viceversa), e le istruzioni **G41** in **G42** (e viceversa) incontrate nel programma. Il carattere "%" annulla la Specularità eventualmente inserita.



6.11.1 Esempio di Programmazione

Si consideri il particolare di **FIG.6-5** del quale prendiamo in esame le passate di semifinitura e finitura.

Si useranno:

- * l'utensile T1 montato sulla torretta positiva TR+ per la passata di semifinitura
- * l'utensile T5 montato sulla torretta negativa TR- per la passata di finitura.

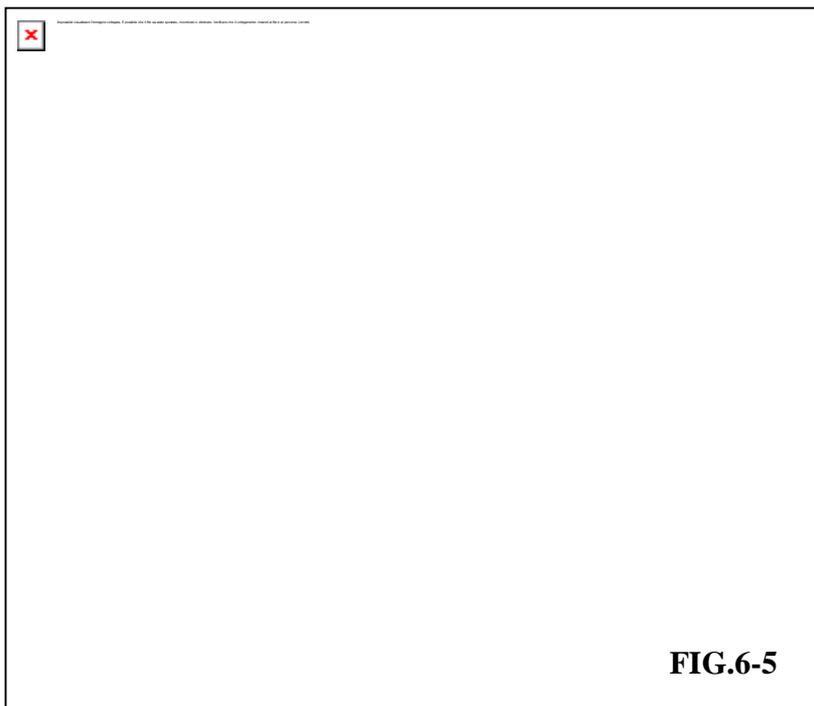


FIG.6-5

Il programma diventa:

```
%
N0 G92 S2000
N10 T1 M06
N12 G96 S150 M43 F0.8 M03 <DRA:2>
N15 M08
N20 G00 X0 Z230
N30 G01 G42 X0 Z220
N40 X80
N50 X100 Z210
N60 Z170
N70 X140
N80 G03 X160 Z160 I140 K160
N90 G02 X160 Z140 I160 K150
N100 G01 X160 Z120
N110 X260
N120 G03 X320 Z90 I260 K90
N130 G01 X280 Z30
N140 Z0
N150 G00 G40 X400 M09
N160 Z360
N170 T5 M06
N180 <MIR:ON;X> G54.02
N190 M07
N195 M04 M42 F0.35 <DRA:0.8>
N200 <RPT:N20; N160>
N210 <DRA:0> S200 F0.25
N220<RPT:N20;N160>
N230 <MIR: OFF>
N240 M05
N250 M02
```



Commenti

N0	Impostazione della velocità di sicurezza a 2000giri/min.
N10	Cambio utensile, impostazione velocità di taglio costante (G96) e sovrametallo 2mm.
N30	Attacco in contomatura, da notare che è stata programmata G42 (tomio con G2 antioraria).
N40-N140	Programmazione del profilo, verrà lasciato un sovrametallo costante di 2mm per effetto dell'istruzione < DRA... >.
N150	Disimpegno con annullamento della compensazione vettoriale.
N170	Cambio utensile, viene montato l'utensile T5 che si trova sulla torretta negativa.
N180	Impostazione della specularità sull'asse X e attivazione origine G54.02 per tener conto della Torretta negativa.
N190-N195	Impostazione dei nuovi parametri di taglio e sovrametallo 0.8mm per la semifinitura.
N200	Ripetizione del profilo per la passata di semifinitura mediante l'istruzione < RPT:... >.
N210	Cancellazione del sovrametallo ed impostazione dei parametri di taglio per la passata di finitura.
N220	Ripetizione del profilo mediante l'istruzione < RPT:... >.
N230	Cancellazione della specularità.



Note:

CAPITOLO 7

7. Contornatura tramite Istruzioni ISO e modalità di Contornatura

Si intende per **Contornatura** la possibilità del CNC di muovere gli assi lungo profili costituiti da segmenti di rette e/o da archi di cerchio. Le lavorazioni di Contornatura corrispondono quindi sempre a **Interpolazione** di profili rettilinei o circolari. In generale:

L'**Interpolazione Lineare** è definibile contemporaneamente su tutti gli assi CNC.

L'**Interpolazione Circolare** è definibile solo per gli assi giacenti nel **Piano di Contornatura**.

7.1 Definizione del Piano di Contornatura

Prima di iniziare una lavorazione di contornatura è necessario definire il piano su cui giace il profilo da lavorare (vedi **FIG.7-1**); ciò viene reso operativo mediante le seguenti istruzioni modali:

- G17** Piano di contornatura **DIR1 - DIR2** (tipicamente ascissa **X** ordinata **Y**)
- G18** Piano di contornatura **DIR3 - DIR1** (tipicamente ascissa **Z** ordinata **X**)
- G19** Piano di contornatura **DIR2 - DIR3** (tipicamente ascissa **Y** ordinata **Z**)

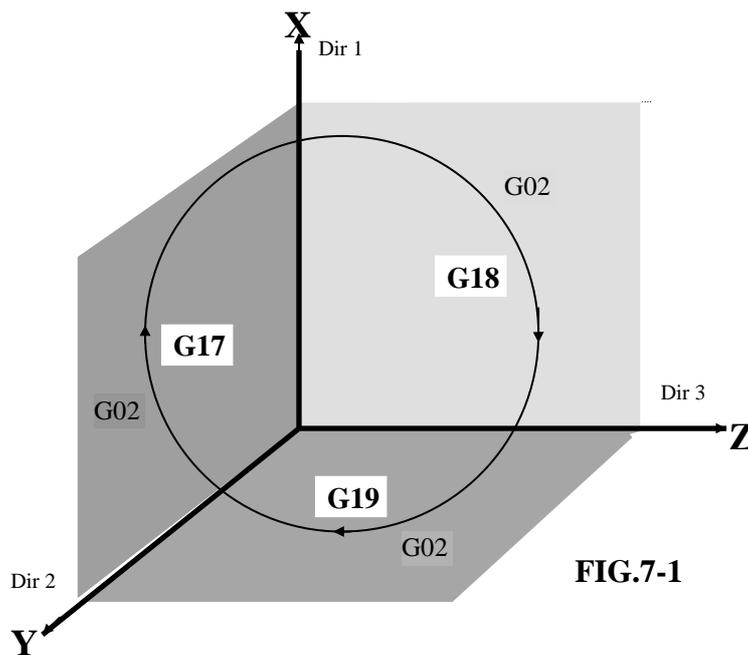


FIG.7-1



Ognuna di queste istruzioni identifica su quale coppia di assi della M.U. (tipicamente scelti nella terna **X, Z, Y**) si vogliono eseguire archi di cerchio **G02** o **G03** e/o si vuole compensare il raggio dell'utensile.

In alternativa alle istruzioni sopracitate può essere utilizzata un'istruzione più generale che permette di selezionare liberamente un piano formato da qualsiasi coppia di assi CNC, appartenenti a **direzioni** diverse.

7.1.1 Scelta libera del Piano di Contornatura (G16 ...)

Formati:

- 1) **G16** primo asse secondo asse terzo asse +/-
- 2) **<G16: primo asse; secondo asse>**

dove:

primo asse e **secondo asse** identificano gli assi del **piano di contornatura**.

Nel formato 1) possono essere espressi esclusivamente come sigla Asse, nel formato 2) anche come numero d'ordine.

Qualunque sia la sequenza di definizione degli assi, il CNC considera i vari piani di contornatura nell'abbinamento delle direzioni valide per la terna destrorsa di **FIG.7-1** (vedi quanto esposto a proposito di **G17, G18** e **G19**).

terzo asse +/- viene definito solo per compatibilità con le norme ISO dell'istruzione G16, è comunque inutilizzata dai **CNC 1802 / 4802**

ad esempio:

G16XCZ+ significa:

Piano di contornatura formato dagli assi **X, C**

7.2 Istruzioni di Contornatura Convenzionale

Con il termine **Contornatura Convenzionale** si intende un profilo definito tramite istruzioni **G01, G02** o **G03** in cui vengono sempre programmate le coordinate cartesiane del punto finale, rispettivamente della retta o dell'arco di cerchio descritti.

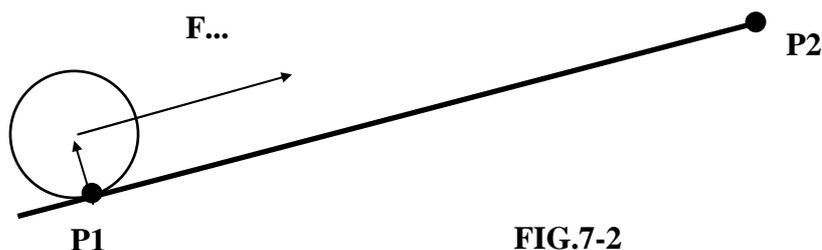
7.2.1 Definizione di una retta mediante coordinate Cartesiane

Una retta è in questo caso definita programmando ambedue le coordinate del punto finale mediante l'istruzione **G01, per interpolazione lineare in lavoro**, oppure **G00, per movimento in Rapido**.

Il punto iniziale di una retta corrisponde al punto finale raggiunto nell'operazione precedente (vedi FIG.7-2).

Esempio:

G00 X... Z... (P1)
G01 X... Z... (P2)



Quindi:

G00 Interp. Lineare Rapida

G00 é un'istruzione modale e può essere espressa anche in forma contratta come **G0**.

G01 Interpolazione Lineare a Velocità di Lavoro (programmata tramite funzione F..)

Anche **G01** é un'istruzione modale esprimibile, in forma contratta come **G1**

Nota:

La quota finale può essere espressa anche in modo incrementale utilizzando il prefisso **D..** davanti alla sigla dell'asse (per maggior dettagli vedere **Paragrafo 3.1.3**).

Ad esempio sono leciti i seguenti formalismi:

G00 DX.. Z.. oppure **G00 X.. DZ** oppure **G00 DX.. DZ..**

G01 DX.. Z.. oppure **G01 X.. DZ** oppure **G01 DX.. DZ..**

7.2.2 Definizione di un Arco di Cerchio mediante Coordinate Cartesiane

Un arco di cerchio è definito programmandone il verso di percorrenza con **G02** o **G03** e le coordinate del centro e del punto finale.

La sintassi é quindi:

G02/G03 I.. K... X... Z... (assumendo **XZ** come piano di contornatura)

dove:

G02 = Interpolazione Circolare Oraria

G03 = Interpolazione Circolare Antioraria

G02 e **G03** sono modali e possono essere espresse in forma contratta rispettivamente come **G2** e **G3**

I ... rappresenta la coordinata del centro lungo l'asse di Direzione 1 (tipicamente X)

K ... rappresenta la coordinata del centro lungo l'asse di Direzione 3 (tipicamente Z)

Qualora il piano di contornatura fosse **XC** o **ZC** la coordinata del centro lungo l'asse di **Direzione 2** assumerebbe l'identificativo **J**

Esempio:

XP1... ZP1....

G02 I... K.... XP2... ZP2.....

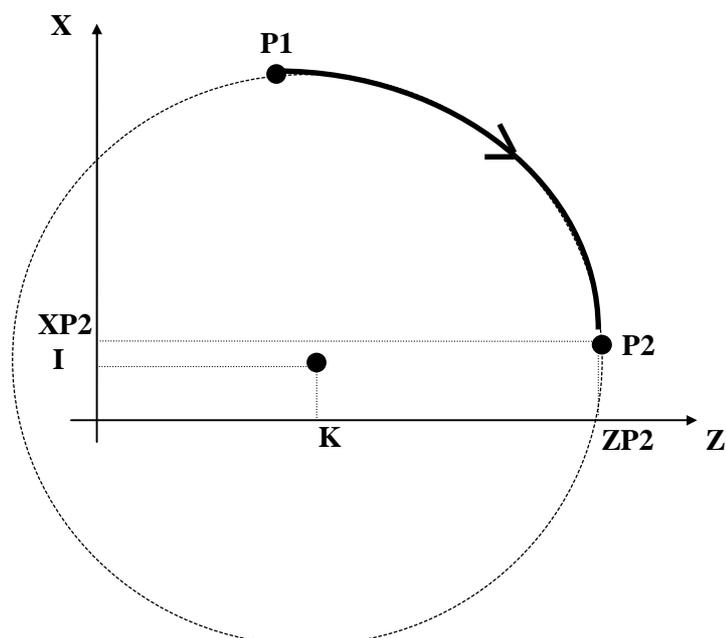


FIG.7-3

Note:

- Se al posto di **G03** si fosse programmato **G02** si sarebbe ottenuto l'arco complementare di 360° raffigurato in tratteggio in **FIG.7-3**.

- Qualora il punto finale di un cerchio coincida con il suo punto iniziale viene eseguito un cerchio intero (360°). A tal fine esiste una taratura nel file di configurazione **GEN.TAR** che permette di decidere quando 2 punti di un cerchio siano da considerare coincidenti. Tramite il parametro **SGLG** si imposta infatti una soglia in micron (per default pari a 50) al di sotto della quale i punti iniziale e finale e si considerano coincidenti ed il CNC esegue il cerchio intero.

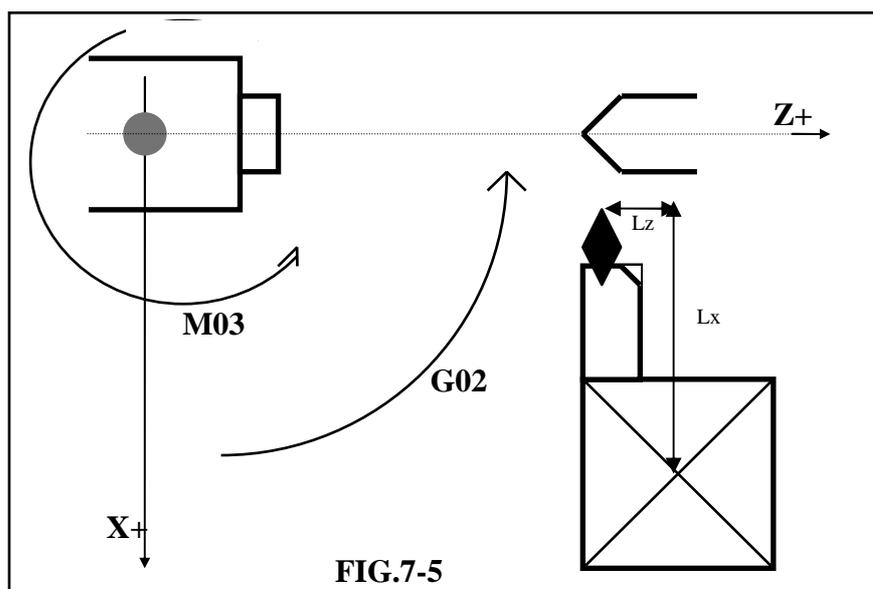
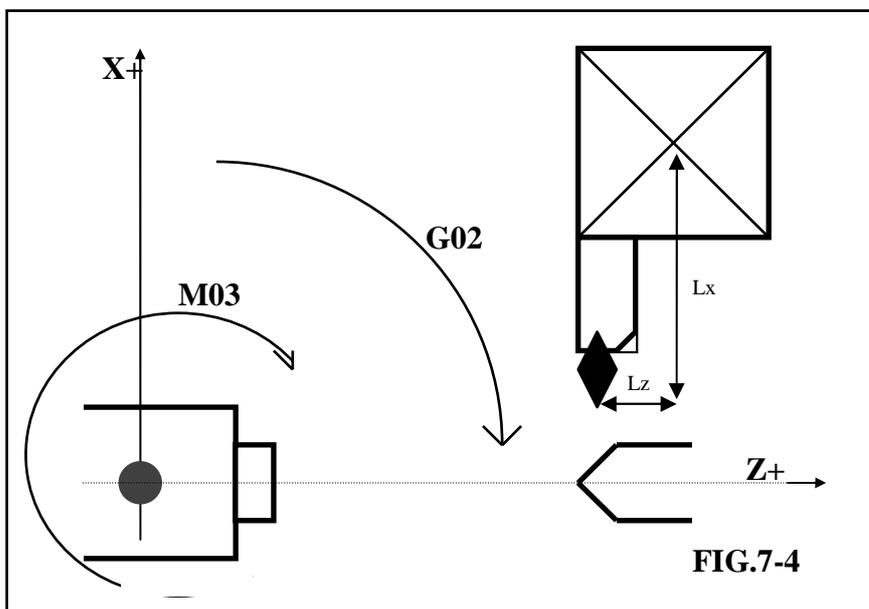
- Le coordinate del centro del cerchio (**I, J, K**) sono di default espresse in forma assoluta rispetto l'origine attiva, è tuttavia possibile, tramite un'apposita taratura (Campo "**PINT**" in **GEN.TAR**), configurare il controllo in modo da farle interpretare:

- Sempre assolute;
- Sempre incrementali;
- Condizionate dalla programmazione di **G90 / G91** (in altri termini assolute se attiva la **G90**, incrementali se attiva la **G91**).

È comunque importante osservare che, se si è optato per impostare le coordinate del centro in modo incrementale non sarà più possibile la programmazione mediante linguaggio GAP.

7.2.3 Interpolazione Circolare nei vari tipi di Torni

G02 e **G03** hanno il significato di interpolazione circolare **oraria** ed **antioraria** solo nei torni con gli assi configurati come in **FIG.7-4**. Con gli assi configurati come in **FIG.7-5** il significato di **G02** e **G03** è esattamente opposto.





Per avviare a potenziali malintesi, invece di parlare di senso orario od antiorario è meglio usare la seguente definizione :

***Il verso G02 corrisponde a quel senso di rotazione che permette di passare dal semiasse X+ al semiasse Z+, percorrendo un angolo di 90°.**

Si noti inoltre, che nei torni in cui **G02** ha significato di verso orario (**FIG.7-4**) anche **M03** ha significato di rotazione mandrino oraria, mentre nei torni in cui **G02** ha significato di verso antiorario anche **M03** assume lo stesso significato nella rotazione del mandrino.

7.3 Modalità di Contornatura

Durante operazioni di contornatura il **CNC** gestisce un sofisticato sistema di controllo delle accelerazioni di profilo in modo da **rispettare la geometria programmata** con le istruzioni **G01, G02** e **G03**.

Questo sistema di "Look Ahead" (guarda in avanti) permette di prevedere in anticipo le asperità di un profilo e di **adattare automaticamente la velocità F... programmata** in modo da rispettare la geometria del pezzo programmato.

In realtà il **CNC** dispone di 3 differenti modalità di contornatura selezionabili in base alla lavorazione da attuare direttamente da Part Program tramite le seguenti Istruzioni **G..** :

- **G60** "Posizionamento e Lavorazione Precisa"
- **G64** "Posizionamento Rapido e Lavorazione Veloce"
- **G66** "Posizionamento Preciso e Lavorazione Veloce"

Si ricorda che la modalità di contornatura può essere modificata , con le funzioni in oggetto, direttamente durante l'esecuzione del profilo.

Per dettagli sulle tarature inerenti le modalità, qui solo funzionalmente descritte, si rimanda alla lettura del "**Manuale Tarature codice 720P385**"

7.3.1 Modalità G60 (Posizionamento e Lavorazione Precisa)

L'interpolazione **G60** è consigliabile laddove si desideri eseguire il profilo con accuratezza ma non esistono grossi vincoli di velocità.

Se infatti l'angolo compreso tra due tratti contigui di profilo è superiore ai 30° (valore comunque modificabile in taratura), gli assi si arresteranno. Il **CNC** controlla inoltre che la posizione comandata venga raggiunta con la tolleranza prescritta e gli assi coinvolti vi permangano per il tempo preimpostato.



7.3.2 Modalità G64 (Posizionamento Rapido e Lavorazione Veloce)

Impostando questa modalità il CNC continua a controllare che non si superi, per ciascun asse, l'accelerazione caratterizzata (rimane infatti operativo “**il controllo automatico della velocità sul profilo**”). Gli assi si arrestano, però solo in caso di variazioni di profilo consistenti (la taratura di default lo prevede per un angolo di 90°).

Altra caratteristica importante della modalità **G64** è poi che non è gestito il concetto di entrata in soglia e tanto meno quello di permanenza in soglia

La **G64** è dunque una modalità da utilizzare qualora l'obiettivo sia **il mantenere un'elevata velocità sul profilo senza però curarsi eccessivamente della precisione con cui viene eseguito**.

Il profilo deve inoltre essere di tipo raccordato in quanto la presenza di angoli, in particolare con accelerazioni impostate elevate, può generare, con questa modalità attiva, overshoot.

La maggior prontezza di **posizionamento rende la G64 consigliabile anche in tutte quelle lavorazioni che utilizzano molto i cicli fissi in particolare su asse C.**

In questo caso infatti l'avanzamento dell'utensile può essere attivato in anticipo e coprire l'assestamento del movimento di posizionamento ottimizzando quindi il tempo complessivo della lavorazione.

7.3.3 Modalità G66 (Posizionamento Preciso e Lavorazione Veloce)

Questa modalità, impostata nel CNC come modalità di default, è stata concepita per permettere alte velocità di esecuzioni del profilo garantendo al contempo una esecuzione abbastanza precisa e il rispetto del raggiungimento delle posizioni programmate.

Nella **G66** è gestito il concetto di entrata in soglia e permanenza in soglia

La **G66** è dunque una modalità da utilizzare qualora l'obiettivo sia il mantenere un'elevata velocità sul profilo raggiungendo un buon compromesso con la precisione con cui viene eseguito. Il profilo può anche essere non raccordato in quanto è possibile gestire con precisione anche angoli vivi.

7.3.4 Modalità G67 (Profile Smoothing)

Premessa:

La modalità qui descritta è stata sviluppata essenzialmente per l'utilizzo su apparati **Fresa**. E' stata qui riportata considerando che comunque essa potrebbe trovare utilizzo anche in applicazioni di **Tornitura**.

La modalità operativa **G67** consente infatti di mantenere velocità di lavorazione elevate, garantendo al contempo un buon livello di finitura, su profili programmati per punti (come ad esempio quelli generati da **CAD**).

Il profilo programmato è reso più fluido essenzialmente attraverso le seguenti operazioni:

- Introduzioni di raccordi automatici tra elementi lineari contigui garantendo un errore sul profilo inferiore ad una soglia programmata.
- Riduzione automatica della Feed, nell'eseguire il raccordo introdotto, in modo da garantire un numero minimo di punti nella sua esecuzione.
- Eliminazione dal profilo di tratti rettilinei di lunghezza inferiore ad una soglia programmata.

L'inserimento di raccordi tra tratti lineari contigui può inoltre essere condizionata dall'angolo tra essi sotteso. In altri termini la **G67** può quindi essere intesa come un Post Processor che opera direttamente on line sul profilo programmato. Profilo che, una volta "rigenerato" verrà quindi eseguito nel completo rispetto delle modalità di controllo del moto (**G60**, **G64** o **G66**) precedentemente impostate.

La **FIG. 7-6** aiuta a comprendere l'effetto della **G67** su due tratti lineari contigui genericamente orientati nel piano ZX

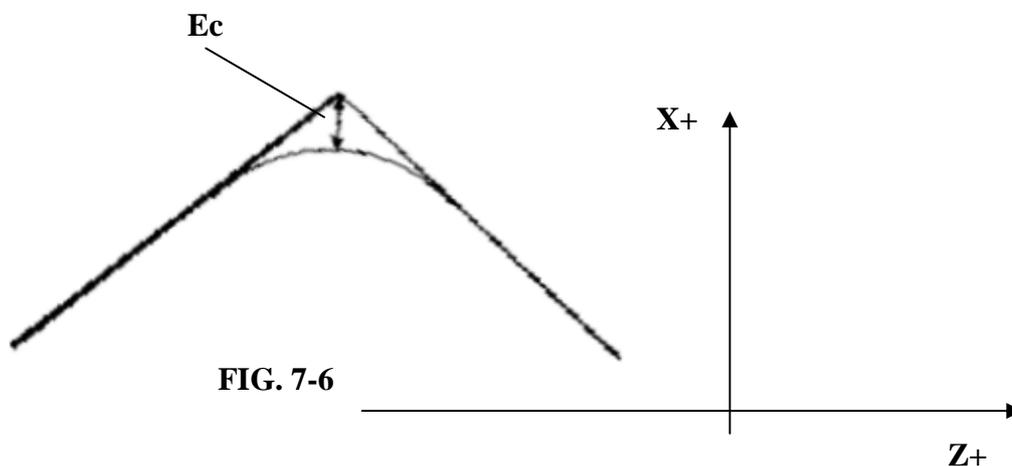


FIG. 7-6

L'introduzione di un raccordo, può, in alcuni casi, modificando il profilo entro una certa tolleranza, garantire il mantenimento della Feed costante. Si osservino le **FIG. 7-7** e **7-8** nelle quali è riportato in modo del tutto qualitativo un possibile andamento della Feed sul profilo in presenza di spigoli. Con l'introduzione del raccordo automatico è possibile, a patto di non superare le accelerazioni massime e i vincoli sul minimo numero di punti scelto per descrivere l'arco, ottenere una Feed costante lungo tutto il percorso (**FIG. 7-8**).

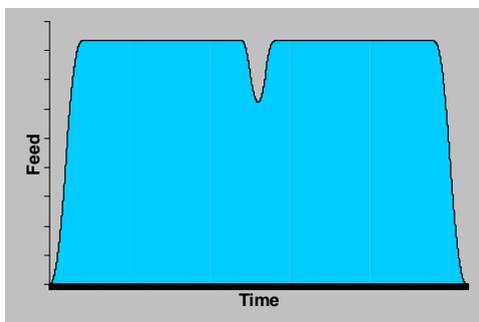


FIG. 7-7 Profilo Feed in presenza di spigoli senza

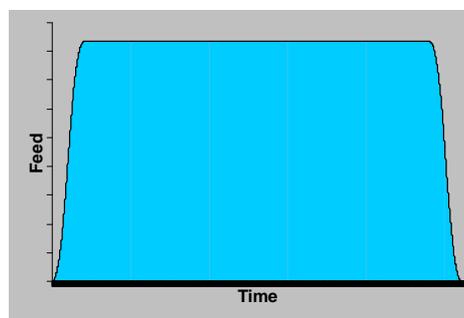


FIG. 7-8 Profilo Feed in presenza di spigoli raccordati

Per quanto riguarda l'eliminazione dei tratti rettilinei di lunghezza inferiore ad una certa soglia programmabile, la **G67** si comporta qualitativamente come riportato in **FIG.7-9**.

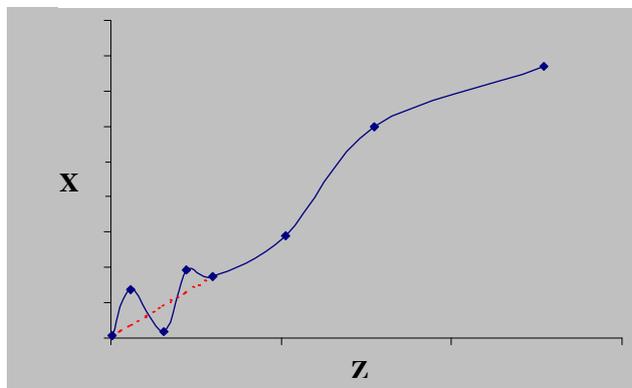


FIG. 7-9
G67 -Eliminazione di tratti
rettilinei

7.3.4.1 Attivazione e disattivazione della modalità:

La modalità **G67** si attiva in due fasi: nella prima si devono impostare i parametri mentre nella seconda avviene l'attivazione vera e propria.

La prima fase si realizza mediante una istruzione **LIP** con la seguente sintassi:

<G67: Eps; Dist; Amin; Amax; Npoint; Ax1; Ax2>

dove i parametri assumono il seguente significato:

- | | |
|------------------|--|
| Eps | Errore max. ammesso sul profilo espresso in [mm]. Default 0,03. |
| Dist | Distanza minima di un tratto per attivare l'eliminazione automatica (0=controllo disabilitato). |
| Amin,Amax | Angoli minimo e massimo (espressi in gradi) entro i quali è applicata la modalità G67 (Amin>=1 Amax<=179). Default Amin=3, Amax=60. |
| Npoint | Numero minimo di punti per descrivere un raccordo. Ponendo Npoint=0 il controllo è disabilitato. In questo caso la Feed non viene limitata per garantire la generazione da parte dell'interpolatore di un numero minimo di punti. La Feed è limitata solo in caso di superamento della velocità periferica corrispondente alla minima accelerazione di taratura degli assi coinvolti nel movimento. |
| Ax1,Ax2 | Assi a cui risulta applicata la modalità G67 . |

L'attivazione della **G67** può avvenire sia inserendo l'istruzione nel singolo Part-Program che nel file **COST** (Vedi, per maggiori dettagli, il **manuale Tarature codice 720P385**). Nel primo caso le tarature sovrascrivono quelle eventualmente presenti in **COST**.

La funzione, una volta inizializzata (ad esempio in **COST**) consente la modifica anche di un solo parametro.

Ad esempio se in **COST** si ha:

.....
<G67:0.05;0;3;45;3;X;Z>



Scrivendo da Part-program :

.....

<G67:0.02>

.....

significa portare l'errore massimo ammesso da 5 a 2 centesimi di mm o ancora scrivere :

.....

<G67:0.05;0.01>

.....

Consente di ripristinare l'errore massimo ammesso a 5 centesimi di mm ma al contempo introdurre un controllo sulla distanza minima pari a 1 centesimo di mm.

In generale se si vuole modificare l'i-esimo parametro senza modificare gli altri, è sufficiente sostituire ai parametri che non si vogliono modificare dei “;”.

Una volta impostata l'attivazione vera e propria della funzione avverrà semplicemente scrivendo nel Part-Program:

.....

G67

.....

Mentre per la disattivazione:

.....

G68

.....

Note:

E' importante sapere che normalmente sia la **G67** che la **G68** inducono una **WAIT** sul CN per cui, con l'utilizzo di queste funzioni G si ha dunque l'effetto di fermare gli assi. Qualora si desideri disattivare momentaneamente, in una certa porzione del Part-Program, la funzionalità **G67** senza però indurre una fermata degli assi è necessario utilizzare l'istruzione nel formato:

.....

<G67:0>

.....

In questo modo la modalità viene di fatto sospesa senza però indurre alcuna fermata degli assi. Nel punto, dal quale in poi, si vuole riattivare la **G67** è sufficiente scrivere:

<G67: eps> con eps>0.

7.3.4.2 Comportamento

La G67 inserisce raccordi solo tra due tratti di G1 consecutivi a patto che questi contengano istruzioni di movimento relative solo ad assi dichiarati nell'istruzione LIP di programmazione. Il raccordo rispetta l'errore sullo spigolo **Eps**, a patto che l'arco di cerchio risultante non “mangi” più della metà del secondo tratto lineare da raccordare. In questo caso due raccordi successivi, possono anche “mangiare” interamente un tratto lineare (**FIG 7.10**).

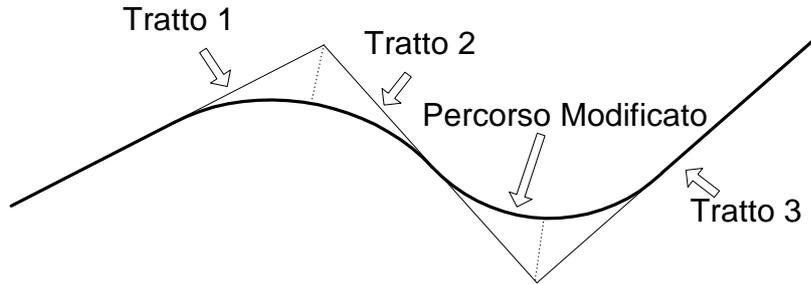


FIG. 7-10

Come si può vedere in questo caso il tratto 2 viene completamente eliminato da due tratti di arco tangenti.

Qualora il raggio del raccordo calcolato risulti inferiore a 0.001 mm questo non viene inserito ed il CNC si comporta come se la **G67** non fosse attiva.

Se il parametro **Dist** è diverso da 0 tutti i tratti lineari inferiori al valore **Dist** vengono scartati.

La modalità di eliminazione dei tratti inferiori ad una certa lunghezza, può essere attivata anche senza attivare l'inserimento dei raccordi automatici. E' sufficiente in questo caso, scrivere:

```
....  
<G67:0;Dist>
```

```
....
```

7.3.4.3 Note e Particolarità

Comportamento in caso di: RESET, “%”, “:”

Tutti questi eventi **annullano** una **G67** eventualmente attiva e ripristinano, se ci sono, le tarature presenti in **COST**. Se in **COST** non è presente l'istruzione di programmazione, i parametri risultano non programmati, con conseguente segnalazione di errore in caso di attivazione.

Vincoli ed incompatibilità

La funzione **G67** è incompatibile con le seguenti funzionalità :

- Compensazione raggio utensile (**G41**, **G42**, **G47** o **G48**)
- Retrace ;
- Cicli fissi;

Suggerimenti per un corretto uso della G67

Per contrarre i tempi di lavorazione con la modalità **G67** attivata è necessario:

- Impostare una look a head adeguata (alta).
- Alzare il coefficiente moltiplicativo dell'accelerazione sul cerchio (bit 3 della variabile **%V4194**)
- Porre a zero la variabile **V1002** (per disabilitare la riduzione di accelerazione sul Cerchio).



7.3.5 La Modalità G69

Anche questa modalità, al pari della **G67**, è stata sviluppata essenzialmente per l'utilizzo su apparati **Fresa**. Il suo obiettivo, analogamente a quello della **G67**, è di mantenere velocità di lavorazione elevate, garantendo al contempo un buon livello di finitura, essenzialmente su profili programmati per punti (come ad esempio quelli generati da **CAD**). Essa si basa sul seguente concetto:

Tipicamente interpretare un blocco **ISO** consiste nell'organizzare opportunamente una struttura dati in modo da agevolare la successiva elaborazione da parte dell'Interpolatore.

In questo modo, nel migliore dei casi, a fronte di "n" blocchi **ISO**, "n" sono le strutture predisposte dall'Interprete per l'Interpolatore, e conseguentemente ad esso trasferite.

In presenza di tratti molto corti, per evitare la riduzione della feed programmata, a causa di una scarsa "visibilità in avanti", l'Interprete deve necessariamente essere il più possibile rapido nell'elaborazione dei blocchi.

Solo in questo modo infatti potrà essere garantita una look ahead adeguata all'Interpolatore. Un modo per ovviare a tale inconveniente è quello di cercare di "comprimere" le informazioni del programma **ISO** applicando dei metodi che consentano di controllare l'errore di traiettoria introdotto e al contempo di rendere il profilo ottenuto più fluido.

In altri termini considerare le coordinate ricevute dal **CAM** come punti salienti di particolari funzioni matematiche definite "**Curve PH**".

Tali funzioni sono caratterizzate da:

- Approssimare i punti programmati all'interno di una banda di errore predefinita.
- Risultare semplici da gestire lato Interpolatore, consentendo, con relativamente pochi calcoli, di ricavare la traiettoria da percorrere e la curvatura equivalente necessaria per una corretta gestione dell'accelerazione.

Tale gestione, disponibile dalla realese **SW V4.00**, viene appunto attivata nei **CNC ECS** attraverso la funzione **G69**.

7.3.5.1 Attivazione e disattivazione della modalità

La modalità **G69** è programmabile, nel suo formato più esteso, tramite la seguente sintassi, (si noti che tutti i parametri sono **opzionali** e **non posizionali**):

<G69: Eps=err; AX=XZ; P=nPoint; ANG=angMax; KAC=k; S=ON/OFF>

dove i singoli parametri assumono il seguente significato:

Eps	Errore max. sul profilo [espresso in mm] (Default: 0.01mm) Per una ottimizzazione della modalità si consiglia di assegnare a tale parametro lo stesso valore di tolleranza cordale impostato nel CAM . Nel caso in cui tale valore non sia noto è da impostare il valore massimo di errore cordale ammesso per la lavorazione.
AX	Nomi assi appartenenti alla curva (nel tornio tipicamente 2 assi lineari). E' necessario che almeno una volta tali assi siano programmati.
P	Numero di punti che l'interprete prende in considerazione ("esplora") per



determinare la curva. Impostando tale parametro a zero viene assegnato il valore di default (**70**).

- Ang** Angolo max. oltre il quale si impone la sosta sullo spigolo durante la lavorazione. Il valore nullo del parametro imposta il valore di default. (**90 gradi**)
- KAC** Coefficiente per cui sono moltiplicate le accelerazioni nominali degli assi coinvolti nella **G69** per attuar il calcolo dell'accelerazione e delle velocità sul profilo. Sono ammessi valori compresi tra 0 e 8. L'assegnazione di **KAC =0** forza il valore di default (1).
- S** Può assumere valore ON od OFF, ad indicare Attivazione/Disattivazione dei filtri Spline On Line. Come default il parametro è posto ON.

L'attivazione della **G69** può avvenire sia inserendo l'istruzione nel singolo Part-Program

.....
Nxxx G69

.....
che nel file **COST** (Vedi, per maggiori dettagli, il **manuale Tarature codice 720P385**). Nel primo caso le tarature, eventualmente impostate sovrascriveranno quelle eventualmente presenti in tale file.

7.3.5.2 Vincoli ed incompatibilità

Le seguenti modalità risultano incompatibili con la **G69** e sono quindi bloccate da specifici allarmi:

- **G67**,
- **G37** (Transmit),
- Cicli fissi,
- Compensazione raggio utensile nel piano (**G41/G42**),
- **G33** (filettatura),
- Retrace,
- Matrici Dinamiche.

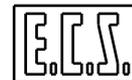
La programmazione di archi **G02/G03** non genera allarme ma provoca l'interruzione momentanea della modalità. Tale limitazione è però da considerarsi provvisoria in quanto sarà eliminata nelle prossime releases.

7.3.6 Modalità G55 - Spline

Anche questa modalità è stata sviluppata essenzialmente per l'utilizzo su apparati **Fresa**. Essa è stata comunque resa disponibile considerando che potrebbe trovare utilizzo anche in applicazioni di **Tornitura**.

La funzione **G55** consente di interpretare i punti programmati come "punti di controllo" di un profilo spline che li interpola.

Considerando però che fra 2 punti di controllo possono passare infinite curve aventi ciascuna un grado proprio di curvatura, occorre attraverso uno specifico parametro, detto "**tensione**", rendere la spline univoca.



Una volta individuata la spline il CNC la eseguirà frammentandola in un certo numero di segmenti lineari, di fatto trasformandola in una serie di movimenti lineari **G1**. L'approssimazione con cui avverrà tale segmentazione è controllata attraverso un ulteriore parametro, detto “**tolleranza**”. Esso sarà responsabile della precisione con cui la spline verrà eseguita.

In aggiunta a ciò il CNC dovrà conoscere su quali assi sarà applicata la funzione.

Tutte queste informazioni sono contenute nell'istruzione di configurazione:

<G55: tolleranza; tensione; asse1; asse2>

dove:

“**tolleranza**” sarà espressa in mm e non potrà essere inferiore a 0.001 mm.

“**tensione**” può assumere valori compresi tra 0 e 2 compresi. Programmarla = 0 equivale di fatto a interpolare linearmente i punti di controllo programmati. Con il valore 2 la spline assumerà invece la massima curvatura.

“**asse1, asse2**” indicano invece gli assi coinvolti nella spline. L'asse può essere indicato sia come sigla, che come numero d'ordine.

Note:

L'istruzione **G55**, una volta configurata nella la sua forma completa (ad esempio inserendola nel file **COST**), è accettata anche forma “ridotta”. Sono infatti validi i seguenti formati:

<G55:0.01> oppure **<G55;;0.2>**

Allorché i suoi parametri sono stati definiti la funzione spline potrà quindi essere attivata semplicemente tramite la sua forma contratta **G55**.

L'istruzione **G55** dovrà però necessariamente seguire un'istruzione **G0, G1, G2** o **G3**. Ciò è necessario affinché il CNC possa definire la tangente alla spline nel suo punto iniziale. In modo totalmente duale anche l'ultimo punto di controllo della spline dovrà essere seguito da un'istruzione **G0, G1, G2** o **G3** che consentirà invece di definire la tangente alla spline nel suo punto finale.

La modalità sarà quindi chiusa tramite l'istruzione **G56**.

Esempio di programmazione:

N100 <G55:0.01;0.3;X;Z> {completa configurazione della modalità spline}

.... {tolleranza 0.01 mm , tensione 0.3 , assi coinvolti X e Z}

N190 G0 X10 Z10

N200 G55 {Attivazione Modalità Spline}

N210 G2 I15 K0 X20 -Z10 {questo blocco non fa parte della spline, ma identifica la tangente iniz.}

N220 G1 Z-25

N230 X25

N240 X30 Z-30

N250 X50 {questo blocco non fa parte della spline, ma identifica la tangente di uscita}

N260 G56 {Disattivazione Modalità Spline}



7.3.6.1 Vincoli, Limitazioni ed incompatibilità

Tra i codici di attivazione e disattivazione **G55** e **G56** sono accettate esclusivamente le seguenti istruzioni:

- Chiamate a Sottoprogrammi,
- Retrotraslazioni del piano di contornatura con **G58**,
- Attivazione /disattivazione di una matrice statica,
- Programmazione metrica ed in pollici (**G71** e **G70**),
- Programmazione assoluta ed incrementale (**G90** e **G91**),
- Calcoli ed assegnazioni di **LIP aritmetico**,
- Ripetizioni e salti di programma,
- Segmenti definite attraverso istruzioni **GAP** od elementi **EXPERT**,

Insieme agli assi associati alla spline possono essere programmati altri assi CNC nonché la Feed desiderata sul profilo “F...”.

La funzione **G55** è attivabile esclusivamente con CNC in modo **AUTO**.

Allorché il CNC incontra un’istruzione **G55** esso automaticamente crea, nella directory **C:\ECS.CNC\LAV\WORK** un sottoprogramma **\$\$CNG55** (**\$\$PPG55** in caso di simulazione in Videografico) all’interno del quale “esplode” i tratti lineari che costituiranno la spline programmata.

Qualora la lavorazione venisse arrestata durante l’esecuzione del sottoprogramma generato dalla **G55** e si volesse riprendere l’esecuzione dal punto in cui si era interrotta, andando in modalità “**SEARCH**” sullo schermo apparirà tale sottoprogramma con evidenziato l’ultimo blocco eseguito. Scorrendolo l’operatore potrà decidere se iniziare o meno la lavorazione prima del punto di interruzione. Ciò sarà però possibile solo a patto che non si sia utilizzato un sottoprogramma per definire i punti della spline. In questo caso infatti non sarà più possibile riprendere la lavorazione dopo un’interruzione (il sistema non gestisce un livello di nesting superiore ad 1)

Nel sottomodo **EXE /TST Singola** la lettura del programma da **G55** a **G56** è effettuata senza richiedere che l’operatore digiti “**START**” ad ogni blocco presente nel sottoprogramma **\$\$CNCG55** ma solo durante l’esecuzione dei punti di controllo. In altri termini nel sottoprogramma **\$\$CNCG55** la curva tra due punti di controllo è eseguita come fosse un unico blocco. Unica eccezione la condizione che si preme “**EXE Singola**” nel mezzo dell’esecuzione di una curva spline. In questo caso ogni segmento generato dal CNC è eseguito in **Singola** sino a che non si arriva ad un punto di controllo, superato il quale il comportamento ritorna ad essere quello prima descritto.



7.3.7 Filtri di Interpolazione: Spline on Line

Sempre essenzialmente per l'apparato Fresa, per ridurre le accelerazioni a gradino sugli assi, dovuti alle discontinuità di un profilo programmato per punti, sono stati introdotti dei filtri d'interpolazione on-line. Tali filtri sono però operativi e quindi utilizzabili anche su un Tornio.

La funzionalità deve essere preventivamente abilitata ponendo la variabile **%V1913** nel file **COSTUSER** a 1 (<**%V1913=1**>).

A meno non sia stato specificatamente disabilitato il filtro è di default attivo sia con la **G67** che con la **G69** (Vedi **Paragrafi 7.3.4** e **7.3.5**).

Per attivarlo /disattivarlo al di fuori delle funzioni **G67** e **G69**, occorre invece definire gli assi su cui si desidera agisca ed eventualmente il “**grado di smoothing**” desiderato.

A tal fine si utilizza l'istruzione **LIP** <**SPL:....**> caratterizzata dalla seguente sintassi in cui i parametri tra parentesi quadre sono opzionali:

< **SPL: [ON;] [Pn;] Ax0 [;Ax1;Ax2;...;Axn] >**

< **SPL:OFF** >

dove:

Pn (valori accettati da **P0** a **P20**) identifica il “**grado di Smoothing**” desiderato e definisce il numero di punti di controllo utilizzati dall'interpolazione spline

I punti di controllo sono calcolati al **TCYC**; per l'esattezza ogni **Pn x TCYC** è dunque acquisito un punto di controllo. Se si è imposto **Pn=KT** verrà acquisito un punto di controllo ogni **KT x TCYC = Tau**. Imponendo invece **P0** (valore di default) saranno calcolati **KT** punti di interpolazione spline ogni **Tau** (di fatto uno ogni **TCYC**).

In generale più alto sarà il valore impostato, e quindi i punti considerati, più smooth ma meno precisa risulterà la movimentazione degli assi. Normalmente **P2 - P3** risultano valori idonei a limitare i gradini e al contempo garantire una adeguata precisione sul profilo.

Ax0, Ax1, Ax2....Axn rappresentano invece le sigle degli assi su cui l'interpolazione spline verrà applicata.

Esempi:

<**SPL:X;Z**> Predisporre l'attivazione della Spline (senza però attivarla) sugli assi X e Z con valore di smoothing di default.

<**SPL:P3;X;Z**> Predisporre l'attivazione della Spline con valore di smoothing 3 sugli assi X e Z.

<**SPL:P2**> Predisporre un valore di smoothing 2.

<**SPL: ON**> Attiva la spline on line.

<**SPL:OFF**> Disattiva la spline on line.



Note:

L'istruzione <**SPL:....**> può essere programmata sia nel file **COSTUSER**, sia all'interno di un Part Program.

Con % e **RESET** vengono ripristinate le condizioni iniziali.

E' buona norma definire nel file **COSTUSER** gli assi coinvolti nella spline ed eventualmente il coefficiente di **Smoothing**, mentre abilitare /disabilitare la funzione all'interno del singolo Part Program.



Note:



CAPITOLO 8

8. Programmazione tramite GAP

8.1 Premessa

Il linguaggio **GAP** permette la programmazione diretta di profili piani tramite la definizione di rette e cerchi. Unico limite di tale linguaggio è quello di poter descrivere solo elementi geometrici che siano poi realmente lavorati dall'utensile. Tale limitazione è comunque superata dall'estensione **EXPERT** descritta nel successivo capitolo.

E' opportuno osservare che nei **CNC 1802 / 4802**, le funzionalità dei linguaggi **GAP** ed **EXPERT** sono le stesse disponibili nei precedenti **CNC 1402D / 2702D**.

Rispetto invece ai **CNC 2602** e **2402** sono state invece apportate tutta una serie di semplificazioni sintattiche. Per un approfondimento su questo argomento fare riferimento al **Paragrafo 8.2.10**

8.2 Regole e concetti della Programmazione GAP

Prima di addentrarsi nella descrizione della sintassi del linguaggio **GAP** è opportuno specificare alcuni concetti:

8.2.1 Definizione di “Elemento Geometrico Chiuso”

Per “**Elemento Geometrico Chiuso**” si intende un ente (retta o cerchio) di cui il CNC è capace di raggiungere il Punto finale (P_{fin}), perché programmato o perché direttamente calcolabile con i dati forniti nell'istruzione in esecuzione e, più in generale, in quelle precedenti.

8.2.2 Definizione di “Elemento Geometrico Aperto”

Con questa definizione si intende un elemento (retta o cerchio) in cui il Punto finale (P_{fin}) non è immediatamente calcolabile dal CNC ma esso, per farlo, deve interpretare le istruzioni successive a quella in esecuzione.

8.2.3 Il parametro "RC"

Il parametro "RC" specifica l'angolo, in gradi, di pendenza di una retta (o di un raggio) rispetto alla direzione positiva:

dell'asse X nel piano di contornatura XC (G16XCZ+)

dell'asse C nel piano di contornatura CZ (G19 o G16CZZ+)

dell'asse Z nel piano di contornatura ZX (G16ZZX+)

In altri termini esprime una pendenza come **valore angolare assoluto**.

L'angolo RC deve essere espresso con segno (in caso di valori positivi il + é facoltativo) e può assumere forma parametrica. Per quanto concerne la definizione del segno vale la seguente regola:

L'angolo di pendenza di una retta (o di un raggio) RC é l'angolo di cui dovrebbe ruotare l'asse di riferimento per disporsi equiverso alla retta (o al raggio da lavorare).

Se la rotazione é antioraria il segno é positivo, se oraria é negativo.

Per maggior chiarezza in FIG. 8-1 sono riportati alcuni esempi in cui l'angolo RC è riferito all'asse abbinato alla direzione 3 (cioè a Z come tipicamente avviene in un tornio).

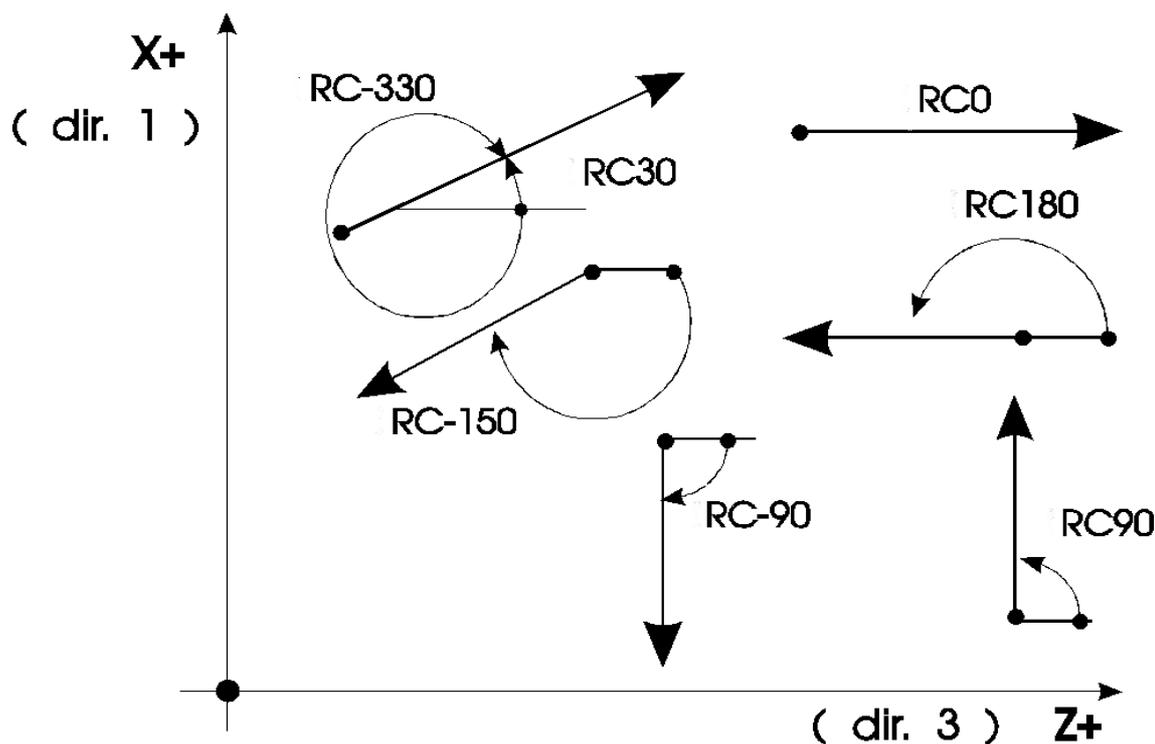


FIG. 8-1 Angoli RC attribuiti con riferimento a Z+



8.2.4 Il parametro “D”

Il parametro “D” definisce una distanza. Può assumere forma parametrica e valore con segno. il significato cambia a seconda del contesto ove tale parametro è utilizzato.

8.2.5 Il parametro “RB”

Il parametro “RB” rappresenta l’angolo di cui, partendo dal Punto iniziale di un arco di cerchio, è necessario ruotare, per raggiungere il suo Punto finale. Se la rotazione è antioraria il segno è positivo, negativo se oraria. In altri termini esprime una inclinazione in termini relativi alla posizione iniziale. Può assumere forma parametrica.

8.2.6 Il parametro “R”

Il parametro “R” rappresenta il raggio del cerchio. Può assumere forma parametrica.

8.2.7 Il parametro “RA”

Il parametro “RA” indica il raggio del raccordo da introdurre tra due enti.

Esso è utilizzato per indicare raccordi cosiddetti di **tipo implicito**.

Per raccordo implicito si intende un arco di cerchio, di raggio dato, tangente a due enti (retta/retta, cerchio/retta, cerchio/cerchio) nell’intorno del loro punto di intersezione.

Il CNC procede infatti automaticamente a selezionare la soluzione congruente con il senso degli enti a cui il raccordo si appoggia. Soluzioni caratterizzate da cuspidi, fiocchi o concavità opposta a quella dello spigolo, in altri termini profili meccanicamente “impossibili”, saranno infatti automaticamente esclusi dal CNC.

In tutti quei casi in cui comunque 2 soluzioni sono potenzialmente possibili l’operatore potrà selezionare quella desiderata impostando con segno il valore del raggio del raccordo.

Il valore sarà attribuito positivo se l’arco descritto dal raccordo è percorso in senso antiorario, sarà invece posto negativo se l’arco è percorso in senso orario.

Per un approfondimento ed esempi sull’argomento vedere **Paragrafo 8.3.7**

Si ricorda che un modo alternativo di esprimere un raccordo, in questo caso dedicando all’istruzione un blocco a se stante, è di **esprimerlo in modo esplicito** ovvero nella forma:

G2 (G3) R.....

Dove **R..** rappresenta il raggio attribuito al raccordo.

È importante osservare che quest'ultimo formalismo permette tra l'altro di definire anche raccordi tra enti che non hanno punti a comune. In questo caso comunque esiste il vincolo che l'elemento che precede tale definizione sia aperto e, laddove più soluzioni siano possibili, l'uso di un discriminante può risultare necessario.

Per un approfondimento ed esempi sull'argomento vedere **Paragrafi 8.3.3 ed 8.3.4.**

8.2.8 Il concetto di "Discriminante"

Nei casi in cui due soluzioni siano possibili una sarà sempre proposta come "default" la seconda potrà essere invece selezionata inserendo, nel primo dei blocchi che determinano le due soluzioni, il **parametro K**. Qualora possa essere attuata una discriminazione automatica **K** è ignorato. Di seguito sono elencati i vari metodi da utilizzare per la determinazione della soluzione da indicare con **K**.

8.2.8.1 Caso di Intersezione Retta/Cerchio e Cerchio/Retta

Poiché la retta è orientata, la soluzione **K** è quella che utilizza la seconda intersezione che si incontra muovendosi sulla retta in accordo al suo orientamento. Per maggiori dettagli vedere **FIG. 8-2.**

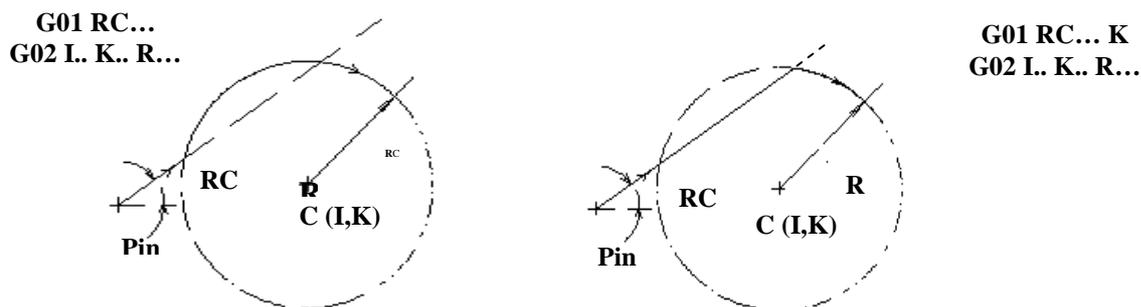
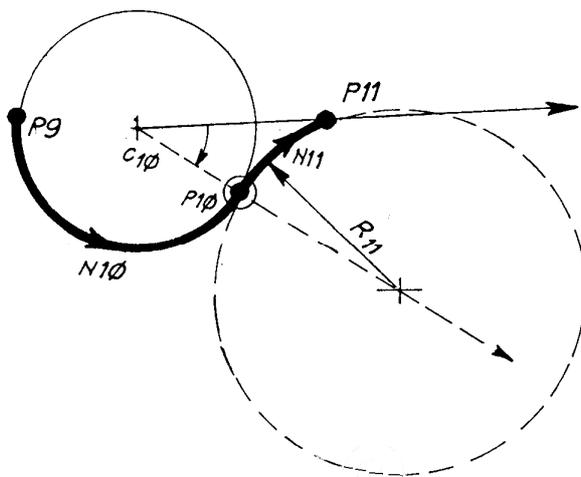


FIG. 8-2 Uso del Discriminante in caso di intersezione Retta/Cerchio

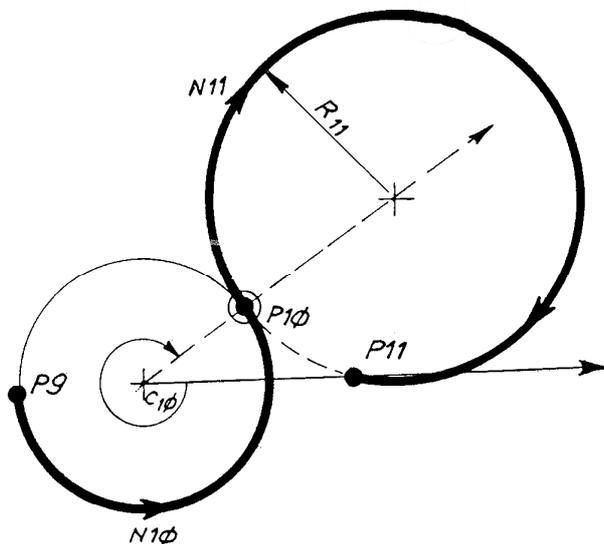
8.2.8.2 Caso di Intersezione/Tangenza Cerchio/Cerchio

K è la soluzione relativa all'intersezione/tangenza che si trova sulla destra della retta che va dal centro del primo cerchio al centro del secondo cerchio.

Per maggiori dettagli vedere **FIG. 8-3.**



N9....
N10 G03 I₁₀ K₁₀
N11 G02 I₁₁ K₁₁ R₁₁
N12



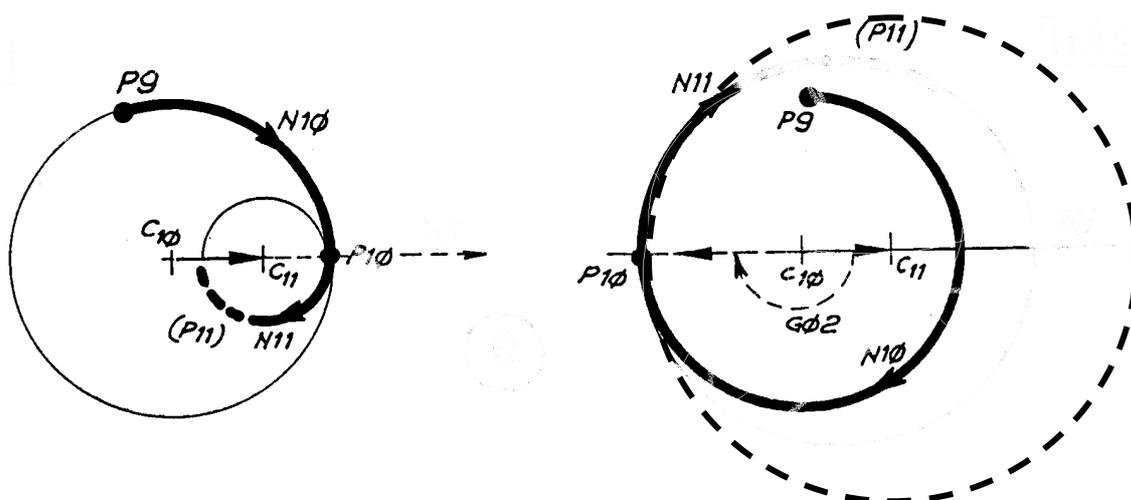
N9....
N10 G03 I₁₀ K₁₀ K
N11 G02 I₁₁ K₁₁ R₁₁
N12

FIG. 8-3 Uso del Discriminante nel caso di tangenza Cerchio / Cerchio

8.2.8.2.1 Caso di Cerchio di Centro noto, di raggio Ignoto, tangente a Cerchio noto

In taluni casi la soluzione é unica, quando non lo é, **K** é la soluzione relativa al cerchio esterno a quello noto.

Per maggiori dettagli vedere esempio di FIG. 8-4.



N9.....
N10 G02 I₁₀ K₁₀
N11 G02 I₁₁ K₁₁
N12 ...

N9.....
N10 G02 I₁₀ K₁₀ K
N11 G02 I₁₁ K₁₁
N12 ...

FIG. 8-4 Uso del discriminante in caso di Cerchio di centro noto e raggio ignoto
Tangente a cerchio noto

8.2.8.3 Caso di Raccordo Esplicito

Questa casistica contempla cerchio di centro ignoto e raggio noto o raccordo tra due enti senza punti di intersezione. In questi casi la soluzione contraddistinta con **K** é quella relativa al raccordo che sottende un angolo maggiore di 180°. Ricade in questa casistica l'esempio riportato in FIG.8-5 che illustra le due soluzioni al caso "Raccordo tra 2 punti".

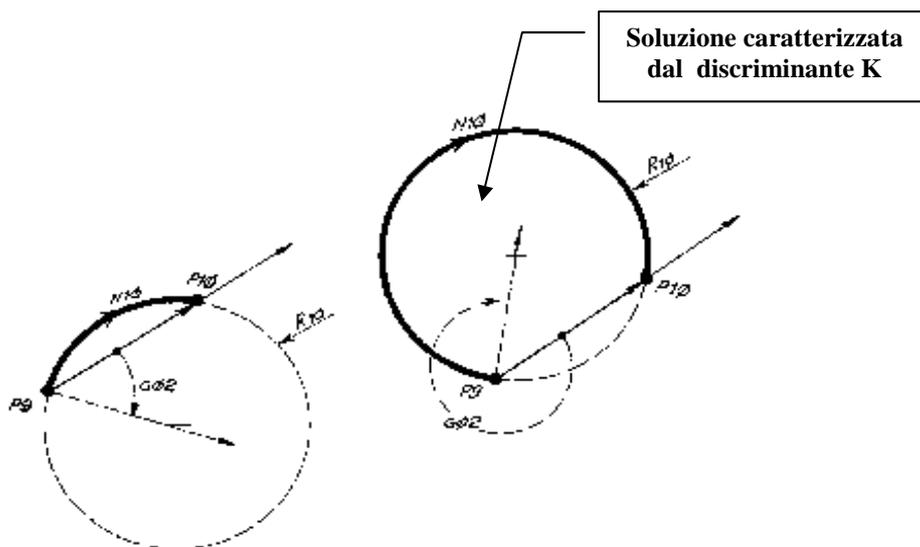


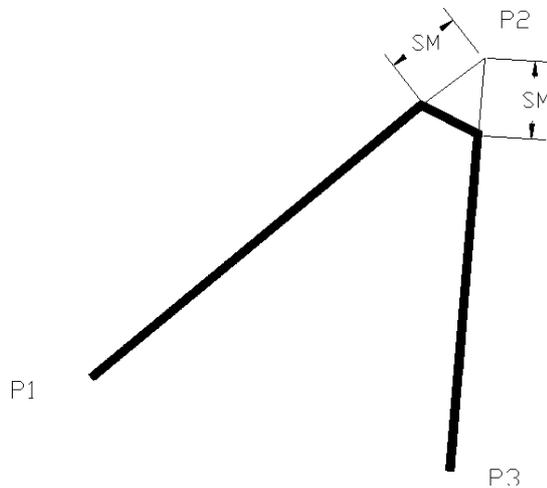
FIG. 8-5 Raccordo tra 2 punti P9 e P10

Nota:

Occorre fare attenzione nell'utilizzo del discriminante **K** in quanto l'Interprete del CNC deve poterlo distinguere dalla coordinata, sull'asse in direzione 3, del centro del cerchio. L'assenza di un valore numerico dopo la sigla **K** indica infatti che esso é un discriminante **GAP**.

8.2.9 Il parametro "SM"

Tra due elementi contigui retta-retta é possibile introdurre uno smusso mediante l'istruzione "**SM**". La definizione delle due rette può avvenire utilizzando l'**ISO**, il **GAP** (con elementi sia chiusi che aperti) o l'**EXPERT**. Per maggiori dettagli vedere **FIG. 8-6**.



```
...  
N10 G01 X.. Z.. (P1)  
N20 X... Z... (P2) SM..  
...
```

FIG.8-6 Programmazione di uno Smusso



8.2.10 Note sull'evoluzione della sintassi del Linguaggio GAP nel tempo

In **Tabella 8.1** sintetizza le semplificazioni apportate a partire dal **GAP** originariamente disponibile nei “vecchi” **CNC 2602 / 2402**

Parametro	Simbolo GAP Nuova sintassi	Simbolo GAP utilizzato nei vecchi CNC (2402/2602)
Raggio Cerchio	R	!R
Raccordo Implicito	RA	!RA
Angolo assoluto	RC	!RC
Angolo relativo	RB	!RB
Distanza	D	!D
Smusso	SM	!SM
Discriminanti	Nessuno o K	!HA1 e !HA2

Tab. 8.1 Simboli utilizzati dai Linguaggi GAP ed EXPERT

Per consentire l'utilizzo di Part-Program realizzati in EXPERT / GAP su macchine equipaggiate con CNC di altre marche o comunque non dotate di un interprete per tali linguaggi ECS rende disponibile “free of charge” un Tool SW in grado di operare la conversione EXPERT/GAP → ISO. Lo strumento è accessibile dall'ambiente “Simulazione Grafica”.

Per maggiori dettagli vedi Paragrafo 8.4 del presente manuale.

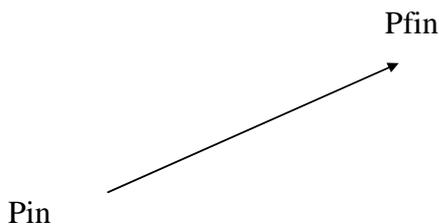
Note:

Per compatibilità con il **GAP** implementato nei **CNC Serie 2602 / 2402**, a partire dalla release **SW V3.02** l'Interprete del CNC accetta anche i parametri nella sintassi colà richiesta (vedi **Tabella 8.1**). Per quanto concerne i codici **!HA1** ed **!HA2** usati in passato come discriminanti **GAP**, questi sono ora trattati come dei codici “non opera”, di conseguenza, qualora il programma scritto per un **CNC 2402/2602** li utilizzi, è necessaria una preventiva verifica in grafica del programma. Qualora il profilo non risultasse corretto sarà necessario sostituire i codici **!HA1** o **!HA2** con il nuovo discriminante **K**.

8.2.11 Definizione di Rette tramite GAP

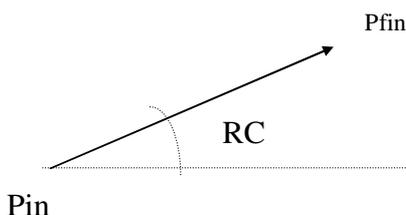
Sono previste le seguenti definizioni:

- 1) Retta , di cui si conosce già il punto iniziale, e di cui è direttamente fornito il punto finale in coordinate cartesiane.



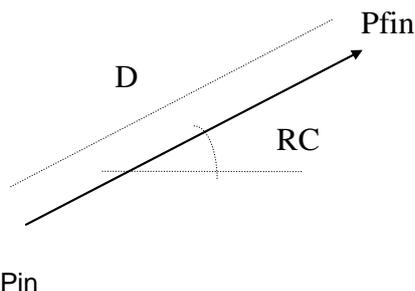
G1 XPfin ZPfin
Definizione di tipo chiuso

- 2) Retta , di cui si conosce già il punto iniziale, e di cui è direttamente fornita l'inclinazione RC e l'ascissa o l'ordinata del punto finale.



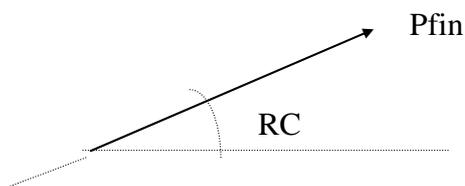
G1 XPfin... RC...
G1 ZPfin.. RC...
Definizione di tipo chiuso

- 3) Retta, di cui si conosce già il punto iniziale, e di cui sono direttamente forniti e l'inclinazione RC e la lunghezza D.

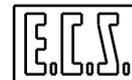


G1 RC.. D...
Definizione di tipo chiuso

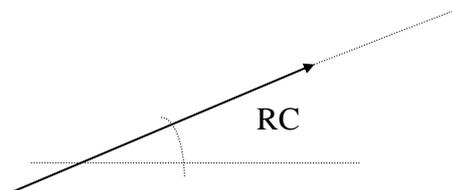
- 4) Retta di cui sono direttamente forniti l'inclinazione RC e le coordinate del punto finale (Pfin), ma non si conosce il punto iniziale



G1 XPfin ZPfin RC
Definizione di tipo chiuso

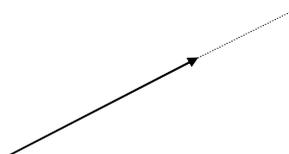


5) Retta di cui è direttamente fornita l'inclinazione RC , ma non il punto finale



G1 RC...
Definizione di tipo aperto

6) Retta di cui non si conosce il punto finale



G1
Definizione di tipo aperto

7) Retta parallela ad uno degli assi coordinati



Retta parallela ad X

Retta parallela a Z



G1 Z... RC0 Definizione di tipo aperto

G1 X... RC90 Definizione di tipo aperto

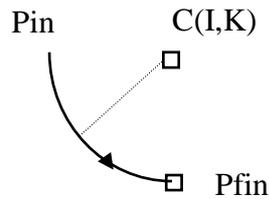
Nota:

In tutte le istruzioni dei precedenti esempi è possibile omettere la scrittura di **G1** qualora nel blocco precedente (definizione anch'esso di una retta) lo si sia riportato. Caratteristica del **GAP** è infatti quella di mantenere attiva la funzione **G...** del blocco precedente.

8.2.12 Definizione di Cerchi / Archi di Cerchio tramite GAP

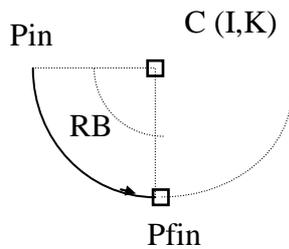
Sono previste le seguenti definizioni:

- 1) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del punto finale (Pfin) e del centro (C)



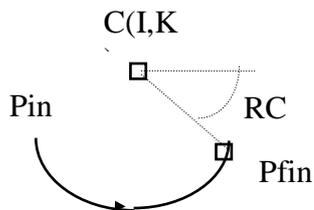
G3 I... K... XPfin.ZPfin
Definizione di tipo chiuso

- 2) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (C) e l'angolo incrementale (RB)



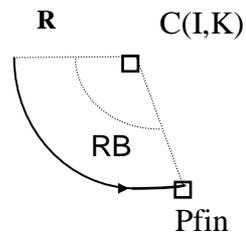
G3 I... K.. RB...
Definizione di tipo chiuso

- 3) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (C) e l'angolo finale (RC)



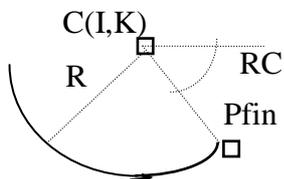
G3 I.. K.. RC..
Definizione di tipo chiuso

- 4) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (C), il raggio (R) e l'angolo incrementale (RB)



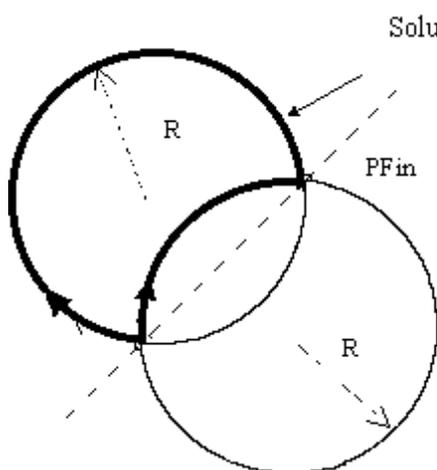
G3 I.. K.. RB..
Definizione di tipo chiuso

- 5) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (**C**) , il raggio (**R**) e l'angolo finale (**RC**).



G3 I... K... R... RC..
Definizione di tipo chiuso

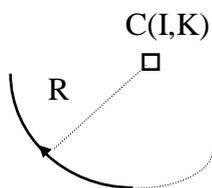
- 6) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del punto finale (**Pfin**) e il raggio (**R**)



G2 X_{Pfin} Z_{Pfin} R... [K]
Definizione di tipo chiuso

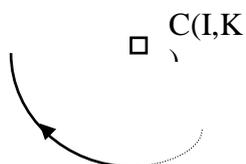
L'arco desiderato verrà selezionato in base alla presenza o meno del discriminante **K**.
In particolare **K** sarà associato all'arco che sottende l'angolo maggiore di 180 gradi.

- 7) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (**C**) e il raggio (**R**)



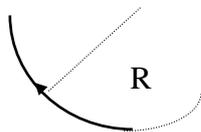
G2 I... K.. R...
Definizione di tipo aperto

- 8) Arco di cerchio di cui si conoscono le coordinate del centro (**C**)



G2 I...K...
Definizione di tipo aperto

9) Arco di cerchio di cui si conosce il raggio (**R**)



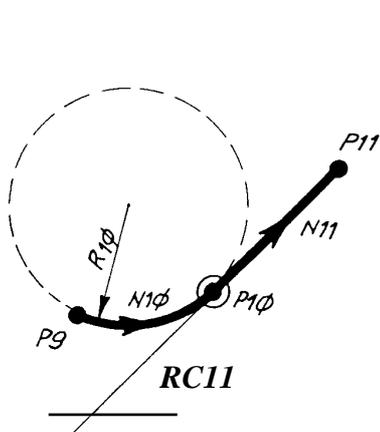
G2 R...
Definizione di tipo aperto

Note:

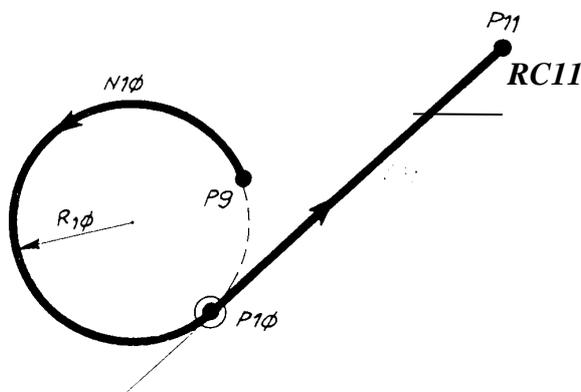
- Come prescritto dallo standard **ISO**, **G2** indicherà archi di cerchio descritti in senso orario **G3** in senso antiorario.
- In tutte le precedenti definizioni il centro del cerchio può essere espresso oltre che in forma esplicita con le sue coordinate (**I.** e **K.**) indicandolo anche come ente geometrico punto (**P.**). La cosa sarà comunque approfondita nel **Capitolo 9** dedicato alla descrizione del linguaggio “**EXPERT**”.

8.2.13 Raccordi Espliciti Punto / Retta e Punto / Cerchio

1) Raccordo esplicito tra punto e retta

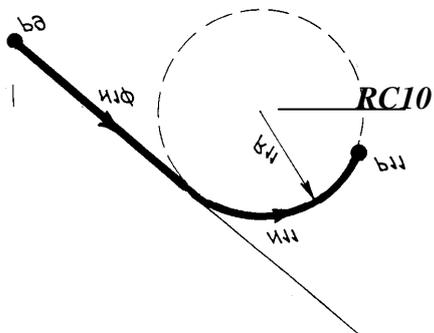


(il punto P9 é noto)
G3 R₁₀
G1 RC₁₁ X₁₁ Z₁₁

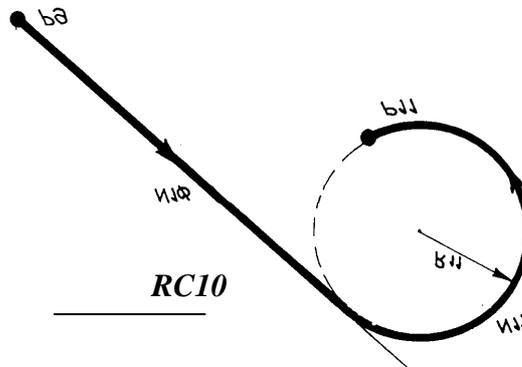


(il punto P9 é noto)
G3 R₁₀ K
G1 RC₁₁ X₁₁ Z₁₁

2) Raccordo esplicito tra retta e punto

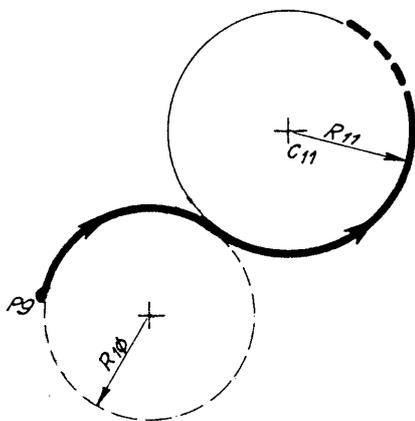


(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀
G2 X₁₁ Z₁₁ R₁₁

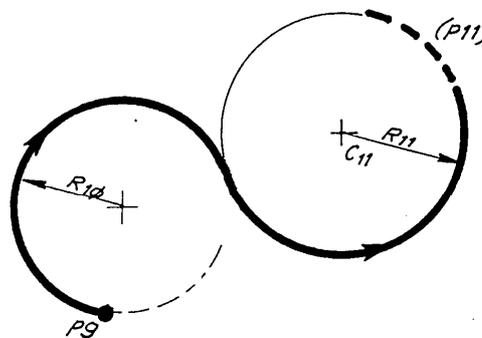


(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀ K
G2 X₁₁ Z₁₁ R₁₁

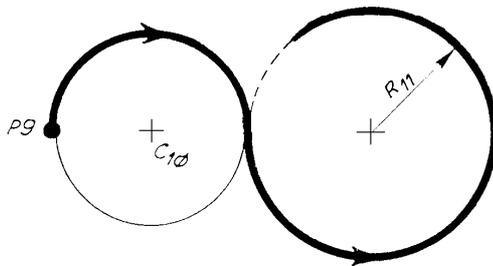
3) Raccordo esplicito tra punto e cerchio



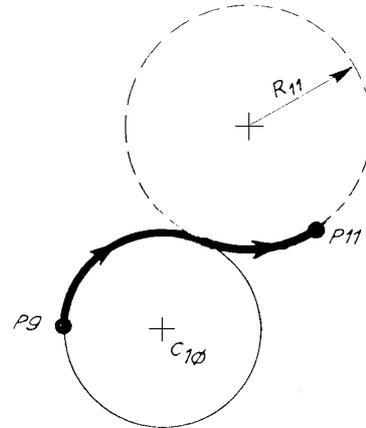
(il punto P9 é noto)
G2 R₁₀
G3 I₁₁ K₁₁ R₁₁



(il punto P9 é noto)
G2 R₁₀ K
G3 I₁₁ K₁₁ R₁₁



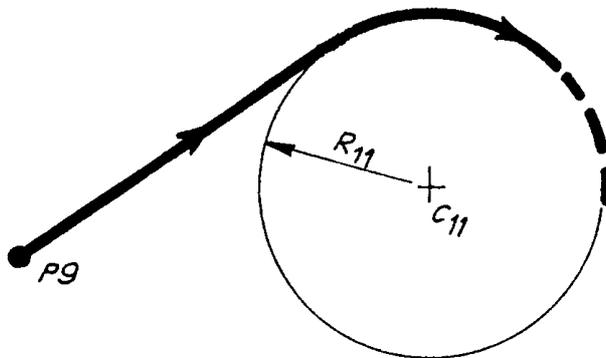
(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G3 X₁₁ Z₁₁ R₁₁



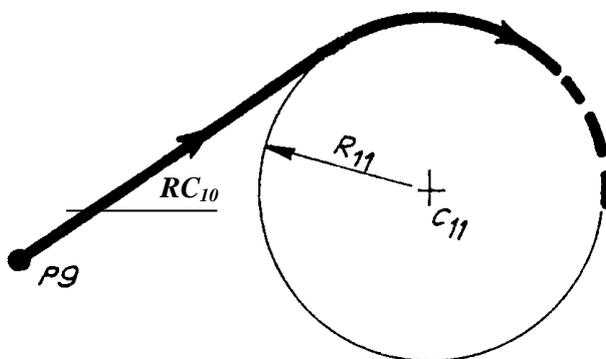
(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G3 X₁₁ Z₁₁ R₁₁

8.2.14 Casi possibili tra Retta/ Cerchio e Cerchio / Retta

1) Tangenza Retta / Cerchio

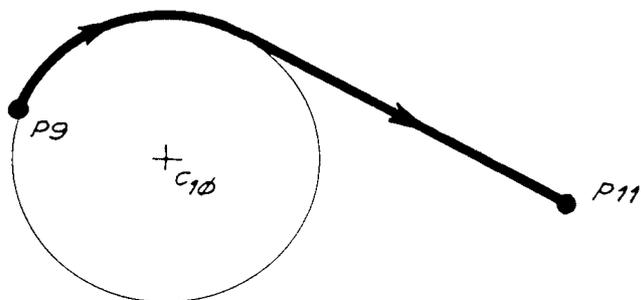


(il punto P9 è noto)
G1
G2 I₁₁ K₁₁ R₁₁



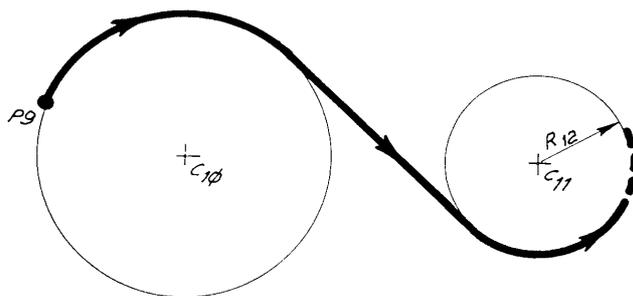
(il punto P9 è noto)
G1 RC₁₀
G2 I₁₁ K₁₁

2) Tangenza Cerchio / Retta



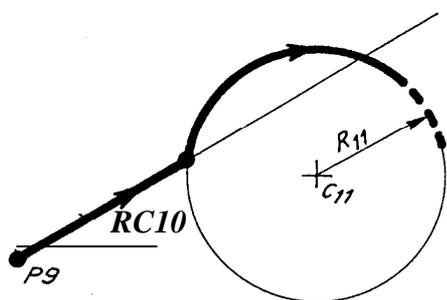
(il punto P9 è noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G1 X₁₁ Z₁₁

3) Retta Tangente a due Cerchi

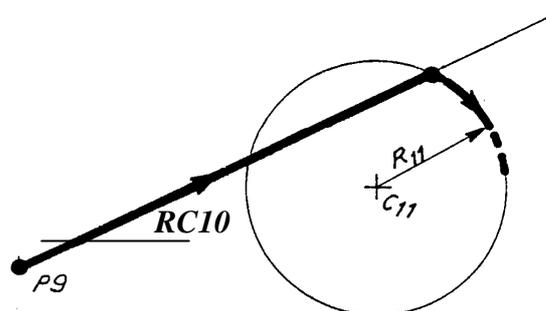


(il punto P9 è noto)
G1
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂

4) Intersezione Retta / Cerchio

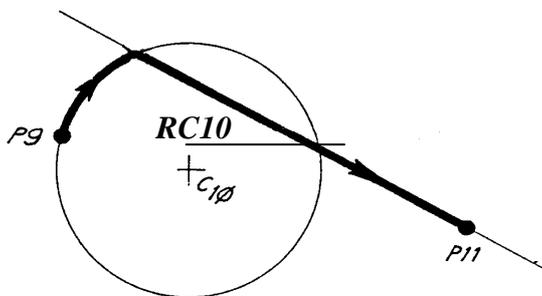


(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀
G2 I₁₁ K₁₁ R₁₁

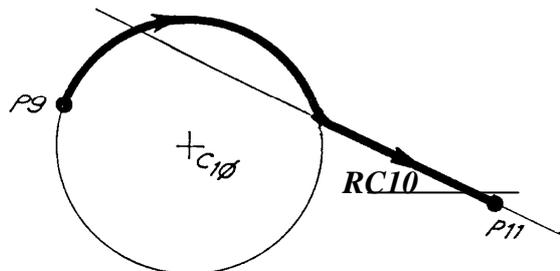


(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀ K
G2 I₁₁ K₁₁ R₁₁

5) Intersezione Cerchio / Retta

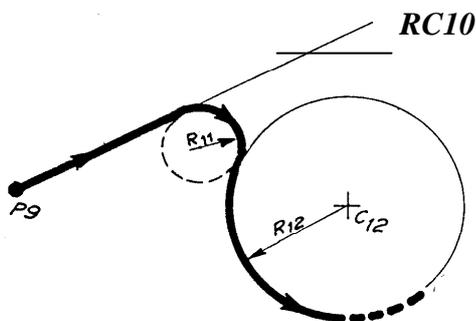


(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G1 RC₁₁ X₁₁ Z₁₁

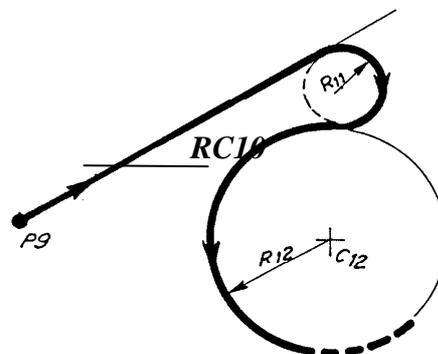


(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G1 RC₁₁ X₁₁ Z₁₁

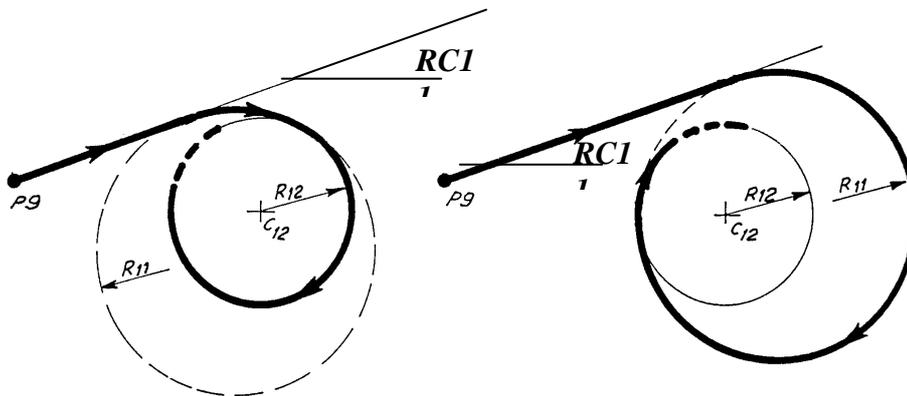
6) Raccordo Esplicito Retta / Cerchio (I due elementi non hanno punti a comune)



(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀
G2 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂



(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀ K
G2 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂

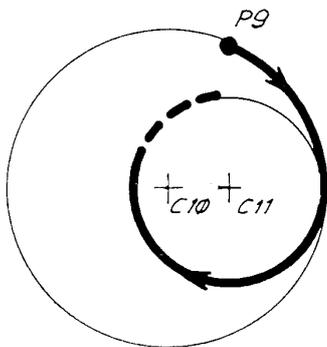


(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀
G2 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂

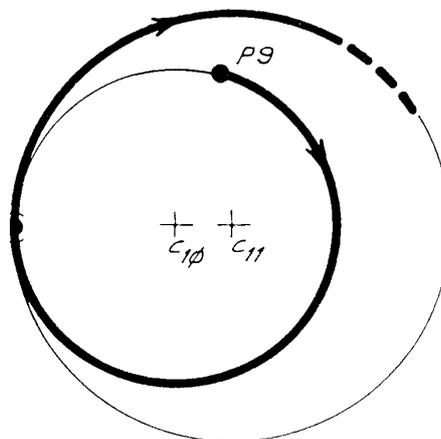
(il punto P9 é noto)
G1 RC₁₀ K
G2 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂

8.2.15 Casi possibili tra Cerchio e Cerchio

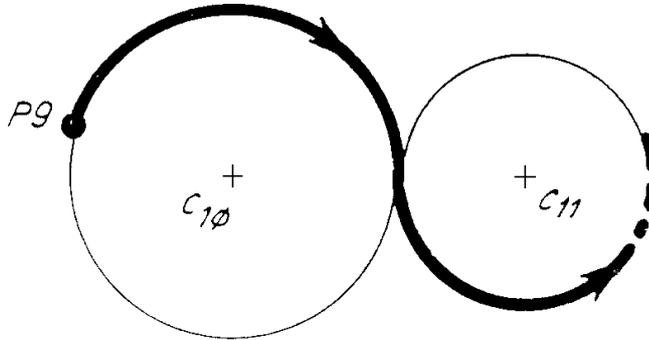
1) Tangenza Cerchio / Cerchio



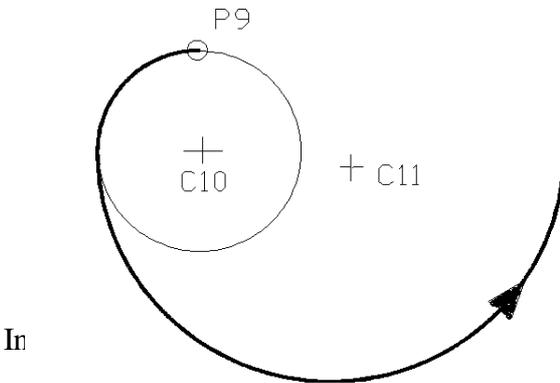
(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G2 I₁₁ K₁₁



(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G2 I₁₁ K₁₁



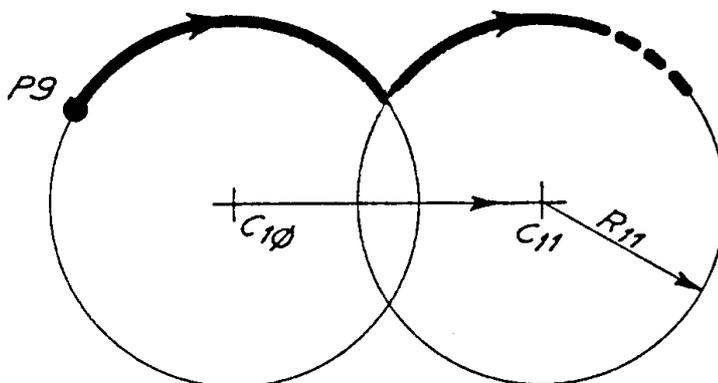
(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G3 I₁₁ K₁₁



(il punto P9 é noto)
G3 I₁₀ K₁₀
G3 I₁₁ K₁₁

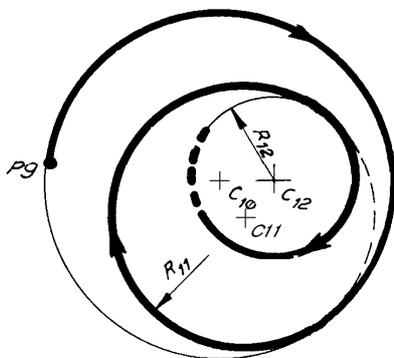
In

2) Intersezione Cerchio / Cerchio

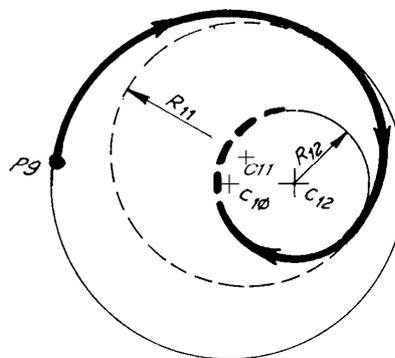


(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G2 I₁₁ K₁₁ R₁₁

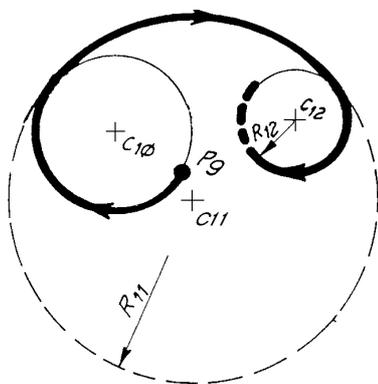
8.2.16 Raccordi Espliciti Cerchio / Cerchio



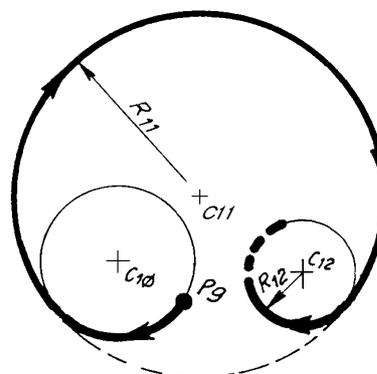
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



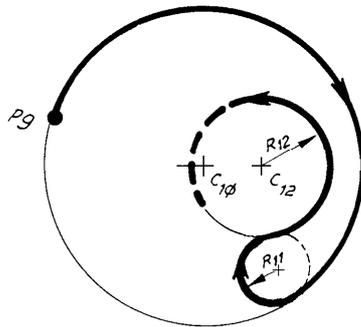
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



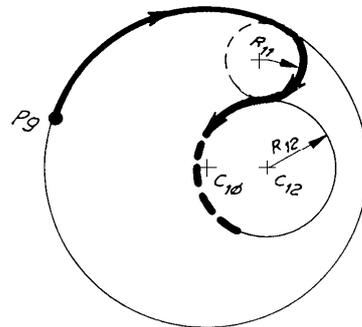
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



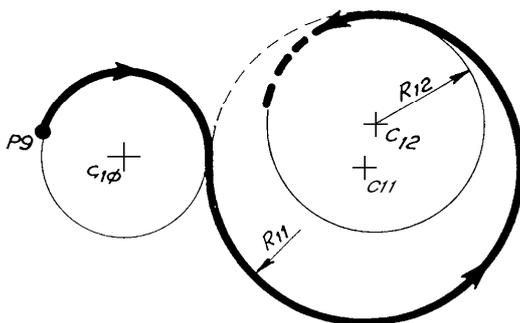
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



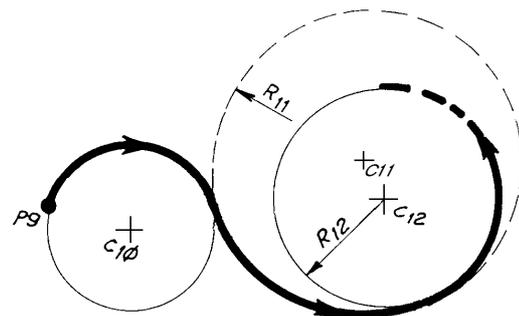
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



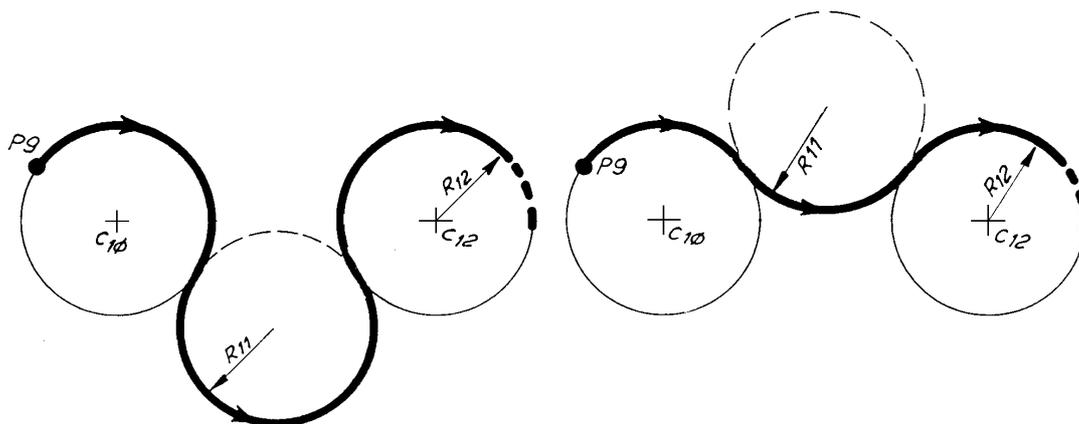
(Il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G2 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G3 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂

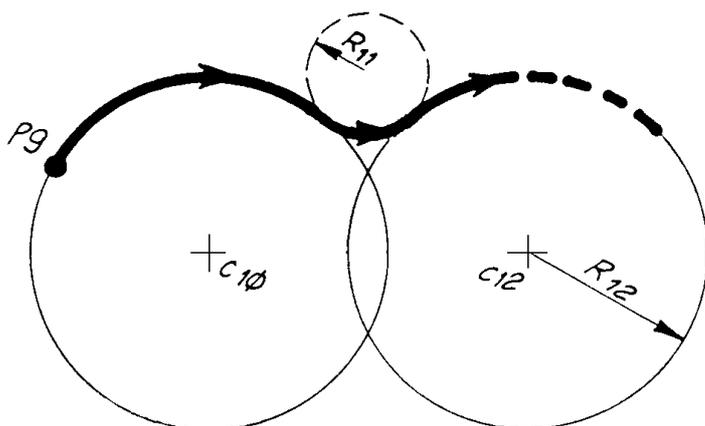


(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G3 R₁₁
G3 I₁₂ K₁₂ R₁₂



(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀ K
G3 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂

(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G3 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂



(il punto P9 é noto)
G2 I₁₀ K₁₀
G3 R₁₁
G2 I₁₂ K₁₂ R₁₂

8.2.17 Raccordi Impliciti

La sintassi é la seguente:

<Definizione primo ente> RA [+/-] ...

<Definizione secondo ente>

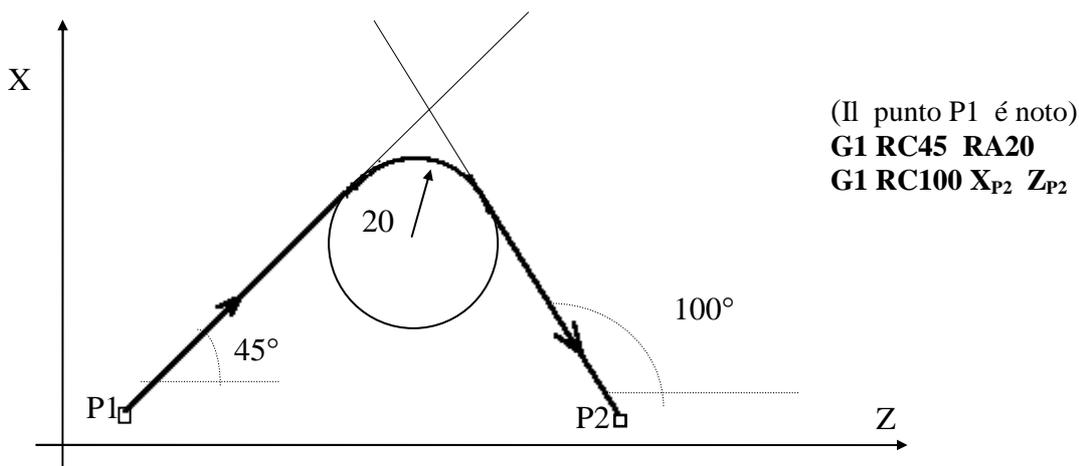
Il definire il segno del raccordo **RA** permette , in quei casi in cui più soluzioni sono possibili, di identificare quella desiderata senza ricorrere all'uso di un discriminante.

In quei casi in cui il CNC é invece in grado di determinare automaticamente il verso del raccordo in base a quello degli enti tra i quali si inserisce (ad esempio nel caso di raccordo tra 2 rette) non é necessario che il programmatore inserisca alcun segno.

Si ricorda che il segno + é attribuito a raccordi percorsi in senso antiorario il segno - viceversa . In caso di senso positivo il segno + può essere omissso.

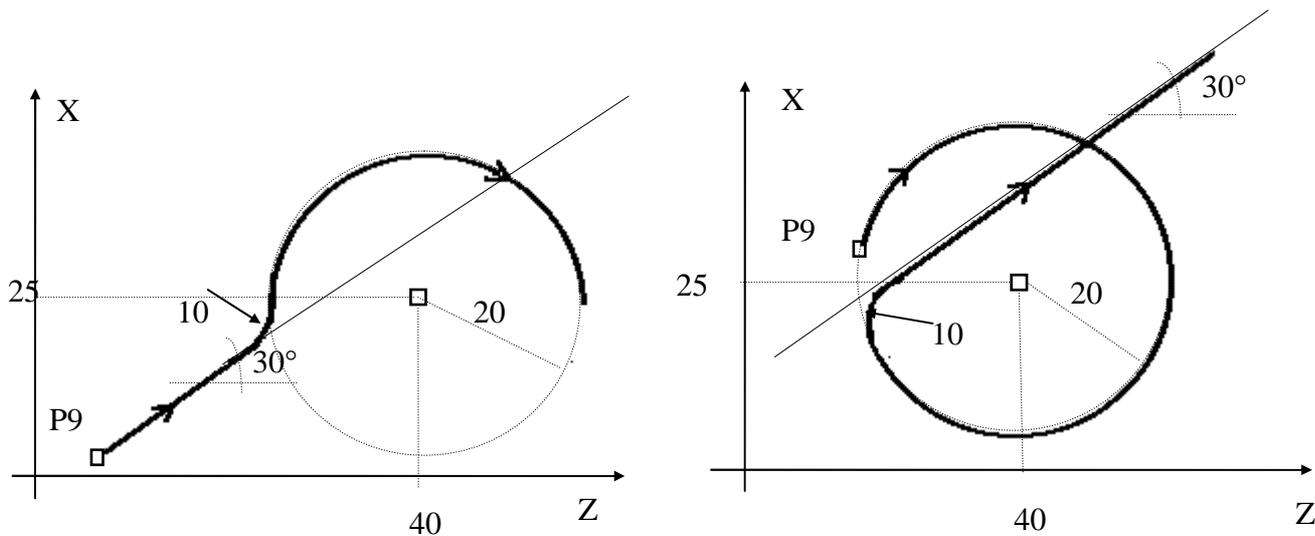
Sono previste le seguenti definizioni:

8.2.17.1 Raccordo Retta / Retta



Nel precedente caso il segno - é facoltativo in quanto il CNC ha già tutti gli elementi per definire il raccordo

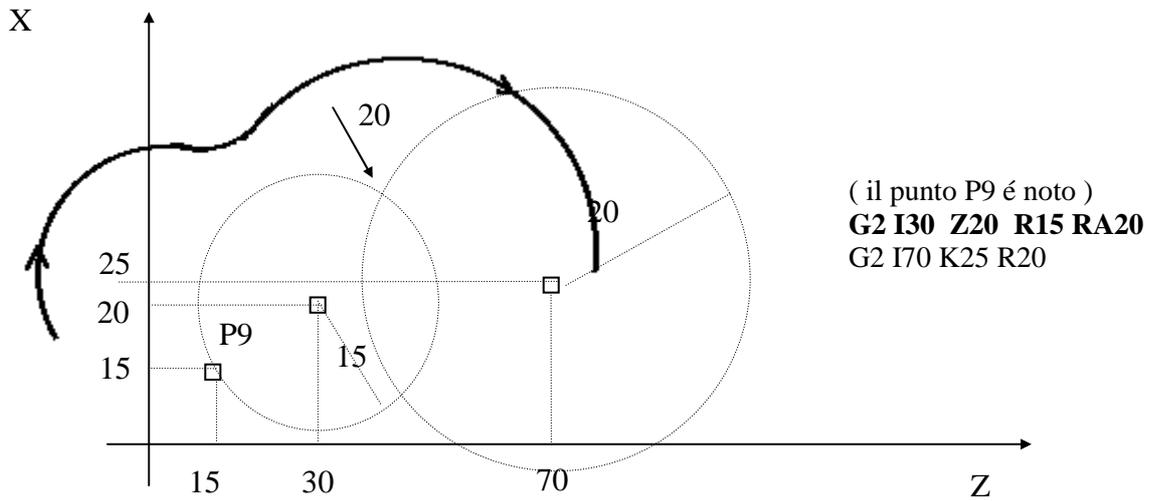
8.2.17.2 Raccordo Retta / Cerchio e Cerchio / Retta



(Il punto P9 è noto)
G1 RC30 RA10
G2 I40 K25 R20

(Il punto P9 è noto)
G2 I40 K25 R20 RA-1 —
G1 RC30 X₁₀ Z₁₀

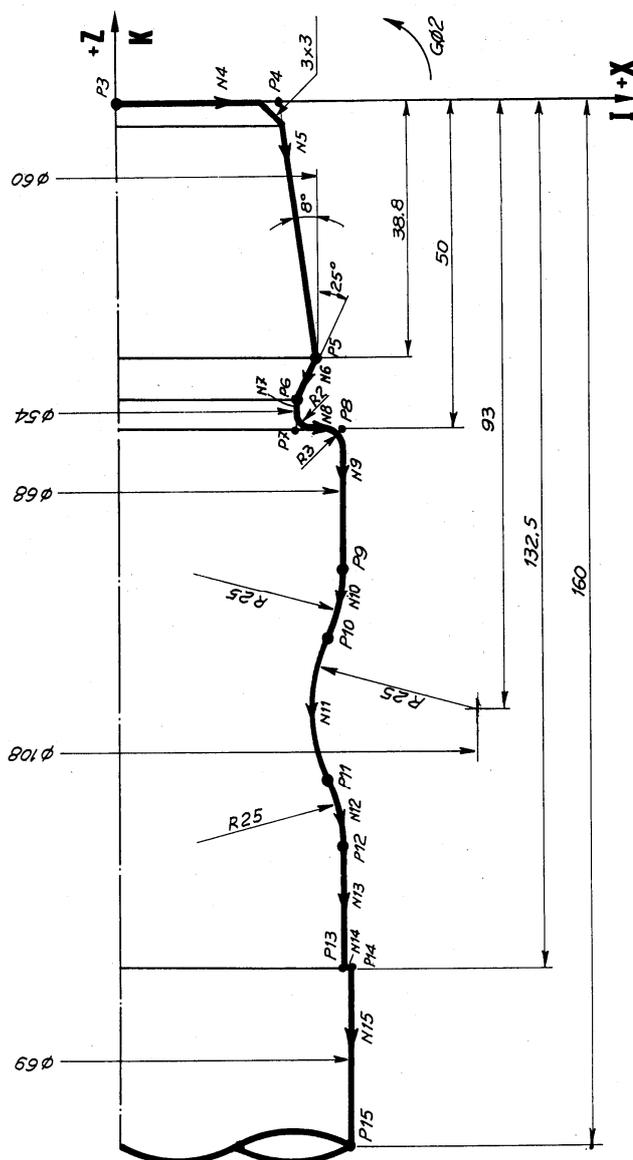
8.2.17.3 Raccordo Cerchio / Cerchio



8.3 Esempi di Programmazione GAP

8.3.1 Esempio 1

Facciamo l'esempio di programmazione della finitura del particolare in figura, supponendo di avere a disposizione l'utensile T2 LX.. LZ.. R=0.8 Q=1



```

N0 G92 S1300
N1 T2 M06 G96 S180 F0.35
N2 X0 Z2 M42 M03
N3 G01 G42 X0 Z0
N4 G01 RC+90 SM3
N5 RC+172 X60 Z-38.8
N6 RC+205 X54
N7 X54 Z-50 RA2
N8 X68 Z-50 RA3
N9 G01 RC-180
N10 G03 R25
N11 G02 I108 K-93 R25
N12 G03 R25
N13 G01 RC-180 X68 Z-132.5
N14 Z-132.5 X69
N15 X69 Z-160
N16 G00 G40 X100 Z200 M05
N17 M02
    
```

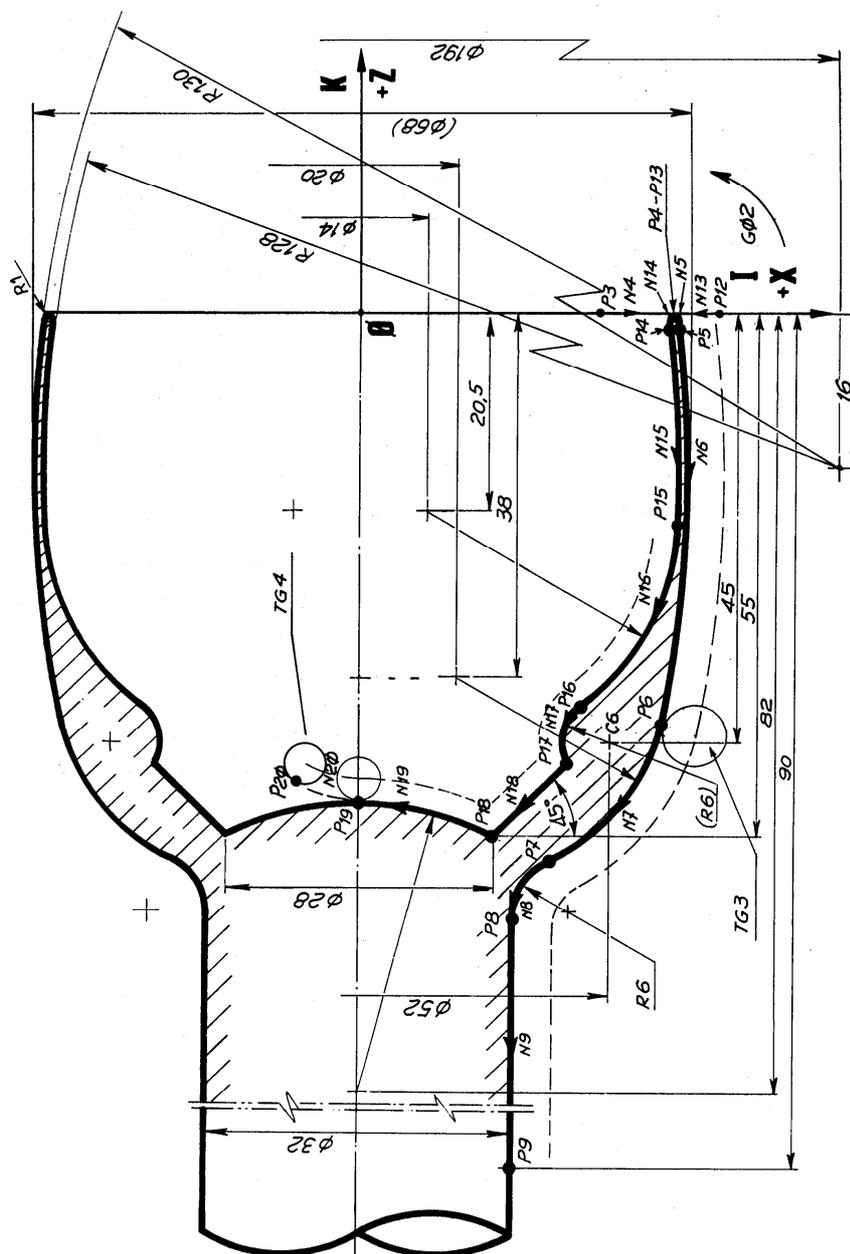
COMMENTI

N4

N5 Intersezione tra rette. Si noti la definizione tramite l'istruzione (SM)
 N11 Notare che il cerchio N10 è definito come raccordo "implicito" (RA3)
 Si è ottenuta la contornatura del pezzo con compensazione vettoriale del raggio utensile, senza dover calcolare le coordinate dei punti P4, P5, P9, P10, P11 e P12. Si noti che lo scalino di 0.5 mm tra l'istruzione N13 ed N14 viene risolto automaticamente dal GAP. Si noti che nella N9 l'istruzione G01 è stata ripetuta perché non presenti istruzioni di assi, mentre nelle N5, N6, N7 ed N8 non è stato necessario riprogrammare G01 in quanto già "attiva".

8.3.2 Esempio 2

Si vuole eseguire la passata di finitura del profilo del pezzo di figura con utensile a placchetta circolare T3= LX.. LZ.. R=4 Q=1, la semifinitura e finitura dell'interno con l'utensile T4= LX.. LZ.. R=3 Q=2.



Il programma relativo alla figura precedente è il seguente:



N0 G92 S1200
N1 T3 M06 G96 S180 F0.3
N2 M42 M03 X60 Z2
N3 G01 G42 X60 Z0
N4 G01 RC90
N5 G03 R1
N6 G03 R130 I-192 K-16
N7 G03 I20 K-38
N8 G02 R6
N9 G01 RC-180 X32 Z-90
N10 G00 G40X80
N11 Z200 T4 M06 <DRA:1>
N12 G00 X80 Z2
N13 G01 G41 X80 Z0
N14 G01 RC40
N15 G02 R1
N16 G03 R128 K-16 I -192
N17 G03 I14 K-20.5
N18 G02 I52 K- 45
N19 G01 RC-135 X28 Z- 55
N20 G02 RC0 I0 K-82
N21 G03 RB30 I0 K-38
N22 G00 G40 Z200
N23 <DRA:0> F0.25
N24 <RPT:N120;N220>
N24 M05
N25 M02



8.4 Traduzione di Programmi GAP/EXPERT in ISO

Qualora sia necessario trasferire un programma, realizzato utilizzando i linguaggi **GAP** e/o **EXPERT**, su una macchina equipaggiata con un **CNC non ECS** (o semplicemente sprovvisto di tali linguaggi) é possibile “tradurre” il programma originale in uno in cui tutte le istruzioni di movimento sono esclusivamente di tipo **ISO (G1, G2 e G3)**.

Per dettagli su come procedere operativamente consultare il manuale “**Norme di Uso**” codice **720P409**.

Note sulla conversione:

- 1) Oltre che su istruzioni **GAP** ed **EXPERT** la conversione in **ISO** viene attuata su:
 - Blocchi programmati in coordinate polari,
 - Blocchi in programmazione incrementale (**G91** e **D...**).
- 2) Le parti di programma ripetute sono esplose e l'istruzione di ripetizione **<RPT:...>** eliminata.
- 3) Le istruzioni di movimento espresse in forma parametrica sono riscritte in forma esplicita
- 4) Le definizioni di enti virtuali sono cancellate.
- 5) Le istruzioni di attacco e stacco al profilo **G41, G42, G47** e **G48 K** sono trasformate eliminando il parametro **K** e specificandovi le coordinate dei punti di attacco/stacco.
- 6) L'istruzione **G58** é eliminata. Nel file **ISO** le quote vengono infatti riferite al sistema definito da **G54** e **G59**.

Limiti e considerazioni di fondo

Per eseguire la trasformazione in **ISO** e risolvere i punti salienti del profilo programmato il CNC di fatto esegue in lettura il programma. Ne consegue che i blocchi non letti (ad esempio perché eseguiti solo sotto condizione) non sono tradotti.

In caso di trasformazione di una subroutine questa viene tradotta una sola volta per cui possono insorgere problemi se questa é stata impostata in modo parametrico.

Si consiglia pertanto di non utilizzare istruzioni di salto condizionale e subroutine (in particolare di tipo parametrico) nei programmi sviluppati in **GAP/EXPERT** e destinati alla traduzione in **ISO**.



CAPITOLO 9

9. Il Linguaggio di Programmazione “EXPERT”

In questo capitolo è trattata la definizioni di **elementi geometrici virtuali** mediante il linguaggio **EXPERT**.

Per elemento geometrico virtuale si intende un ente (Punto, Retta o Cerchio) necessario a descrivere un profilo di contornatura di cui é un elemento di appoggio.

È importante precisare che un ente geometrico virtuale, qualora non costituisca parte integrale del profilo, non sarà lavorato dall’utensile.

Con il nuovo linguaggio **EXPERT**, all’interno di un programma, sono definibili sino ad un massimo di:

- **50 Punti** (identificati con la lettera **P** seguita da un numero compreso appunto tra 1 e 50).
- **50 Rette / Linee** (identificate con la lettera **L** seguita da un numero compreso appunto tra 1 e 50)
- **50 Cerchi** (identificati con la lettera **O** seguita da un numero compreso appunto tra 1 e 50)

Nella definizione dell’elemento virtuale deve essere rispettata la seguente sintassi:

Pxx / Lxx / Oxx = < Definizione Ente >

- Un ente virtuale può essere utilizzato per definire un altro ente virtuale .
- Nel caso in cui enti virtuali siano utilizzati nella definizione di altri enti essi potranno essere indicati in modo implicito (come **P.. L..** o **O..**) od in forma esplicita:

P.. -----> X.. Z..

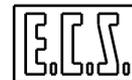
L.. -----> [G1] X.. Z.. RC.. oppure:

L.....> [G1] P.. RC..

O.. -----> G2/G3 I. K.. R..

- Essendo l’**EXPERT** una geometria orientata, nella **<Definizione Ente>** é importante l’ordine con cui gli elementi sono inseriti e il senso di percorrenza degli elementi inseriti.

- Allorché, nella definizione di un ente, esistano due soluzioni possibili il CNC adotterà la più probabile richiedendo l’uso del **discriminate K** per selezionare l’altra.



- La definizione di un ente virtuale può essere inserita in qualsiasi punto, all'interno di un programma, purché prima delle espressioni che utilizzano l'ente stesso.

- L'utilizzo della lettera **P** come indicativo di Punto ne preclude l'uso come sigla di Asse.

Nei paragrafi che seguono si sono adottate le seguenti convenzioni:

- Si è assunto che il piano di contornatura sia lo **ZX** per cui le coordinate dei punti sono state espresse come **X.. Z..** mentre quelle del centro dei cerchi come **I.. K...**

- I parametri opzionali sono rappresentati tra parentesi quadre

- Come separazione tra i vari elementi di una < **Definizione di Ente** > possono essere indifferentemente utilizzati il carattere <spazio> o il carattere < ; >.

Ad esempio la definizione **P1 = L1 L2** potrebbe essere anche espressa come **P1= L1; L2**

9.1 Modalità di definizione di un Punto

Esaminiamo i possibili modi di definire un punto come ente virtuale:

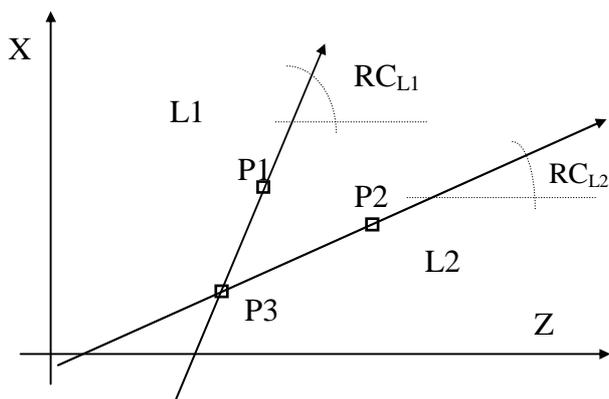
a) **Direttamente in coordinate cartesiane** **P1= X_{P1} Z_{P1}**

b) **Come intersezione di 2 rette** **P3=L1 L2** oppure:

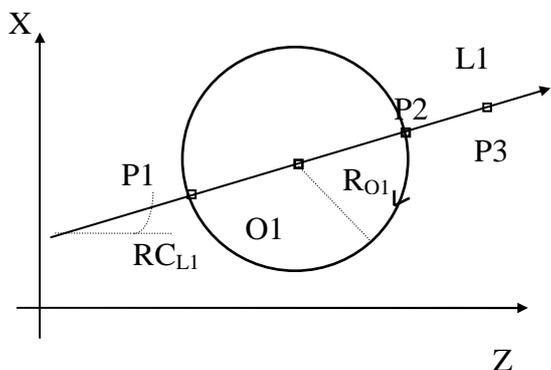
in tutte le altre forme ottenute esplicitando gli enti **L1** ed **L2**

Esempio:

P3=[G1]X_{P1} Z_{P1} RC_{L1} [G1]X_{P2} Z_{P2} RC_{L2}



c) Come intersezione retta/cerchio



$P1=L1 \ O1 \ (K)$ oppure:

nelle altre forme ottenute esplicitando gli enti **L1** ed **O1**

In questo caso sono possibili due soluzioni. **K** identifica la seconda intersezione muovendosi nella direzione della retta

Esempi:

$P1= [G1 \ X_{P3} \ Z_{P3} \ RC_{L1} \ G2 \ I_{O1} \ K_{O1} \ R_{O1}$

$P2= [G1 \ X_{P3} \ Z_{P3} \ RC_{L1} \ G2 \ I_{O1} \ K_{O1} \ R_{O1} \ K$

d) Come centro di cerchio

$P1= O1$

e) Come intersezione di 2 cerchi

$P1= O1 \ O2 \ (K)$ oppure:

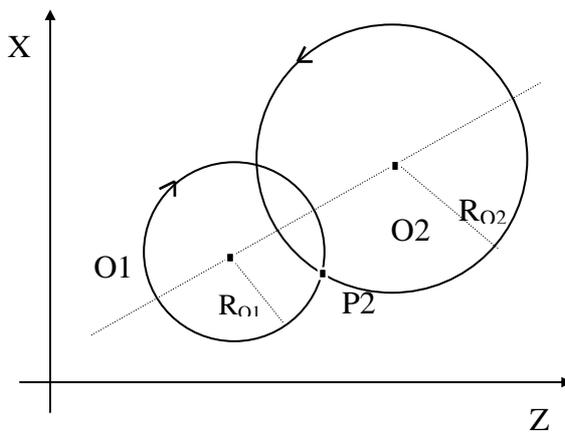
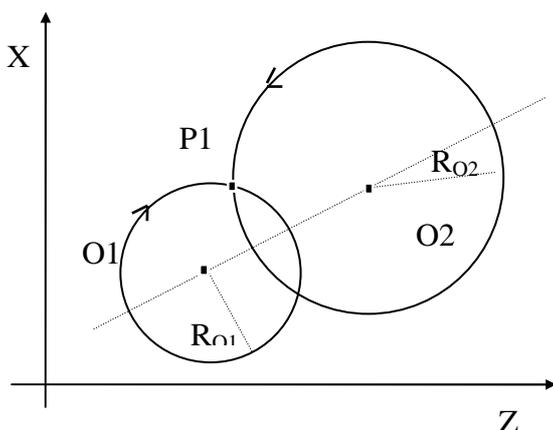
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **O1** ed **O2**

Anche in questo caso sono possibili 2 soluzioni per cui **K** verrà utilizzato come discriminatore identificando l'intersezione a destra della retta che congiunge il centro del primo cerchio con quello del secondo

Esempio:

$P1=G2 \ I_{O1} \ K_{O1} \ R_{O1} \ G3 \ I_{O2} \ K_{O2} \ R_{O2}$

$P2=G2 \ I_{O1} \ K_{O1} \ R_{O1} \ G3 \ I_{O2} \ K_{O2} \ R_{O2} \ K$



9.2 Modalità di definizione di una Retta

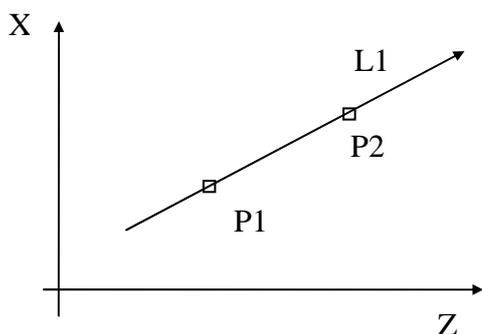
Esaminiamo ora i possibili modi di definire una retta come ente virtuale:

a) Passante per 2 punti

$L1=[G1] P1 P2$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando
gli enti **P1** e **P2**

Esempio:

$$L1= [G1] X_{P1} Z_{P1} X_{P2} Z_{P2}$$

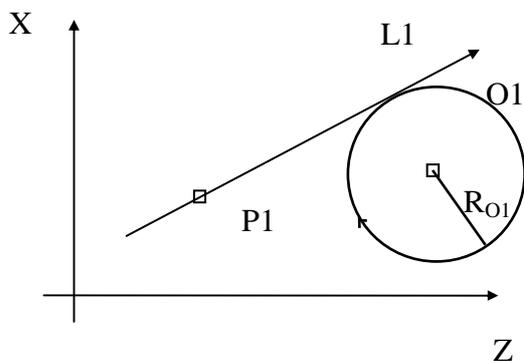


b) Passante per un punto e tangente ad un cerchio

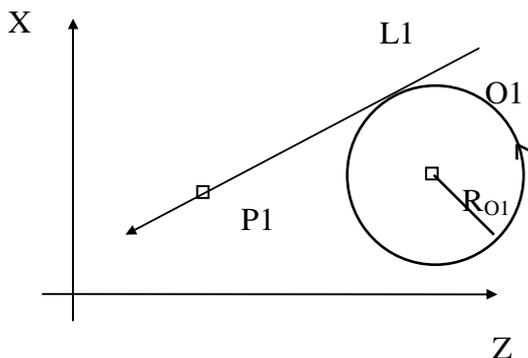
$L1= P1 O1$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando
P1 ed **O1**

Esempio:

$$L1= X_{P1} Z_{P1} G2 I_{O1} K_{O1} R_{O1}$$



c) Tangente ad un cerchio e passante per un punto

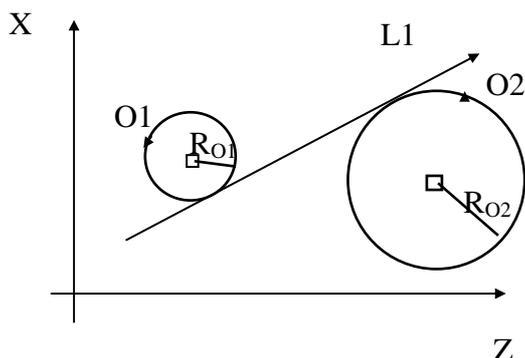


L1= O1 P1 oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **O1** e **P1**

Esempio:

L1= G3 I01 K01 R01 Xp1 Zp1

d) Tangente a 2 cerchi



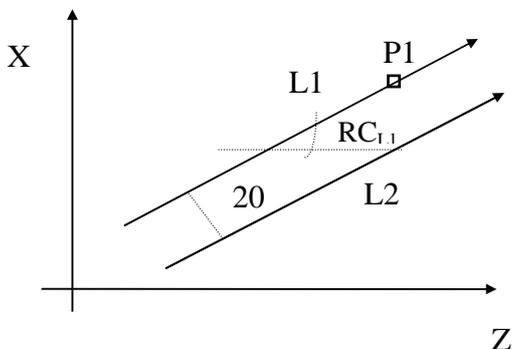
L1 = O1 O2 oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **O1** ed **O2**

Si osservi che la retta definita deve rispettare l'ordine di definizione dei cerchi e la loro sequenza di percorrenza

Esempio:

L1 = G3 I01 K01 R01 G2 I02 K02 R02

e) Parallela a retta data



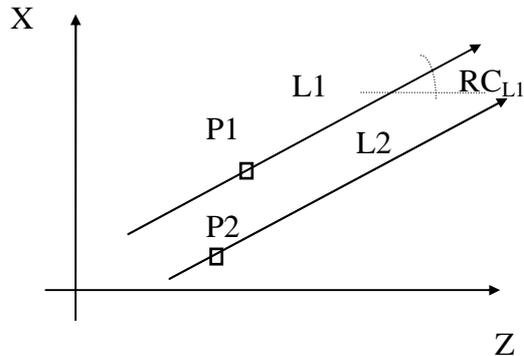
L2= L1 D +/- ... oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **L1**

Il valore di **D** rappresenta la distanza tra le due rette ed è prevista con segno. È positiva se la retta da definire è a sinistra, negativa se è a destra, guardando nella direzione della retta predefinita.

Esempio:

L2= [G1] X1 Z1 RC_{L1} D-20

f) Parallela a retta data e passante per punto noto

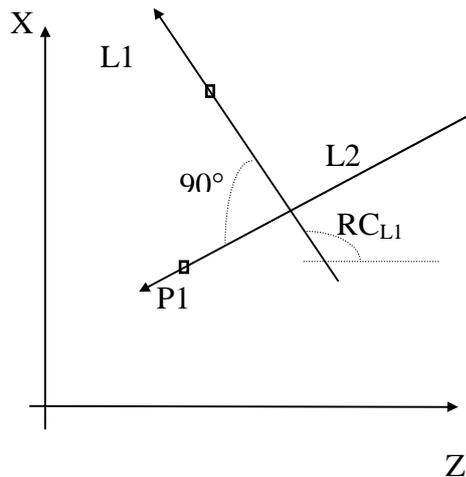


$L2 = L1 P2$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando
L1 e P2

Esempio:

$$L2 = [G1] X_{P1} Z_{P1} RC_{L1} X_{P2} Z_{P2}$$

g) Perpendicolare a retta data passante per punto noto

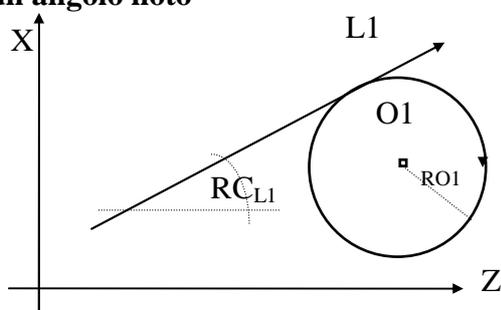


$L2=L1 P1 PE$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **L1 e P1**

Esempio:

$$L2=[G1] X_{P2} Z_{P2} RC_{L1} P1 PE$$

h) Tangente a cerchio e inclinata di un angolo noto



$L1= O1 RC_{L1}$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando
O1

Esempio:

$$L1= G2 I_{O1} K_{O1} R_{O1} RC_{L1}$$

i) Percorsa in senso inverso

$L2 = -L1$

Questa espressione può essere utilizzata anche all'interno di un'altra definizione.

Ad esempio:

$L2 = -L1 P1 PE$

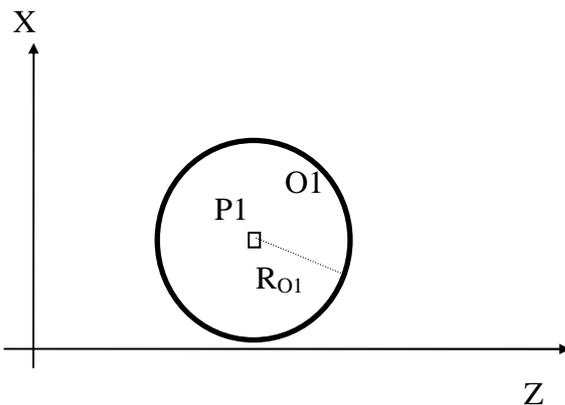
9.3 Modalità di definizione di un Cerchio

Nota di carattere generale

In molti casi il senso di rotazione del cerchio, indicato tramite **G2** o **G3**, è un'informazione ridondante per cui può essere omessa. *Nel caso essa venga comunque precisata, in caso di incongruenza con gli altri dati, verrà segnalato errore.*

Esaminiamo ora i possibili modi di definire un cerchio come **ente virtuale**:

a) Di centro e raggio noti

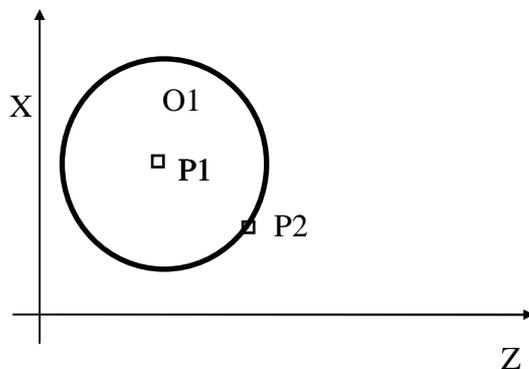


$O1 = G2/G3 P1 R_{O1}$ oppure:

$O1 = G2/G3 X_{P1} Z_{P1} R_{O1}$

$O1 = G2/G3 I_{P1} K_{P1} R_{O1}$

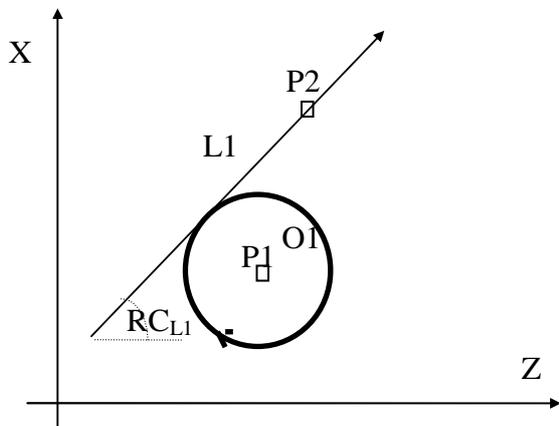
b) Di centro noto passante per un punto



$O1 = G2/G3 P1 P2$ oppure:

in tutte le altre forme ottenute esplicitando **P1** e **P2**

c) Di centro noto tangente a retta



O1= [G2/G3] P1 L1 oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **P1**
ed **L1**
Il senso di rotazione del cerchio é di fatto
facoltativo essendo vincolato da quello della
retta

Esempio:
O1= G2 P1 G1 X_{P2} Z_{P2} RC_{L1}

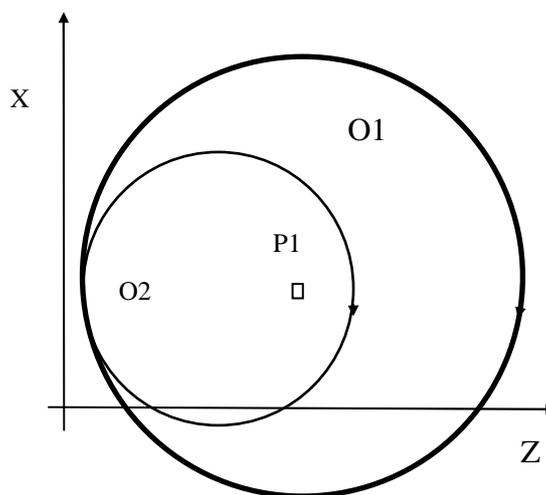
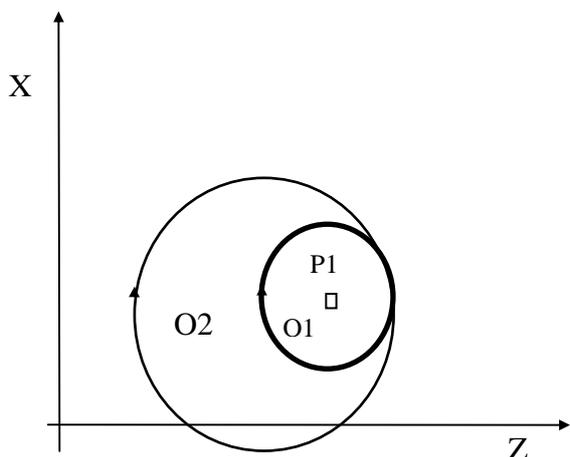
d) Di centro noto tangente a cerchio

O1= [G2/G3] I_{P1} J_{P1} O2 (K)
O1= [G2/G3] P1 O2 (K) oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando **P1**
ed **O1**
Esistendo due soluzioni , **K** discrimina quella
relativa al cerchio di raggio maggiore ovvero
quello che contiene il cerchio dato

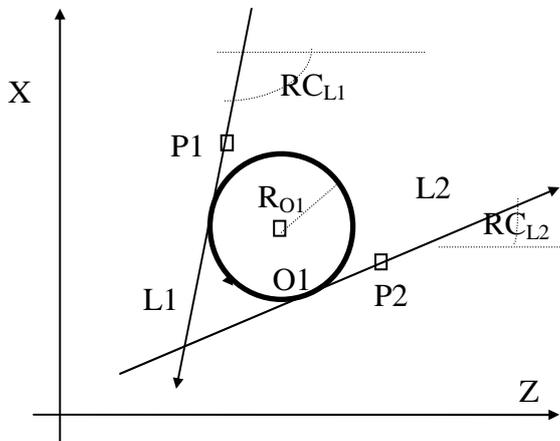
Esempi:

$$O1= G2 X_{P1} Z_{P1} G2 I_{O2} K_{O2} R_{O2}$$

$$O1= G2 X_{P1} Z_{P1} G2 I_{O2} K_{O2} R_{O2} K$$



e) Di raggio noto tangente a 2 rette



$O1=L1 [G2/G3] R_{O1} L2$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando $L1$
ed $L2$.
In questo caso il cerchio é visto come un
raccordo tra due rette.

Esempio:

$$O2= G1 P1 RC_{L1} G3 R_{O1} G1 P2 RC_{L2}$$

f) Di raggio noto, tangente a una retta e a un cerchio

Caso di retta L1 e Cerchio O1 non secanti
In questo caso esistono 2 soluzioni possibili identificate attraverso il discriminante K. Per contro il senso di rotazione del cerchio é univocamente determinato per cui può essere omissso.

$$O2= G1 X_{P1}Z_{P1} RC_{L1} G3R_{O2} G2 I_{O1}K_{O1}R_{O1}$$

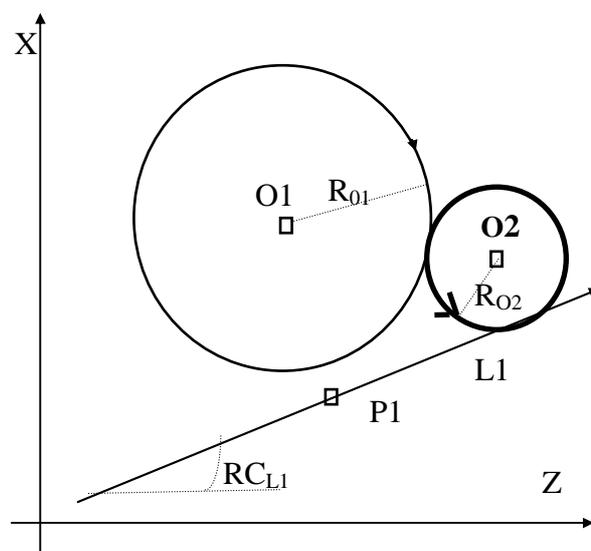
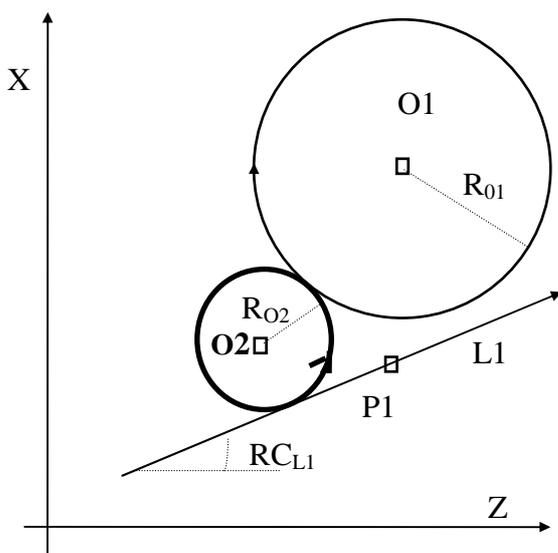
$O2=L1 G2/G3 R_{O2} O1 (K)$ oppure:
in tutte le altre forme ottenute esplicitando $L1$
ed $O1$

Sono previste 2 casistiche caratterizzate da :

- a) **Retta e cerchio secanti**
- b) **Retta e cerchio non secanti**

Esempi:

$$O2= G1 X_{P1}Z_{P1} RC_{L1} G3R_{O2} G2 I_{O1}K_{O1}R_{O1} K$$



Caso di retta e cerchio non secanti

In questo caso imporre il verso del cerchio permette di discriminare la soluzione desiderata

g) Di raggio noto, tangente ad una retta e passante per un punto

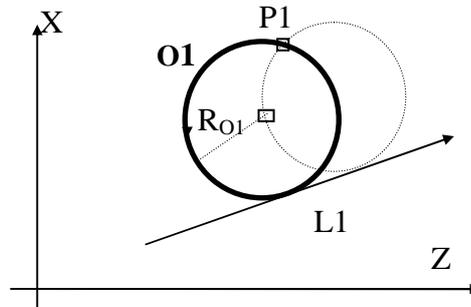
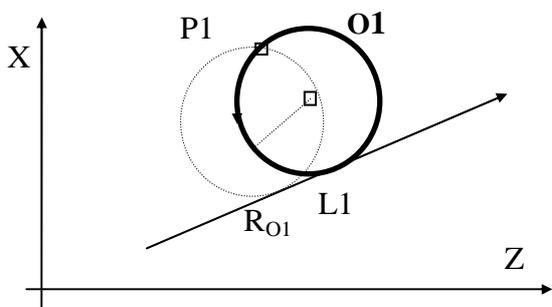
Esempi:

O1= L1 G2/G3 R_{O1} P1 (K)
O1= P1 G2/G3 R_{O1} L1 (K) oppure:

Tutte le possibili combinazioni ottenute esplicitando **L1** e **P1**

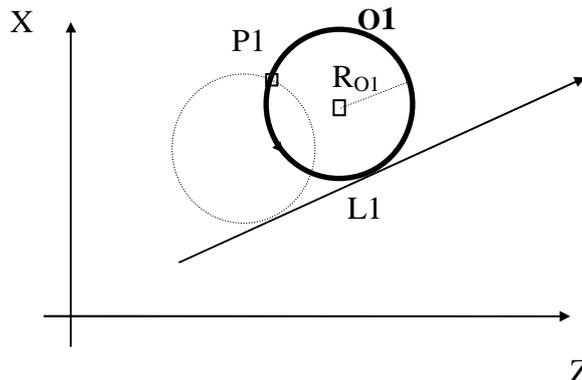
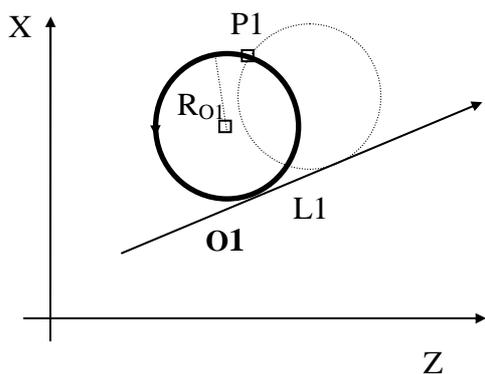
O1= P1 G3 R_{O1} L1

O1= L1 G3 R_{O1} P1



O1=P1 G3 R_{O1} L1 K

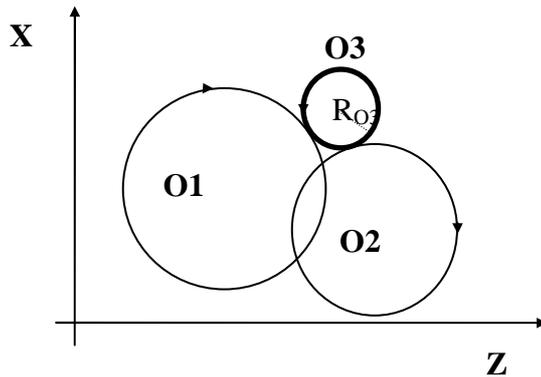
O1= L1 G3 R_{O1} P1 K



h) Di raggio noto, tangente a 2 cerchi

$O3 = O1 G2/G3 R_{O3} O2 (K)$ oppure:
tutte le altre forme ottenute esplicitando
O1 ed O2

Caso di cerchi secanti



Esempio:

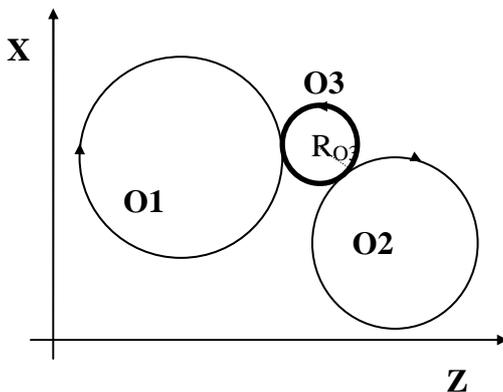
$$O3 = O1 G3 R_{O3} O2$$

Caso di cerchi non secanti

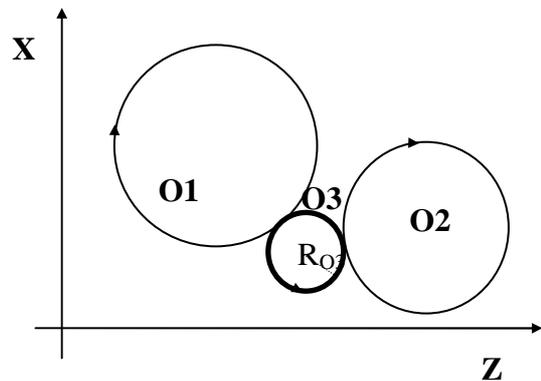
In questo caso esistono 2 possibili soluzioni
discriminate attraverso **K**

Esempi:

$$O3 = O1 G3 R_{O3} O2$$



$$O3 = O1 G3 R_{O3} O2 K$$





i) Di raggio noto, passante per un punto e tangente ad un cerchio

$O2=P1\ G2/G3\ R_{O2}\ O1\ (K)$ oppure:
tutte le altre forme ottenibili esplicitando P1 ed O1

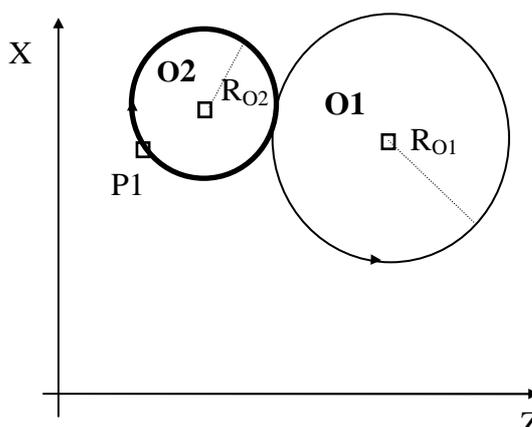
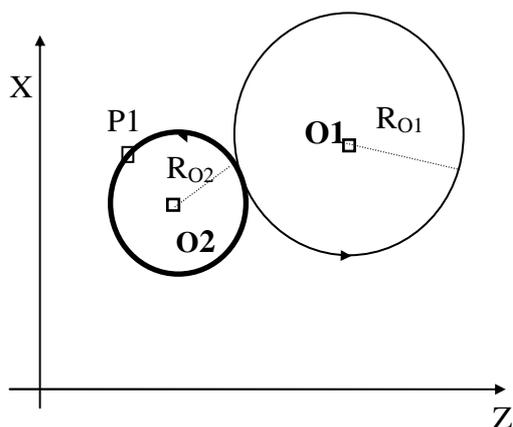
Esistono due soluzioni possibili identificate attraverso il discriminante **K**.

K identifica, tra le due soluzioni, quella caratterizzata da un angolo di percorrenza superiore a 180° .

Esempi:

$$O2=X_{P1}\ Z_{P1}\ G2\ R_{O2}\ G3\ I_{O1}\ K_{O1}\ R_{O1}$$

$$O2=X_{P1}\ Z_{P1}\ G2\ R_{O2}\ G3\ I_{O1}\ K_{O1}\ R_{O1}\ K$$



l) Di raggio noto, passante per 2 punti

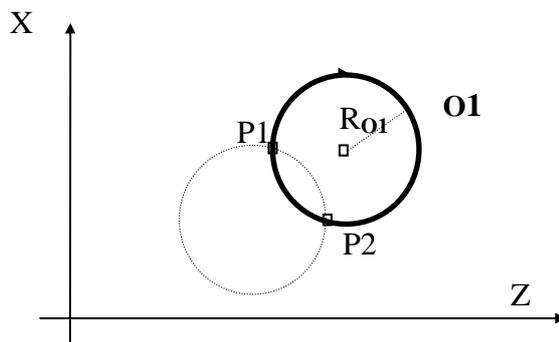
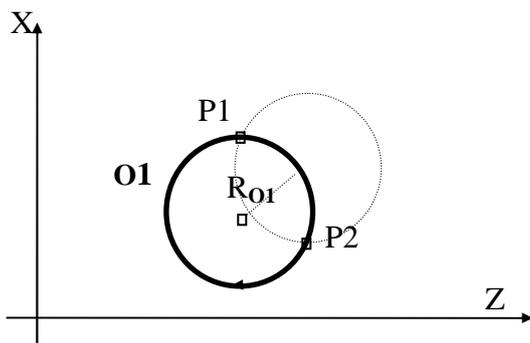
O1=P1 G2/G3 R01 P2 (K) oppure:
tutte le altre forme ottenute esplicitando P1 e P2

K identifica, tra le due soluzioni, quella caratterizzata da un angolo di percorrenza superiore a 180°.

Esempi:

O1=X_{P1} Z_{P1} G2 R01 X_{P2} Z_{P2} K

O1=X_{P1} Z_{P1} G2 R01 X_{P2} Z_{P2}



m) Cerchio concentrico a cerchio dato

O2 = O1 D +/- .. oppure:

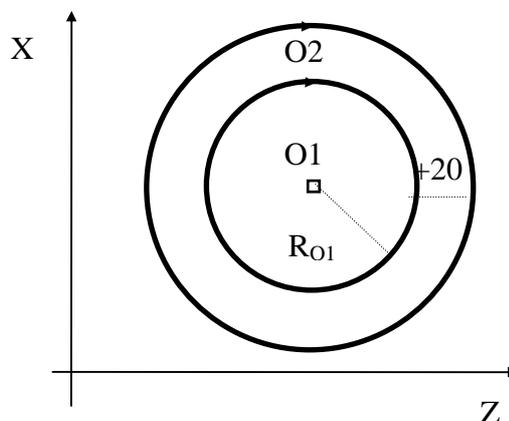
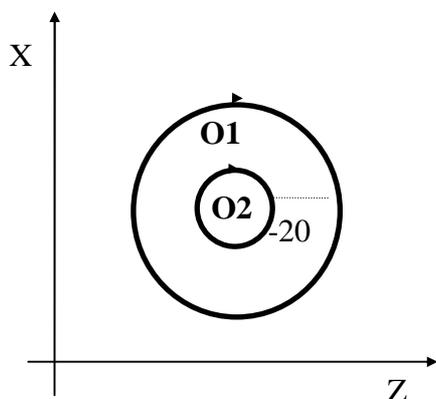
tutte le altre forme ottenute esplicitando **O1**
La distanza **D..** rappresenta la differenza tra i raggi dei due cerchi, il segno discrimina il cerchio che si intende definire.

D assume valori positivi allorché si desidera definire il cerchio di raggio maggiore, negativo in caso contrario si voglia selezionare quello più piccolo.

O2= G2 I01 K01 R01 D20

Esempi:

O2= G2 I01 K01 R01 D-20





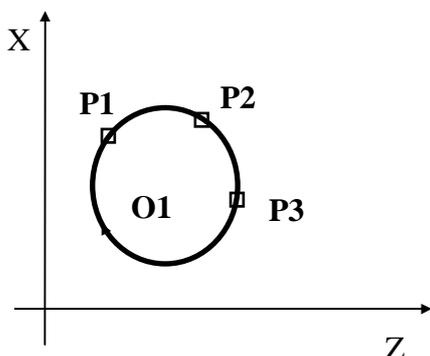
n) Cerchio tangente a tre enti generici

$$O1 = \text{Ente1 Ente2 Ente3 (K)}$$

Dove come Ente può essere definito a piacere una retta o un cerchio.
In questo caso sono importanti i sensi di percorrenza dei vari enti e la sequenza di collegamento tra gli enti indicata nell'espressione.
In taluni casi dove più soluzioni sono possibili il discriminante K permette di selezionare quella desiderata.

Come caso particolare può essere analizzato:

Cerchio passante per tre punti



$$O1 = P1 P2 P3 \quad \text{oppure:}$$

tutte le altre forme ottenute esplicitando P1, P2 e P3

Esempio:

$$O1 = X_{P1} Z_{P1} X_{P2} Z_{P2} X_{P3} Z_{P3}$$

o) Cerchio percorso in senso inverso

$$O2 = - O1$$

Il segno meno, indicante il cambiamento di verso di percorrenza, può comunque essere utilizzato anche all'interno di altre definizioni.

Ad esempio:

$$O2 = -O1 D20$$



9.4 Rilevazione dei Parametri di un Ente Virtuale

Come visto nei precedenti paragrafi **EXPERT** consente di definire Enti (**Punti**, **Linee** o **Cerchi**) “appoggiandosi” alla definizione di altri cui si conoscono tutti i parametri. In alcuni casi, in particolare nella definizione i Macro, può estremamente utile poter disporre dei parametri caratteristici di tali nuove entità.

Ad esempio:

- Delle coordinate di un punto di intersezione/tangenza,
- Dell'inclinazione di una retta,
- Del raggio di un cerchio/raccordo.
- Delle coordinate di un cerchio/raccordo

A tal fine sono disponibili 4 funzioni matematiche **LIP** che consentono appunto di trasferire il valore di tali parametri su generiche variabili di programma **R** (o eventualmente variabili #).

- EAS (Ente)** Restituisce il valore dell'ascissa dell'Ente posto come parametro, nel caso l'ente sia un cerchio ritorna l'ascissa del suo centro.
- EOR(Ente)** Restituisce il valore dell'ordinata dell'Ente posto come parametro, nel caso l'ente sia un cerchio ritorna l'ordinata del suo centro.
- ERA(Ente)** Accetta in ingresso solo enti Cerchio (**On**). Restituisce il valore del raggio Il raggio è positivo se l'arco è percorso in senso antiorario (**G3**) è negativo se percorso in senso orario (**G2**).
- EAN(Ente)** Accetta in ingresso solo enti Linea (**Ln**). Restituisce il valore in gradi della sua inclinazione.

Nota:

L'Ente passato come parametro deve essere ovviamente stato precedentemente definito.

Esempio di programmazione:

```
...  
...  
N20 <R30=ABS(ERA (O1))+50.1> {in R30 va il raggio di O1 + 50.1}  
N30 <R50=EAS (P<#5>> {in R50 va l'ascissa di un punto parametrizzato }  
...  
...
```



9.5 Generazione di un Profilo utilizzando Elementi Virtuali

Nella generazione del profilo é importante siano rispettate le seguenti regole:

- La parte di Elemento Virtuale che diviene profilo utensile é quella compresa dal punto iniziale (precedentemente definito) al punto di intersezione / tangenza con l'elemento successivo.

- Tra due elementi che si intersecano, nel punto di intersezione, potrà essere inserito un raccordo implicito nella forma **RA +/- ...** .

Nella definizione del segno del raccordo valgono le regole a suo tempo definite (positivo se antiorario, negativo se orario).

- Nel punto di intersezione tra due rette, indipendentemente dal formato in cui sono espresse, potrà essere inserito uno smusso implicito nella forma **SM...**

Per quanto concerne le regole per programmare l'attacco e lo stacco a e da un profilo descritto tramite **EXPERT** fare riferimento al **Capitolo 10** di questo manuale

9.6 Traduzione di Programmi GAP/EXPERT in ISO

Qualora sia necessario trasferire un programma, realizzato utilizzando i linguaggi **GAP** e/o **EXPERT**, su una macchina equipaggiata con un **CNC non ECS** (o semplicemente sprovvisto di tali linguaggi) é possibile "tradurre" il programma originale in uno in cui tutte le istruzioni di movimento sono esclusivamente di tipo **ISO (G1, G2 e G3)**.

Per dettagli su come procedere operativamente consultare il manuale "**Norme di Uso**" codice **720P409**.

Note sulla conversione:

- 1) Oltre che su istruzioni **GAP** ed **EXPERT** la conversione in ISO viene attuata su:
 - Blocchi programmati in coordinate polari
 - Blocchi in programmazione incrementale (**G91** e **D...**)
- 2) Le parti di programma ripetute sono esplose e l'istruzione di ripetizione **<RPT:...>** eliminata.
- 3) Le istruzioni di movimento espresse in forma parametrica sono riscritte in forma esplicita
- 4) Le definizioni di enti virtuali sono cancellate.
- 5) Le istruzioni di attacco e stacco al profilo **G41, G42, G47** e **G48 K** sono trasformate eliminando il **discriminante K** e specificandovi le coordinate dei punti di attacco/stacco.



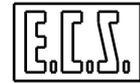
- 6) L'istruzione **G58** é eliminata. Nel file **ISO** le quote vengono infatti riferite al sistema definito da **G54** e **G59**.

Limiti e considerazioni di fondo

Per eseguire la trasformazione in **ISO** e risolvere i punti salienti del profilo programmato il CNC di fatto esegue in lettura il programma. Ne consegue che i blocchi non letti (ad esempio perché eseguiti solo sotto condizione) non sono tradotti.

In caso di trasformazione di una subroutine questa viene tradotta una sola volta per cui possono insorgere problemi se questa é stata impostata in modo parametrico.

Si consiglia pertanto di non utilizzare istruzioni di salto condizionale e subroutine (in particolare di tipo parametrico) nei programmi sviluppati in **GAP/EXPERT** e destinati alla traduzione in **ISO**.



Note:

CAPITOLO 10

10. Correzione Utensile ed Attacco / Stacco dal Profilo

10.1 Errori di Profilo senza Correzione Raggio Utensile

Nel **Capitolo 7** è stata trattata la contornatura (**G1**, **G2** e **G3**) senza tenere conto del raggio dell'inserto, ma della sola "Punta Virtuale".

Dato che è la "Punta Virtuale" dell'utensile a percorrere esattamente il profilo programmato, il profilo lavorato sarebbe esatto, solo se il raggio R dell'utensile fosse nullo.

Consideriamo ad esempio il caso di **FIG. 10-1** nella quale si vede un profilo P0 -:- P5 ed un utensile con la sua "punta virtuale P", il raggio R ed il centro del raggio inserto U.

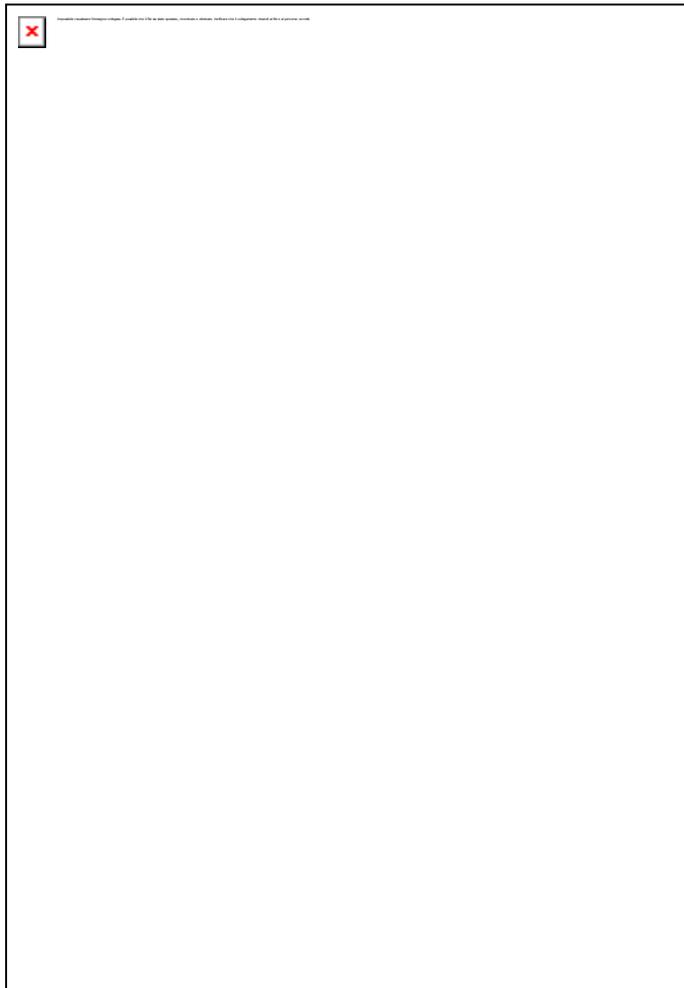


FIG.10-1



Il particolare di **FIG.10-1** evidenzia che, mentre si percorre (ad esempio) il tratto P2-P3 che ha pendenza "m", la "punta virtuale p" è esattamente sulla retta P2-P3 programmata, ma il tagliante è spostato di una quantità **E**.

Questo errore **E** è massimo sui coni a 45°, in tal caso:

$$E_{max} = 0,4142 * R$$

Per la stessa ragione, percorrendo archi di cerchio con la "Punta Virtuale" questi ultimi non verrebbero riprodotti con esattezza.

L'errore sul profilo ha sempre l'effetto di lasciare sovrametallo rispetto al contorno programmato ed è tanto più grande quanto più grande è il raggio dell'inserto. L'errore **E** è nullo solo in quei tratti rettilinei paralleli all'asse X o all'asse Z. Per evitare questi errori si può:

1. Programmare la contornatura del profilo con **Compensazione Vettoriale** del raggio utensile. In questo caso si programmano direttamente i punti del profilo voluto (nell'esempio di **FIG.10-1**: P0, P1, P2 etc. 1) il CNC sviluppa tutti i calcoli per tenere conto automaticamente del raggio dell'utensile.
2. Ricalcolare le quote di un nuovo profilo che genera il profilo voluto, quando è percorso dalla "punta virtuale p" dell'utensile.

Nel secondo caso però, il programma diventerebbe estremamente rigido, dovendo essere modificato, allorché si usi un utensile di raggio R diverso da quello preso in considerazione nei calcoli. Nei **CNC 1802 / 4802**, essendo gestita la **Compensazione Vettoriale** del raggio utensile, la soluzione 1. è comunque applicabile.

10.2 Concetto di Compensazione Vettoriale del Raggio Utensile

Con la **Compensazione Vettoriale** attiva il CNC, dai punti di un profilo (P0, P1, ..., P5 nell'esempio di **FIG.10-1**), genera infatti automaticamente un nuovo profilo che tiene conto del raggio utensile.

Il termine "**Compensazione Vettoriale**" del raggio nasce dal fatto che il raggio utensile è trattato come un vettore che viene mantenuto sempre perpendicolare al profilo programmato.

In particolare vengono risolti automaticamente gli spigoli. Ad esempio l'arco di cerchio PB-PC di **FIG.10-1** è inserito automaticamente tra le due interpolazioni lineari (G01) corrispondenti ai tratti P0-P1 a P1-P2. Affinché il CNC compensi vettorialmente il raggio utensile è però necessario fornire alcune informazioni supplementari.

10.2.1 Raggio Utensile e suo orientamento

Al momento di lavorare il pezzo, occorre memorizzare nella "tabella geometrica" del CNC non solo il valore del raggio **R** dell'utensile, ma anche il suo orientamento rispetto alla punta virtuale in gergo definito come "Quadrante".

Nel caso di **FIG.10-1** sarebbe l'orientamento della retta: **P → U**

La **FIG.10-2** presenta due torni A e B con diverso orientamento dell'asse X e quattro utensili T1, T2, T4, T6, ad esempio tutti con raggio uguale a 0.5 mm.

L'orientamento del raggio viene dato introducendo nella tabella utensili il numero del quadrante (Qx), tra i 9 possibili previsti dal CNC (Vedi **FIG. 10-2** e **FIG.10-3**)

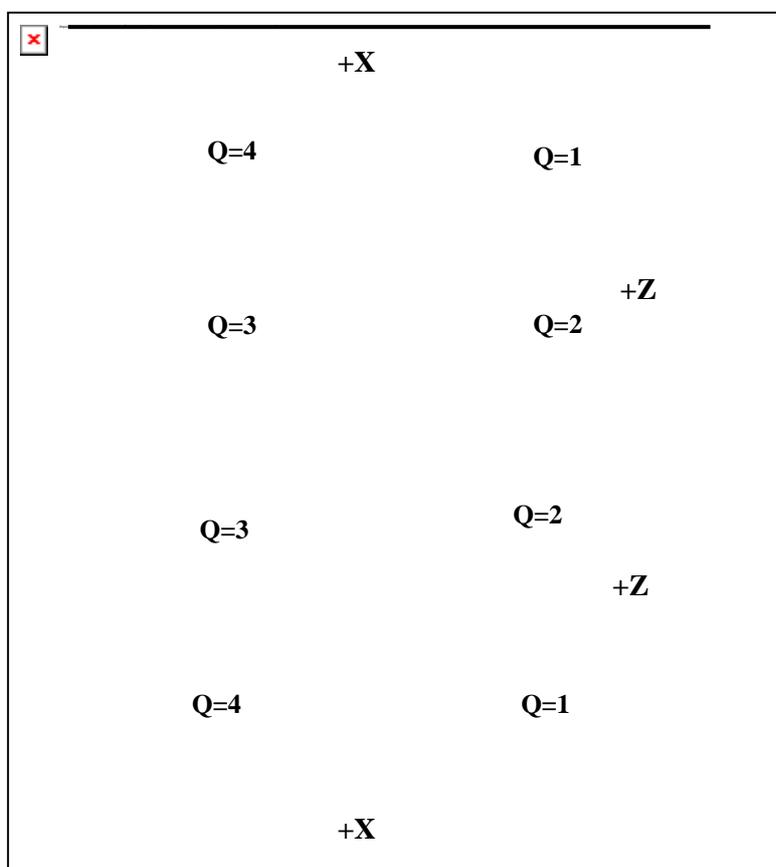
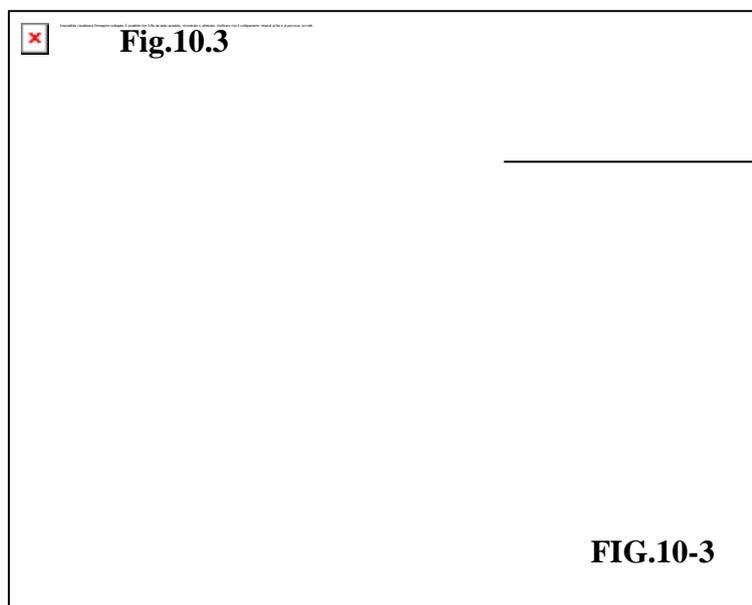


FIG.10-2

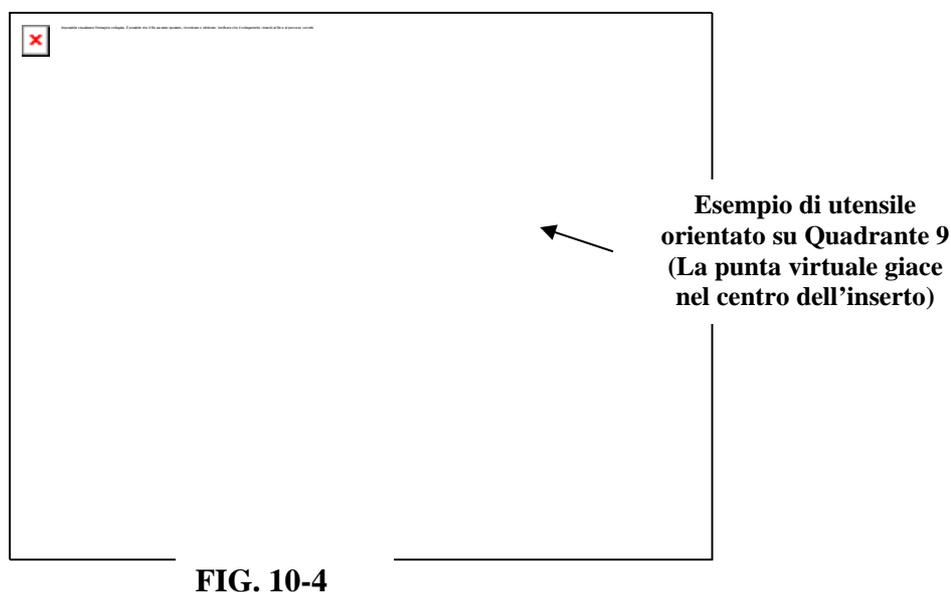
I numeri 1, 2, 3, 4 descrivono il quadrante cartesiano in cui cade il centro U dell'inserto.

Nel tornio B di **FIG.10-2** gli utensili **T1**, **T2**, **T3** e **T4** saranno rispettivamente associate ai quadranti **Q2**, **Q1**, **Q4** e **Q3**

La **FIG.10-3** mostra invece gli altri possibili quadranti **Q5**, **Q6**, **Q7**, **Q8** e **Q9**. In particolare il quadrante **Q9** è attribuito allorché la punta virtuale dell'utensile giace nel centro del raccordo dell'inserto.



I quadranti da 5 a 9 sono utilizzati per utensili a placchetta cilindrica o a "lancia" del tipo raffigurato in **FIG.10-4**.



A titolo d'esempio si consideri la **FIG.10-5** in cui vengono mostrati vari utensili con l'esatto orientamento del raggio utensile rispetto alla propria punta virtuale, visti nel loro verso di lavorazione. Gli utensili proposti sono riferiti ai quadranti 1, 2, 3, 4 perché di uso più frequente.

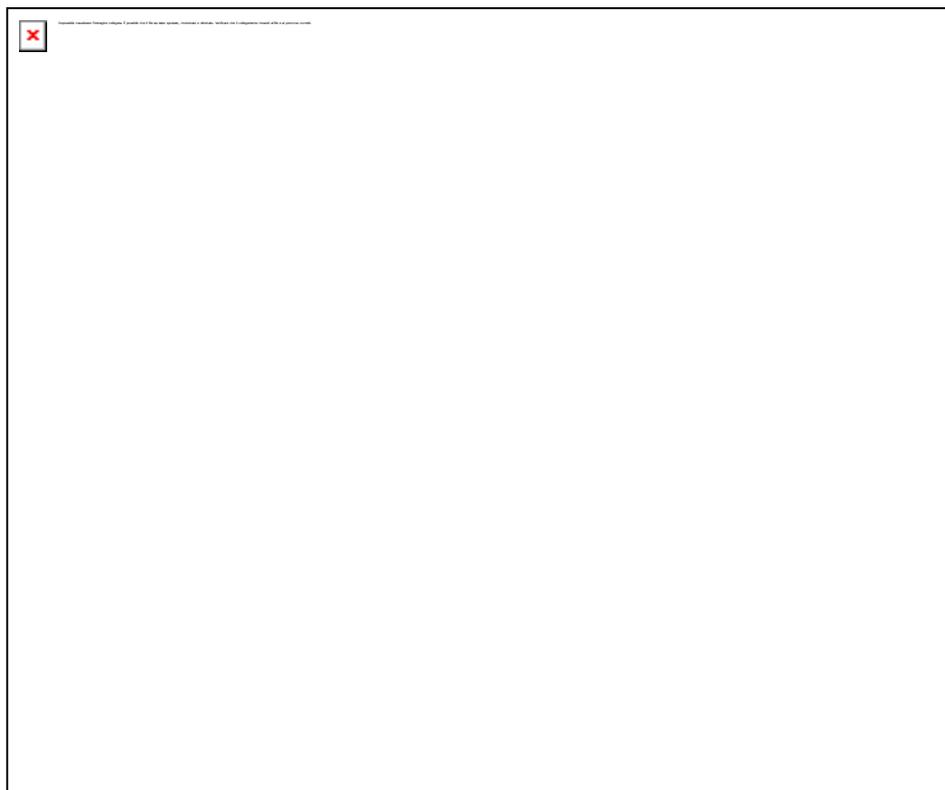


FIG.10-5

10.3 Attivazione della Compensazione Raggio Utensile

La compensazione / correzione del raggio utensile viene attivata/ disattivata con le seguenti istruzioni:

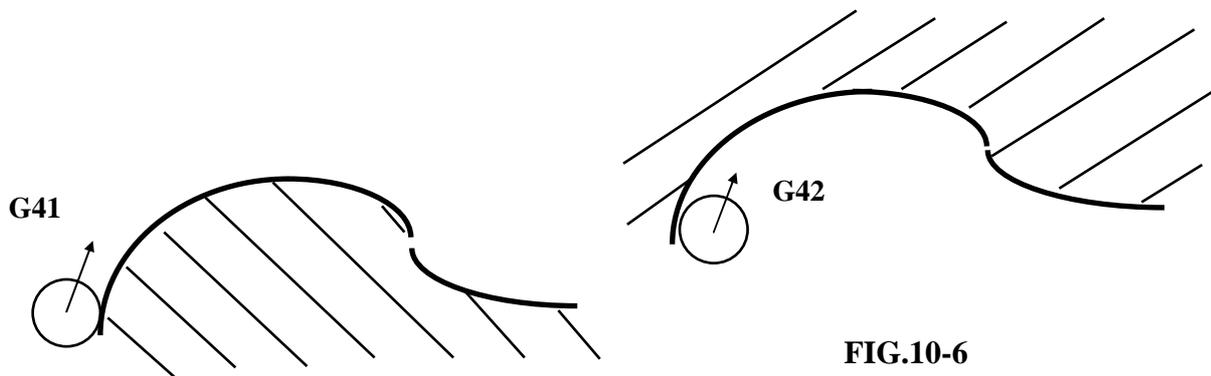
- G41** **Compensazione con pezzo da lavorare a destra dell'utensile**
- G42** **Compensazione con pezzo da lavorare a sinistra dell'utensile**
- G40** **Annullamento della correzione del Raggio dell'utensile**

Nota:

Nella valutazione della posizione reciproca **Utensile / Pezzo** occorre considerare che si osserva dall'utensile e nel senso di avanzamento della lavorazione (Vedi **FIG.10-6**).

Attenzione!!

Tale regola vale solo per quei torni nei quali il senso dell'istruzione **G02** è effettivamente orario, altrimenti occorre intervenire il significato di **G41, G42** (Vedi **CAPITOLO 7**)



Allorché, in un programma ISO, si utilizzino le istruzioni **G41** e **G42**, per una corretta programmazione della contornatura occorre rispettare le seguenti regole:

1. Definire il piano di contornatura mediante le istruzioni **G17**, **G18** o **G19**, oppure con l'istruzione di selezione libera del piano **G16...**
2. Posizionare gli assi del piano di contornatura (in rapido **G00** o lavoro **G01**) su un punto distante dal profilo, questo punto sarà raggiunto dalla Punta Virtuale.
3. Posizionare gli assi sul punto d'inizio del profilo mediante l'istruzione **G00** o **G01**. Sulla stessa linea è consigliabile anche inserire l'istruzione di attivazione della compensazione **G41** o **G42** (a seconda della posizione reciproca Pezzo/Utensile). L'istruzione **G41** o **G42** può comunque comparire su una linea del Part Program a se stante.

Gli assi raggiungeranno il punto di inizio della contornatura con utensile compensato normale al profilo e velocità zero. Si osservi che:

L'attacco al profilo può avvenire sia su retta che su cerchio ed in qualsiasi punto.

Nell'operazione successiva a quella d'inizializzazione della contornatura è necessaria una operazione contenente un movimento sul piano di contornatura.

4. Descrizione del profilo da contornare mediante istruzioni ISO (**G01**, **G02**, **G03**).
5. Distacco dell'utensile dal profilo mediante istruzioni **G00** oppure **G01**, in questa operazione deve essere annullata la compensazione mediante l'istruzione **G40**. Alla fine del posizionamento la punta virtuale dell'utensile si troverà sulle coordinate programmate.

Note:

- Durante la contornatura di un profilo con correzione del raggio utensile attiva, non sono da programmare inversioni di moto lungo il profilo, cioè si dovrà mantenere il pezzo o a destra (**G41**) oppure a sinistra (**G42**) come prescelto nell'operazione di inizio contornatura.

- Durante la contornatura di un profilo con correzione raggio utensile abilitata, non é ammesso:

Cambiare i correttori dell'utensile (istruzione **D...**)

- Programmare un sovrametallo (istruzione <DRA :....>)
 Modificare l'origine attiva (istruzioni G54.xx , G58 e G59)
 Cambiare il piano di contornatura (istruzioni G16... , G17, G18 e G19)

Eventuali cambi correttori, origini ecc. debbono essere pertanto programmati prima dell'inizio della contornatura.

10.4 Profilo Raccordato o con Spigoli

Un profilo è raccordato quando gli enti geometrici consecutivi che lo compongono (G1, G2, G3) sono tra loro tangenti. In tal caso la correzione del raggio utensile esegue esattamente il profilo programmato.

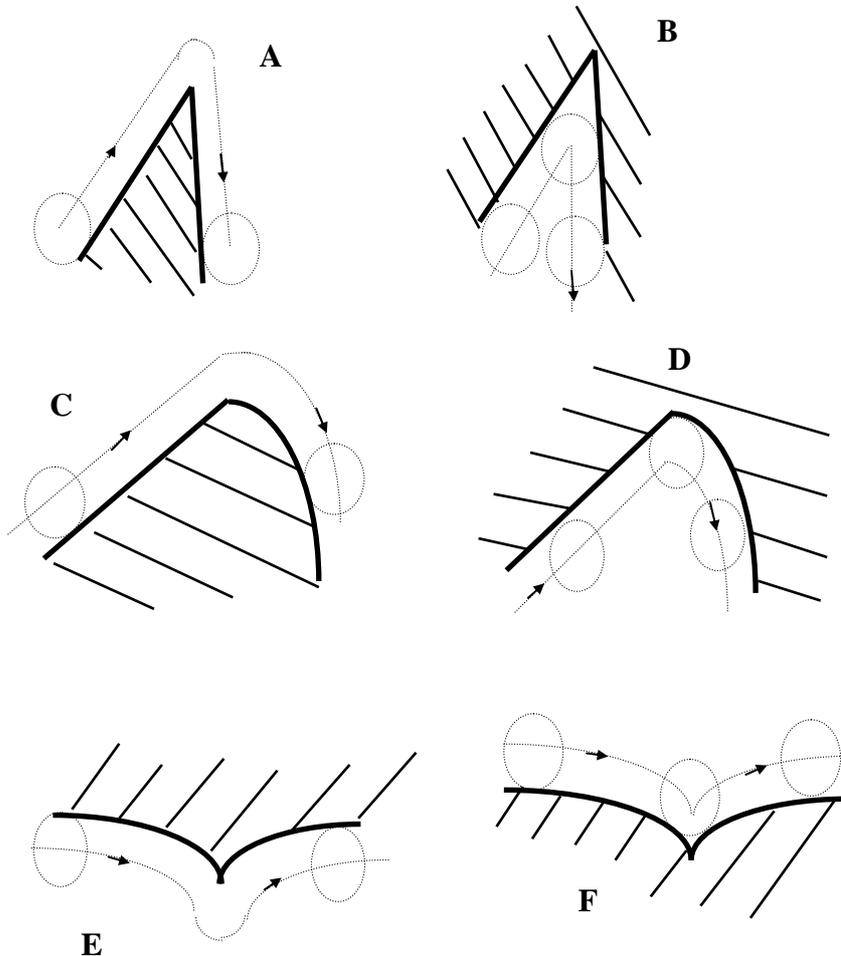


FIG.10-7



Si ha uno spigolo in un punto quando i due tratti che lo individuano, si intersecano in quel punto.

Uno spigolo è convesso se può essere lavorato mediante rotazione automatica dell'utensile attorno ad esso. In altre parole lo spigolo è convesso se può essere raggiunto dall'utensile senza sfondare il tratto successivo di profilo (vedi **FIG.10-7 A,C,E**).

Uno spigolo è concavo quando non può essere raggiunto dall'utensile senza sfondare l'elemento geometrico successivo e per eseguirlo l'utensile deve sempre fare bruschi cambiamenti di direzione, arrestandosi per un istante, quando è tangente ai due tratti contigui di profilo (**FIG.10-7 B,D,F**).

Comunque sia, la compensazione del raggio dell'utensile risolve automaticamente ambedue i tipi di spigoli, come mostrato in **FIG.10-7** facendo ruotare il raggio sugli spigoli **convessi** ed arrestandosi tangente ai due elementi di profilo negli spigoli **concavi**.

10.5 Attacco al Profilo

Per attacco al profilo si intendono le operazioni preliminari di avvicinamento al primo tratto di profilo sia esso formato da **rette** oppure da **cerchi**. Negli esempi che seguono vengono trattati tutte e due i casi. Si noti che sia che l'attacco avvenga su retta o cerchio, il raggio dell'inserto si dispone ortogonale al profilo da contornare.

Esempio di attacco su una retta

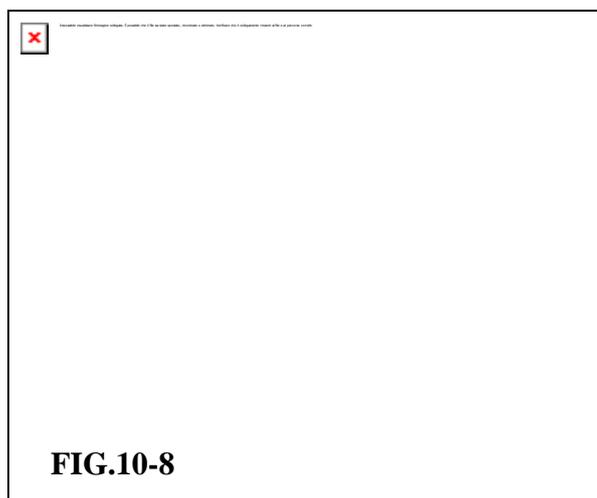


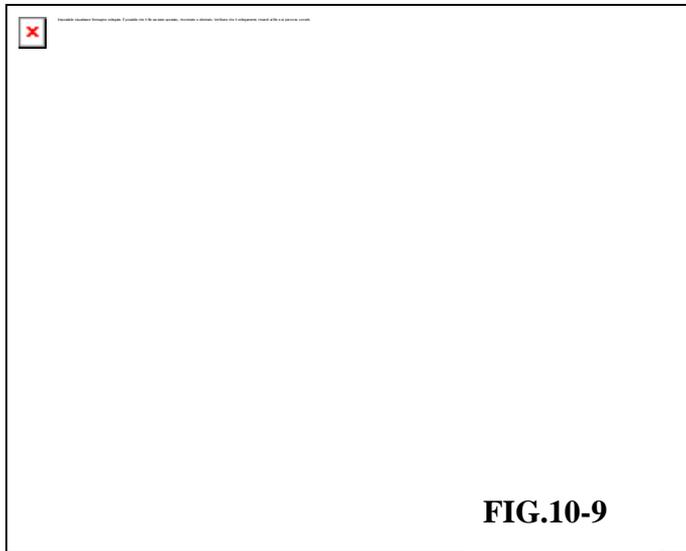
FIG.10-8

```

%
N0 G92 S1000
N10 T2 M06
N15 G96 S100 F0.35 M03 M42
N20 G00 X... Z... (PINZ)
N30 G01 G42 X.. Z.. (P1)
N40 Z.. (P2)
N50 X.. Z.. (P3)
N60 G03 X.. Z.. (P4) I.. K... (C)
N70 G01 X.. Z.. (P5)
N80 X.. (P6)
N90 Z.. (P7)
N100 G00 G40 X-- Z-- (P.EST)
.....
    
```



Esempio di attacco su un arco di cerchio



```
%  
N0 G92 S1000  
N10 T2 M06  
N15 G96 S100 F0.35 M03 M42  
N20 G00 X.-- Z--- (PINZ)  
N30 G01 G41 X.. Z.. (P1)  
N40 G03 X.. Z.. (P2) I.. K.. (C)  
N50 G01 X... Z.. (P3)  
N60 X.. Z.. (P4)  
N70 G01G40 X-- Z-- (P.EST)  
.....
```

Esempio di Programmazione

Ancora un esempio: si voglia contornare il profilo di **FIG.10-1** nel senso di moto P0, P1 P2, etc., tenuto conto del senso che la **G02** ha su questo tornio, la posizione del pezzo rispetto all'utensile è **G42**.

```
%  
N0 G92 S1000 (PEZZO DI FIGURA 10.1)  
N10 T1 M06  
N20 G96 M03 S200 M42 F0.3  
N30 G00 X.. Z.. (PINZ) M08  
N40 G01 G42 X.. Z.. (P0)  
N50 X.. Z--- (P1)  
N60 X.. Z.. (P2)  
N70 X... Z--- (P3)  
N80G03X..Z..(P4) I..K..(C)  
N90 G01 X.. Z.. (P5)  
N100 G00 G40 X.. Z.. (P7) M09  
.....
```



Commenti:

- N0** Viene predisposta velocità massima 1000giri/min
- N20** Velocità di taglio G96 = 200 metri/min. Avanzamento 0.3mm/giro
- N30-N40** Posizionamento rapido su punto **PINZ** a distanza di sicurezza dal pezzo
Inizializzazione della contornatura **G01 G42**.
Il tagliente dell'utensile si posiziona in lavoro (**G01**) sul punto P0.
La perpendicolare P al profilo è nella direzione delle Z positive.
- N50** Inizia la contornatura con compensazione vettoriale del raggio inserto grazie alla istruzione G42 inserita nella riga N40 .
L'utensile si dirige sulla verticale di P1 (senza fermarsi neanche transitoriamente).
- N60** Il CNC sente che l'orientamento attuale del raggio utensile non va bene per lavorare la retta P1-P2 ed allora effettua la rotazione attorno allo spigolo di P1 finché il raggio utensile si dispone perpendicolare al nuovo elemento della traiettoria. Quindi l'utensile si porta sulla bisettrice dell'angolo in P2 e raccorda le due rette adiacenti con il raggio dell'inserto.
- N70** **L'utensile si dirige verso P3 e qui, al solito, non si ferma.**
- N80** L'utensile descrive il cerchio con centro C.
- N90** L'utensile si dirige verso P5, fermandosi (per un istante) perché l'operazione N100 successiva è di annullamento della compensazione.
- N100** Viene annullata la compensazione del raggio **G40** La "punta virtuale P" l'utensile si posiziona in rapido (**G00**) sul punto P7.

Il punti PA, PB, PC.. PG lungo la traiettoria tratteggiata di **FIG.10-1** sono quelli calcolati e raggiunti automaticamente dal centro (raggio inserto) "U" nelle varie operazioni di contornatura con **Compensazione Vettoriale**.

10.6 Attacchi Tangenziali al Profilo

Nel paragrafo precedente è stata trattata la metodologia di attacco al profilo mediante la compensazione del raggio utensile.

In particolare sono stati analizzati i metodi di attacco al profilo mediante le istruzioni **G41** (**Compensazione pezzo a destra**) e **G42** (**Compensazione pezzo a sinistra**). Tali attacchi prevedono sempre movimenti rettilinei (**G1**) di accostamento al profilo e per tale ragione sono spesso definiti come **attacchi di tipo radiale**.

Il CNC permette comunque anche di effettuare l'attacco al profilo in modo **tangenziale**.

“Aggredendo” il profilo con un movimento circolare si evita che l'utensile provochi indesiderate "tacche" sul punto d'inizio del profilo. Ciò è molto utile in particolare nelle lavorazioni interne dove l'attacco è sempre direttamente fatto sul pezzo.

Per attivare la compensazione raggio utensile con attacco tangenziale si devono utilizzare istruzioni alternative alle **G41**, **G42** e **G40**, rispettivamente le **G47**, **G48** e **G46**.

G47 Attacco Tangenziale e Compensazione Raggio con pezzo a destra dell'utensile

G48 Attacco Tangenziale e compensazione Raggio con pezzo a sinistra dell'utensile

G46 Annullamento della Compensazione Raggio con stacco Tangenziale

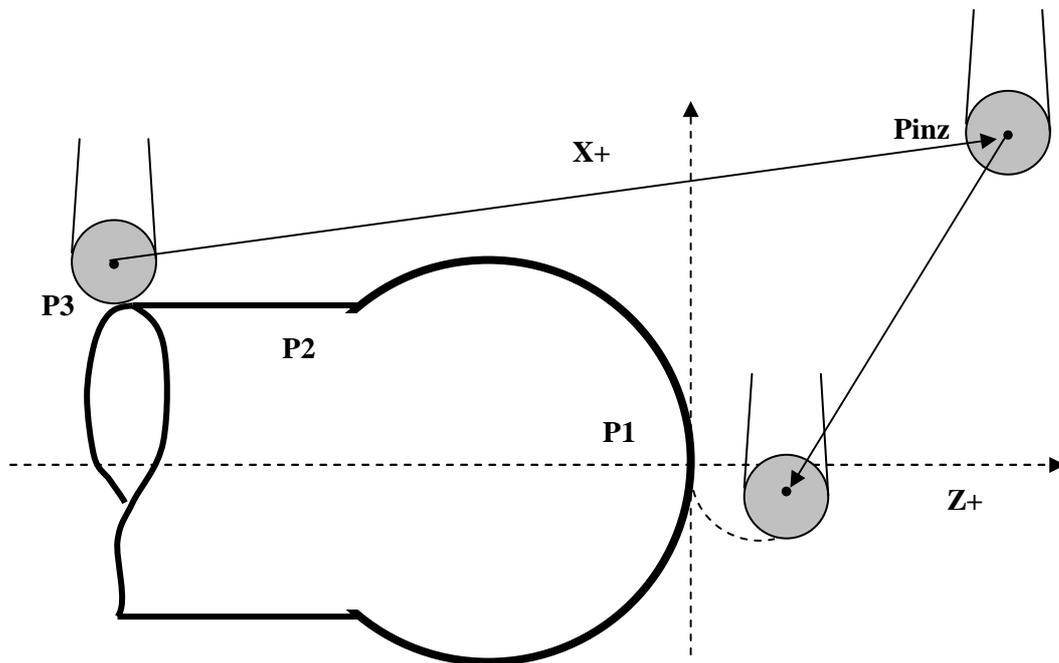


FIG.10-10 Esempio di Attacco Tangenziale



Esempio di programmazione (Vedi FIG 10-10):

```
%  
N0 G92 S1200  
N20 T1 M6  
N25 G96 S100 F0.3 M42  
N30 G0 X.. Z.. (PINZ) M3  
N40 G48 X0 Z0 (P1)  
N50 G3 X.. Z.. (P2) I.. K..  
N60 G1 X.. Z.. (P3)  
N70 G0 G40 X.. Z.. (PINZ)  
.....
```

Commenti:

Il risultato ottenuto è quello di una lavorazione senza tracce di attacco e senza alcun onere di calcolo per il programmatore. Se si fosse voluto l'attacco standard (radiale) era sufficiente programmare **G42** al posto di **G48** nella riga **N40**. Da notare inoltre che nella **N70** si è programmato uno stacco radiale (**G40**).

Note:

Sia nel caso di attacco tangenziale (**G47** o **G48**) che nel caso di stacco (**G46**) vengono generati automaticamente 2 movimenti:

G47-G48 movimento **lineare + circolare**

G46 movimento **circolare + lineare**

In entrambi i casi il **movimento circolare avviene alla velocità di lavoro** programmata, mentre il **movimento lineare avviene in Rapido o Lavoro** a seconda della modalità **G0** o **G1 attiva**.

Il movimento circolare generato automaticamente ha un raggio pari a due volte il raggio Utensile + l'eventuale sovrametallo settato con l'istruzione **<DRA:..>**, ed un arco di ampiezza 90°. Tali parametri di default possono poi essere modificati mediante l'istruzione **<TGR:..>** che sarà illustrata più oltre.

10.6.1 Programmazione del Raggio ed Angolo di Attacco

In caso di attacco/stacco di tipo tangenziale (realizzato tramite **G47**, **G48** e **G46**), il raggio e l'angolo di attacco/stacco al profilo possono essere programmati mediante l'istruzione: **< TGR: koeff; angolo >**

dove:



Anche in questo caso **ente1** può essere indipendentemente una retta o un cerchio ed essere definito in uno degli n modi previsti dal **GAP/EXPERT**.

Come già visto per l'attacco ortogonale qualora l'elemento **ente1** sia un cerchio, avendosi due punti di ortogonalità diametralmente opposti, verrà fra questi scelto quello più vicino alla posizione della punta virtuale precedente il blocco **G47/G48** e qualora il punto di partenza coincida con il centro del cerchio **ente1**, tra le infinite soluzioni, è scelta quella caratterizzata dal formare angolo nullo.

10.7.3 Stacco Ortogonale ad un Ente

Sintassi :

ente1

G40 K X.. Z..

Le coordinate di posizionamento X.. ed Z.. devono essere inserite nella stessa linea di programma contenente la **G40**.

Descrizione :

Automaticamente viene determinato su **ente1** un punto tale che unito ad X.. Z.. individua una retta perpendicolare ad **ente1**. Tale retta verrà percorsa dal centro utensile sino ad X.. Z.. Se **ente1** è un cerchio valgono, per la discriminazione del punto di stacco, le regole già citate per gli attacchi ortogonali e tangenziali.

Ente1 può essere indipendentemente una retta o un cerchio ed essere definito in uno dei seguenti modi :

Ln

G1 RC.. Se il blocco precedente è tale da definire la posizione della retta)

G1 RC0 Z... e simili (ad esempio **G1 RC90 X..**)

G2/G3 I.. K.. R...

G2 I.. K.. Se il blocco precedente è tale da definire il raggio di questo cerchio

On

10.7.4 Stacco Tangente ad un Ente

Sintassi :

ente1

G46 K X.. Z..



10.7.6 Stacco Tangente a due Enti Contigui

Sintassi :

ente1		ente1
G40 ente2 X... Z...	o	G40 ente2
		X... Z...

Descrizione :

L'Utensile percorre **ente1** sino ad arrivare tangente ad **ente2**. A questo punto viene disabilitata la compensazione e la punta virtuale si porta su X..Z..

Anche in questo caso **ente1** può essere indipendentemente una retta o un cerchio ed essere definito in uno dei seguenti modi:

Ln	
G1 RC.. X.. Z..	dove X ed Z identifica un punto che individua la retta
G1 RC..	se il blocco precedente è tale da definire la posizione della retta
G1 RC0 Z..	o simili (ad esempio G1 RC90 X..)
On	
G2/G3 I.. K.. R..	
G2/G3 I.. K..	se il blocco precedente è tale da definire il raggio del cerchio
G2/G3 I.. K.. X.. Z..	

Ente2, al contrario, può essere espresso solo in forma contratta, ovvero come:

Ln se é una retta

On se é un cerchio

10.7.7 Note di tipo generale

- Se il movimento che precede la **G41/G42** o la **G47/G48** è un arco di cerchio (**G02/G03**) non è necessario specificare una **G1** nel blocco che contiene la **G4x**. In questo caso è infatti automaticamente forzata.
- Le espressioni **G0 G41/42 X.. Z..** e **G0 G46/G47 X.. Z..** comandano rispettivamente tutto il movimento di avvicinamento al pezzo, o la solo la sua parte rettilinea, in rapido.



Note:



CAPITOLO 11

11. Filettatura

11.1 Movimento di Filettatura (G33)

L'istruzione autocancellante **G33** serve per programmare dei movimenti elementari di filettatura, nei quali lo spostamento istantaneo degli assi X, Z deve essere legato alla posizione angolare del mandrino, tale istruzione crea quindi una vera e propria madrevite elettronica per cui ad ogni giro del mandrino, l'asse (o gli assi) agganciati in filettatura si muovono del passo programmato.

Una passata di filettatura **Cilindrica** o **Conica** è dunque programmata con un blocco:

N... G33 X ... Z.. K... (o I...)

- G33** Movimento di Filettatura a passo costante, valida per filettature sia cilindriche che coniche, lascia il CNC in **G1**.
- K.. (o I..)** Passo, in mm, della filettatura. È indifferente usare l'indirizzo **K..** o **I..**.
Nel caso di filettatura Conica, il passo va sempre misurato lungo l'asse che si muove più veloce, durante la filettatura (quindi l'asse che deve compiere la corsa più lunga). Se si programma **I...** il valore è da intendersi radiale anche per tomi con asse X dichiarato diametrale
- X.. Z..** Coordinate del punto Finale del movimento di filettatura.
Si osservi che gli assi iniziano il loro movimento solo quando la posizione angolare del mandrino passa per un punto di riferimento univoco (in genere il Marker del trasduttore del mandrino). In gergo “**quando hanno agganciato il mandrino**”.

Precisazioni:

L'aggancio al mandrino avviene quando si incontra l'istruzione **G33**, purché il blocco N... precedente non contenga anch'esso una **G33**.

In quest'ultimo caso, infatti, si passa da una **G33** alla successiva senza soste (neanche istantanee) e senza perdere l'aggancio al mandrino fatto con la prima **G33** incontrata.



Esempio:

```
%  
N0  
N10 G95 S500...  
...  
N100 G00 X.. Z..  
N110 G33 X.. Z.. K..  
N120 G33 X.. Z.. K..  
N130 X.. Z..  
N14.. G33.. X.. Z.. K..  
....
```

Commenti:

- N110** Avviene l'aggancio al mandrino.
- N120** La **G33** è eseguita conservando l'aggancio al mandrino effettuato nella N110. Nessuna sosta tra la N110 e la N120.
- N130** Movimento in G1 degli assi X.. Z..
- N140** E' necessario nuovamente agganciare il mandrino, prima di muovere gli assi.

Il movimento di filettatura **G33** deve iniziare sempre in aria ad una distanza "a" (vedi **FIG.11-2**) dal punto in cui l'utensile comincia a fare truciolo.

Durante un movimento di filettatura, il mandrino non deve essere in modalità **G96** (velocità di taglio costante) specialmente se la filettatura non è "cilindrica" (ossia non si muove solo l'asse Z).

11.1.1 Esempi di Programmazione

Consideriamo il piano di **FIG.11-1** in cui c'è da eseguire una filettatura cilindrica passo 3 mm. Il programma per una singola passata di filettatura diventa.

```
%  
N0 G92 S1000  
N10 T2 M06 G95 S400 M41  
(P0) N20 X60 Z150 M03  
(P1) N30 G33 Z60 K3  
(P2) N40 G33 X100 Z50 I6 {oppure K6}  
N50 G00 Z150  
N60X..Z..  
...
```

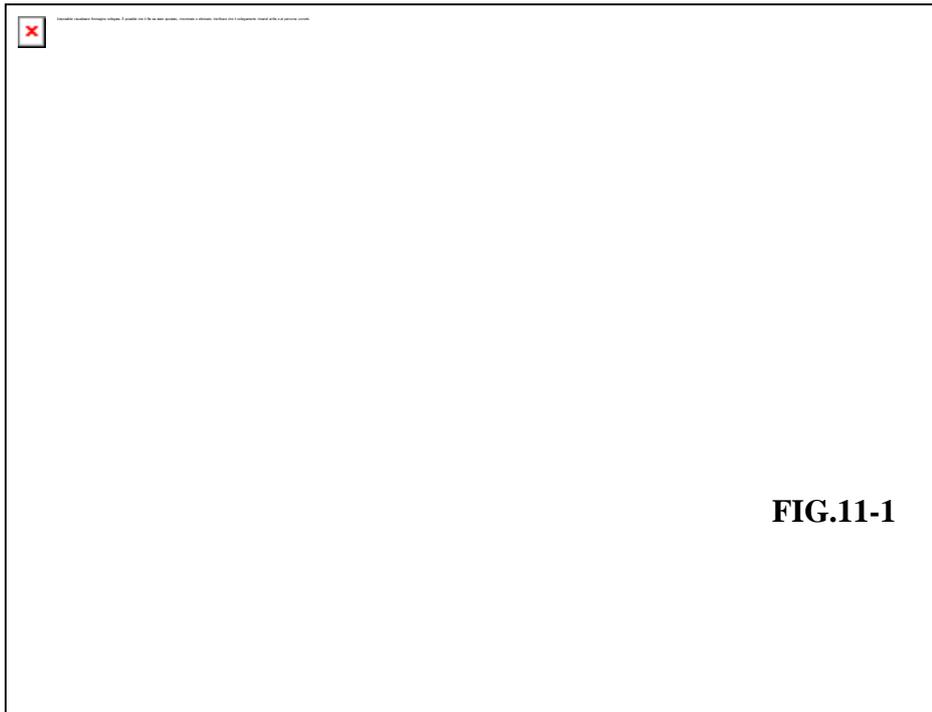


FIG.11-1

Commenti :

- N20** Raggiunto in rapido (**G0**) il punto P0. Avviato mandrino a 400 giri/min.
- N30** Gli assi si "agganciano" al mandrino e poi si portano su P1 alla velocità risultante: $F=3*400 = 1200$ mm/min. Viene seguita una filettatura cilindrica di passo di 3 mm lungo l'asse Z.
- N40** Senza sosta in P1 perché segue un secondo movimento di filettatura verso P2 e senza un nuovo "aggancio" sul mandrino, gli assi si dirigono su P2. L'asse con maggior spostamento è adesso X e quindi il passo programmato di 6 mm. viene applicato a tale asse. Per maggior chiarezza esso è stato programmato con indirizzo **I6**. Era comunque possibile programmarlo anche con **K6** in quanto il CNC lo avrebbe comunque interpretato lungo X. Si noti che l'angolo α è tale che:
- $$\mathbf{TAN (\alpha) =1/2}$$
- e quindi lungo il tratto P1-P2 (che è in aria), il passo misurato lungo Z è ancora di 3 mm, come nella N30. Ne deriva che, passando dalla N30 alla N40 la velocità di Z non cambia.
- N60** In rapido (**G0**) si porta l'utensile sul nuovo P0 per la passata successiva.



Analizziamo ora un altro esempio riferendoci sempre alla **FIG.11-1**.
Questa volta si vuole terminare la filettatura P0-P1 con uscita diretta ad alta velocità.

```
%  
N0 G92 S1000  
N10 T2 M06 G95 S400 M41  
N20 X60 Z150 M03  
N30 G33 Z60 K3  
N40 G33 X100 Z60 I15 {oppure K15}  
N50 G00 Z150  
N60  
.....
```

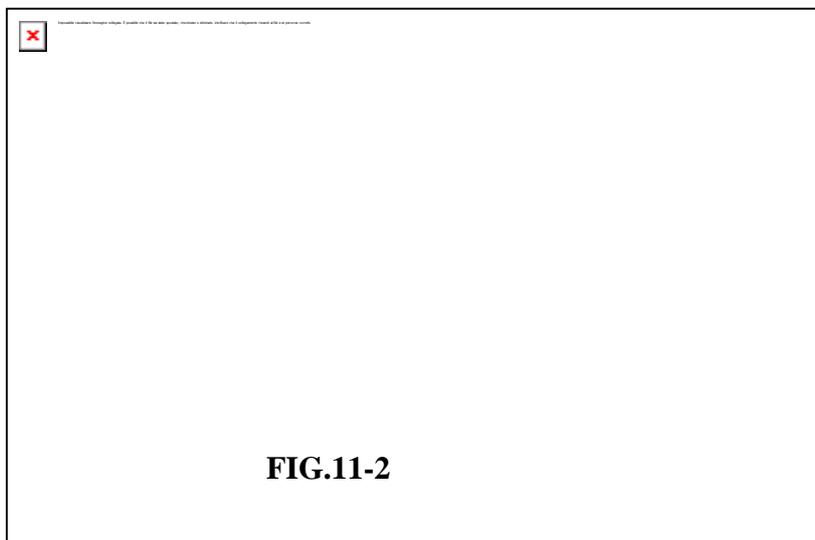
Commenti:

- N20** Raggiunto in G0 il punto P0 il Mandrino ruota a 400 giri/min.
- N30** Aggancio assi sul mandrino e movimento di filettatura verso P1 di passo 3 mm.
- N40** Uscita ad alta velocità di avanzamento senza sosta su P1, nella direzione P1-P4. Si è programmata una filettatura in aria di passo di 15mm/giro per ottenere un disimpegno ad alta velocità di avanzamento (400giri*15mm/giro=6000mm/min).
- N50** Uscita in rapido su P3.

Nota:

La Funzione **G33** è da utilizzare in casi particolari dove non è possibile, per ragioni di ingombro od altro, utilizzare la **Macro di Filettatura G663** descritta in dettaglio nel **Paragrafo 11.3**.

11.1.2 Spazio di Attacco / Stacco della Filettatura



Con riferimento alla **FIG.11-2**, una singola passata di filettatura è caratterizzata da un tratto in aria "a" affinché l'asse si porti alla velocità di avanzamento nominale (attacco alla filettatura), un tratto di filettatura a passo reale "L" ed un tratto finale di stacco "b". Il tratto in aria "a" è necessario affinché l'asse si porti da velocità zero alla velocità di regime $F = S(\text{giri/min.}) * P(\text{passo in mm})$, quindi dipende dall'accelerazione dell'asse/i coinvolti nella filettatura.

Nella tabella che segue sono riportati i valori indicativi di "a" e di "b" per assi di caratteristiche medio/grossolane (con accelerazione di $\cong 500\text{mm/sec}^2$).

F risultante (mm/min)	"a" minimo (mm)	"b" minimo (mm)
600	0.5	0.2
1200	2	0.5
1800	4.5	1
2400	8	2
3000	10	3
3600	15	4
4800	25	7
6000	40	11



Per assi con caratteristiche più brillanti ovvero accelerazione maggiore di 500 mm/sec², i valori "a" e "b" proposti nella tabella possono essere sensibilmente ridotti. Lo spazio di attacco "a" può essere calcolato con la seguente formula:

$$a \text{ [mm]} = K_s * F^2 / (7200 * A) \quad \text{dove:}$$

F è la Feed dell'asse espressa in mm/min.

A la sua accelerazione espressa in mm/sec².

K_s è un coefficiente di sicurezza che si consiglia di impostare pari a 1,1.

Per sopperire a particolari modalità di esecuzione della filettatura in **G33**, si è reso necessario implementare una funzione che permette l'uscita in rapido di un asse su quota predefinita (**G22 - Retract**).

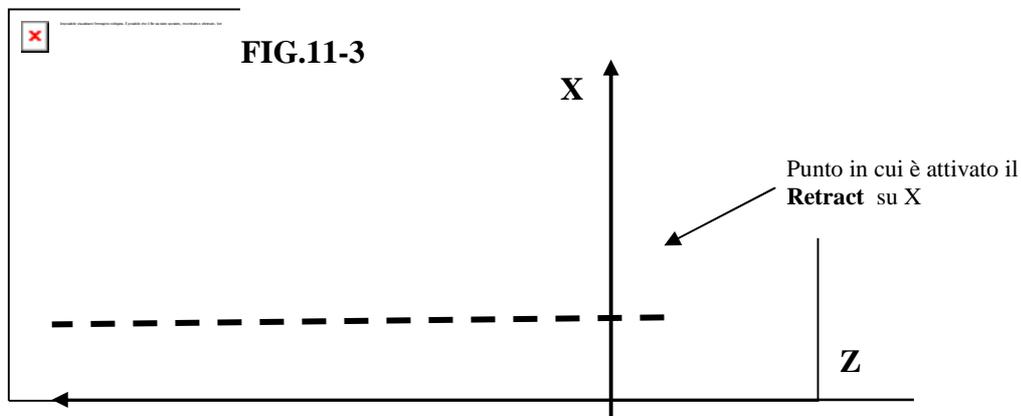
Regole di Programmazione

- La funzione **G22** può essere definita solo all'interno di un blocco contenente una **G33**.
- Il **Retract** comandato dalla **G22** sarà attivato sull'asse che, nella **G33** del blocco che precede, non è coinvolto nella filettatura. Come discriminante nella scelta dell'asse, il CNC utilizzerà la modalità di definizione del passo (**K** .. o **I**.). Considerando che tale differenziazione normalmente non è vincolante, volendo attivare il **Retract**, è dunque importante utilizzare correttamente l'indirizzo **I** o **K** (si scriverà **I** se l'asse della filettatura è quello in direzione 1, tipicamente X, si scriverà invece **K** se l'asse della filettatura è quello in direzione 3, tipicamente Z).
- La quota di **Retract** abbinata all'istruzione **G22** deve essere ovviamente tale da garantire l'arresto dell'asse, tenendo conto dell'accelerazione ad esso associata. In ogni caso, qualora fosse programmato uno spazio insufficiente, il CNC provvederà ad emettere uno specifico allarme.

Esempio di Programmazione

L'esempio riportato descrive la Filettatura interna illustrata in **FIG.11-3**

Al termine della filettatura (eseguita lungo Z) è comandato un retract su X per allontanare l'utensile dal pezzo senza modificare la velocità dell'asse Z.





```
N...  
N45 G0 X136.848 Z147.85  
N50 G33 Z117.85 K3.17  
N55 G33 X129.200 Z0 K3.17  
N60 G33 X128.940 Z-4 K3.17 G22  
N65 G00 X125.255 Z281  
N70 .....
```

Commenti:

- N45** Posizionamento in rapido degli assi sul punto **P0** di partenza della filettatura.
- N50** Esecuzione filettatura cilindrica da **P0** a **P1** con passo **3.17 mm**.
- N55** Esecuzione filettatura conica da **P1** a **P2** sempre con passo **3.17 mm**.
- N60** Esecuzione uscita dalla filettatura (**Retract**) programmando **G22**. La pendenza rimane la stessa poiché si vuole che l'asse Z non subisca variazioni di velocità. In questo caso, appena si inizia il tratto P2-P3 l'asse X viene richiamato in posizione di **Retract a velocità rapida** mentre l'asse Z, proseguendo alla velocità programmata, si porterà sul punto P3. Il CNC applica il **Retract** all'asse X in quanto nella precedente **G33** si era indicato il passo con **K3.17**, cosa che intrinsecamente indicava Z come asse di filettatura.
- N65** Posizionamento assi in uscita da **G33**.

11.2 Filettatura a Passo Variabile (G34 - G35)

Si intende per filettatura a passo variabile, una filettatura cilindrica o conica in cui il passo non è mantenuto costante ma varia con continuità stabilita da una entità di variazione, la filettatura a passo variabile viene programmata mediante due codici: **G34** filettatura a passo variabile crescente; **G35** filettatura a passo variabile decrescente.

11.2.1 Filettatura a Passo Variabile crescente (G34)

Il formato è: **N... G34 X ... Z... K... (o I...) F..**

G34 Movimento di filettatura a passo variabile crescente.

K..(o I.....) Passo (in mm) della filettatura. È indifferente se usare l'indirizzo **K** o **I**.



Nel caso di filettatura Conica, il passo va sempre misurato lungo l'asse che si muove più velocemente, durante la filettatura (quindi l'asse che deve compiere la corsa più lunga). Se si programma **I..** è da intendersi radiale anche per torni con asse X diametrale.

- X.. Z..** Coordinate del punto Finale del movimento di filettatura.
F.. Definisce l'entità di variazione del passo ed è espressa in mm/giro.

Esempio di Programmazione (si utilizza il pezzo di **FIG.11-1**):

%

N0 G92 S1000

N10 T2 M06 G95 S400 M41

N20 X60 Z150 M03

N30 G34 Z60 K3 F0.5

N40 X100 Z60 F10

N50 G00 Z150

....

Commenti:

- N30** Viene programmata la filettatura a passo variabile crescente, il passo iniziale è 3 mm, dopo un giro del mandrino subirà una variazione di 0.5mm diventando 3.5mm. Dopo 2 giri di 1 mm divenendo 4mm e così via fino al termine della passata di filettatura

11.2.2 Filettatura a Passo Variabile decrescente (G35)

Il formato è: **N...G35X...Z...K...(o I...) F..**

- G35** Movimento di filettatura a passo variabile decrescente.
Vale quanto già detto a proposito del **G34** con la differenza che ad ogni giro il passo viene decrementato dell'entità di variazione programmata con l'istruzione **F..**



11.3 Macroistruzione di Filettatura (G663)

La macro **G663** effettua la lavorazione completa di Sgrossatura e Finitura di Filettature Cilindriche, Coniche, Frontali ad uno o più principi, con entrata "a scivolo" dell'utensile, con passate a sezione di truciolo costante, con passi fino a 999mm per Filetti (esterni/interni) di tipo **Metrico**, **Whitworth**, **Trapezoidale (UNIM)**, etc. Fornisce quindi una soluzione globale dei problemi di filettatura.

Con riferimento alle **FIG.11-4A ... 11-4E**, chiameremo:

PI = punto di partenza del movimento di filettatura

PF = punto di arrivo del movimento di filettatura

PI-PF = lunghezza del movimento di filettatura (programmata attraverso il parametro

< **LNG** >)

Vedremo che:

- Il punto **PI** deve essere sempre in "aria" (vedi **Paragrafo 11.1.2**);
- Il punto **PF** invece può essere in aria solo se, al tratto filettato, segue uno scarico;
- Il tratto **PI-PF** deve essere sempre maggiore della lunghezza della filettatura lavorata, per le ragioni già trattate nel **Paragrafo 11.1.2**.

11.3.1 Filettature Cilindriche (o Coniche)

Sono programmate con una sola operazione che ha questo formato massimo:

N..G663 <**INX**= +..> <**INZ**=..> <**LNG**=...> <**PCH**=...> <%**TAB**=...>

< **NPS** = ... > < %**NPR** = ... > < **COF** = ... > < **DTS** = ... > {parametri opzionali}

G663 È l'istruzione autocancellante caratteristica della **MACRO**.

<**INX**= +..> Coordinate assolute del punto P1 di partenza del movimento di filettatura.

<**INZ**= ... > Devono essere sempre programmate entrambe

<**CFF**=**CFZ** > Per filettature cilindriche o coniche il cui lato maggiore è lungo l'asse **Z** o

<**CFF**=**CFX**> Per filettature frontali, in cui il lato maggiore o lo sviluppo è lungo l'asse **X**.

Il punto **PI** deve avere queste caratteristiche:

- Deve corrispondere al diametro "nominale" **Dn** del filetto (vedi **FIG.11-4A-:-E**).
- Deve essere sempre in "aria" ossia distare "a" mm dal punto in cui l'utensile inizierà a fare truciolo.



- Il CNC fa corrispondere, al punto **PI**, la mezzeria del filetto (vedi **FIG.11-4A--E**) e, se vi sono più principi, attribuisce il punto **PI** alla mezzeria del filetto, “più vicino” al pezzo (vedi più avanti).
- La quota **<INX=..>** deve essere programmata sempre positiva. Se ciò non fosse vero, allora programmarla positiva, ma aggiungere l'istruzione **<MIR:ON;X >** nella riga di programma che precede la macro (vedi **Capitolo 6**).

<LNG=..> Lunghezza da **PI** a **PF** (in mm) del movimento di filettatura, misurata lungo l'asse Z, se si è programmato **<CFF=CFZ>**. o misurata lungo l'asse X, nel caso si sia invece programmato **<CFF=CFX>**. In quest'ultimo caso **<LNG>** sarà diametrale se l'asse X lo è. **<LNG=+...>** significa che il movimento parte dal punto **PI** e va verso Z positive. Viceversa per **<LNG- ..>**. Nel caso di filetto a più principi, tutti i principi finiranno sulla quota corrispondente a **<LNG=..>**. Quando la passata di filettatura arriva vicino al punto **PF** (che dista **<LNG>** mm da **PI**, lungo l'asse Z), l'utensile viene estratto, ad una velocità di avanzamento doppia di quella di lavoro, con movimento conico di 45° rispetto alla traiettoria di filettatura e senza soste. Così facendo si risolvono i casi sia di filettatura con "scarico" (cioè con PF in aria) che senza scarico. La quota corrispondente a **<LNG>** non è mai superata, qualunque sia la velocità di avanzamento risultante.

<PCH=..> Passo della Filettatura (espresso in mm). Sempre positivo e sempre programmato in un campo da 0.01 a 999.999 mm. Nelle filettature coniche, **<PCH>** è misurato lungo l'asse più veloce, cioè quello che compie il maggior spazio. Il passo **<PCH>** è la distanza tra due filetti adiacenti (anche se appartengono a principi diversi, vedi **<%NPR>**).

<NPS=..> Numero di passate di Lavoro e di Finitura desiderate. Le passate di lavoro avvengono a sezione di truciolo costante. L'entrata dell'utensile nel materiale, avviene sempre “a scivolo” cioè lungo il fianco del filetto (vedi **FIGG. 11-4**).

L'utensile "scivola" lungo il fianco del filetto opposto a quello specificato dal segno di **<LNG>**. **<NPS=..>** può essere programmato con una parte intera ed una decimale. La parte intera esprime il numero di passate di asportazione e la parte decimale quelle di calibratura:

<NPS=aa.b>

Esempio:

<NPS=16.2> significa:

n.16 passate di lavoro (con asportazione truciolo a sezione costante),

n.2 passate di Calibratura (senza asportazione truciolo).

In totale quindi 18 passate. Se non sono richieste passate di finitura, la parte decimale può essere dunque omessa:

<NPS=16> ad esempio significa 16 passate a sezione di truciolo costante



<%TAB=..>

Codice che individua il tipo di filettatura in base alle tabelle di normalizzazione e se essa è esterna (Vite) od interna (Madrevite). Le caratteristiche geometriche dei vari filetti sono dati nelle FIGG.11-4A-:-E, in funzione del passo <PCH=..> programmato.

Notare bene che la posizione del punto PI di partenza deve essere sempre sul diametro nominale D_n del filetto, anche nella madrevite! Diametro che corrisponde sempre a quello tornito nella vite.

Significato dei Codici <%TAB>

<%TAB=0> Vite Metrica ISO/R68; UNI 4535/6 (FIG.11-4A)

<%TAB=1> Madrevite Metrica ISO/R68; UNI 4535/64 (FIG.11-4A)

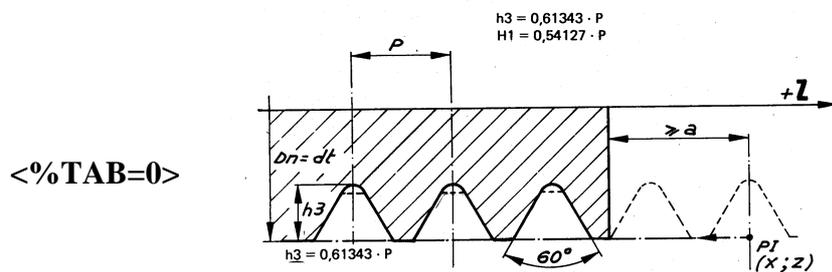
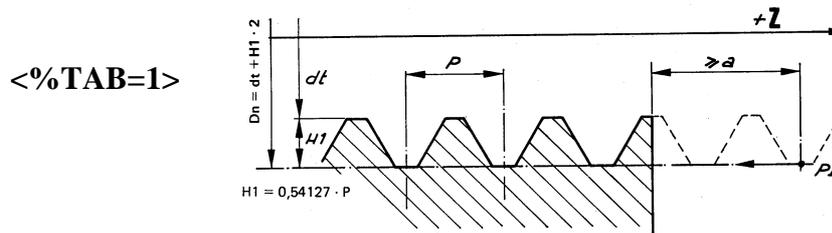


FIG. 11-4A



<%TAB=2> Vite Whitworth (UNI 2709) (FIG.11-4B)

<%TAB=3> Madrevite Whitworth (UNI 2709) (FIG.11-4B)

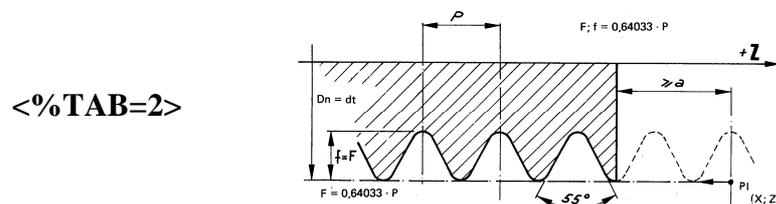
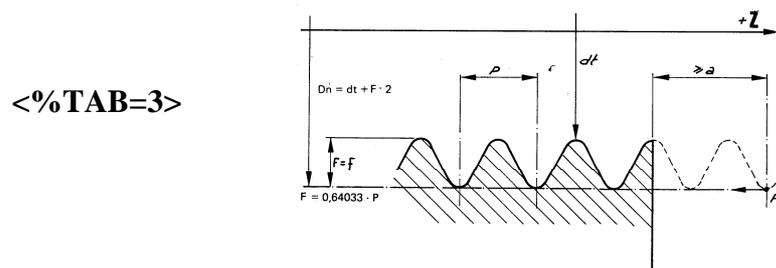


FIG.11-4B



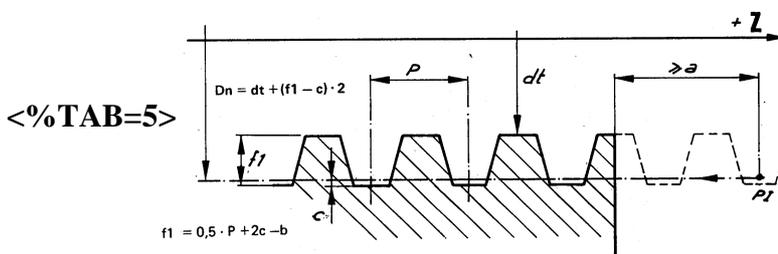
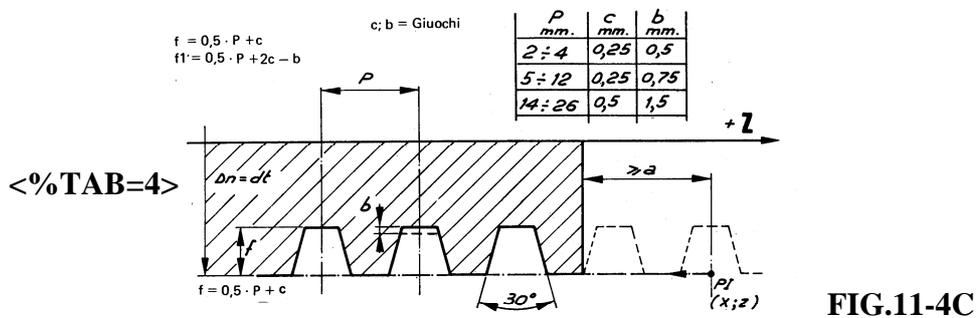


<%TAB=4>

Vite Trapezia (UNIM 124) (FIG.11-4C)

<%TAB=5>

Madrevite Trapezia (UNIM 124) (FIG.11-4C)



<%TAB=8>

Vite a Pane Quadro (FIG.11-4D)

<%TAB=9>

Madrevite a Pane Quadro (FIG.11-4D)

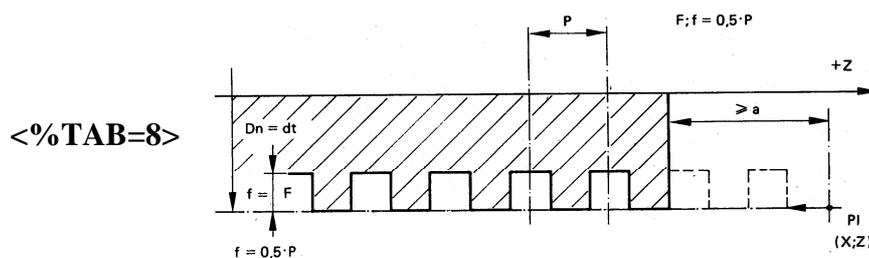
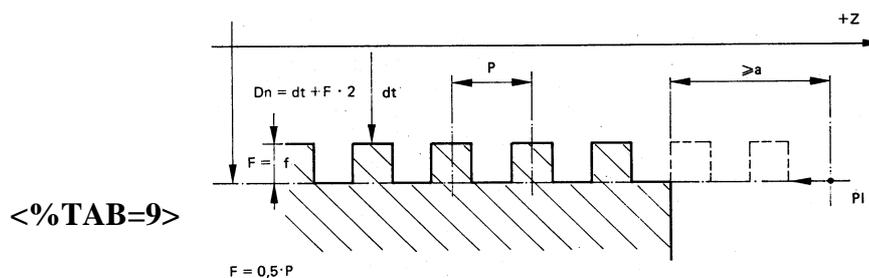


FIG. 11-4D



<%TAB=10> Vite Metrica (UNI 2706) (FIG.11-4E)

<%TAB=11> Madrevite Metrica (UNI 2706) (FIG.11-4E)

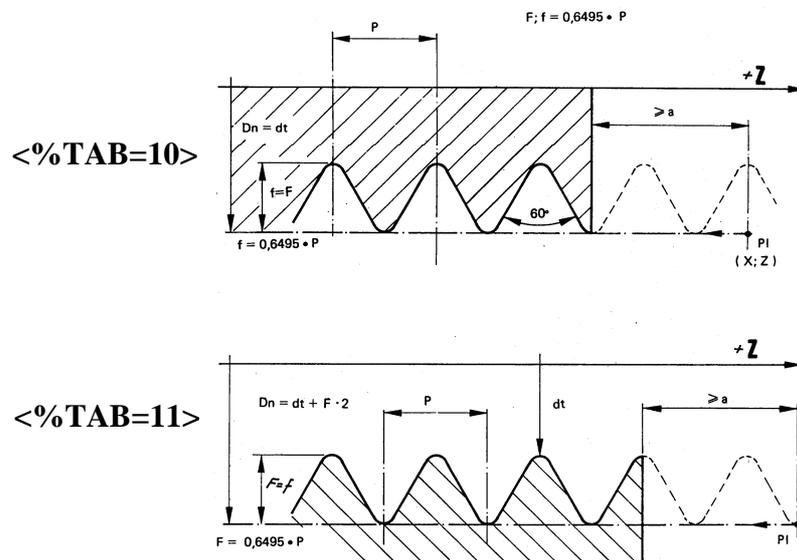


FIG. 11-4E

Parametri Opzionali

I parametri qui descritti sono da intendersi opzionali, cioè, nella maggioranza dei casi non è necessario programmarli.

<%NPR=..> **Numero di principi.** Assume dunque lo stesso significato del parametro <%NRG=..> dei precedenti CNC. Il numero massimo di principi gestito è 9. Nel caso siano programmati più principi (%NPR >= 2) il CNC li lavorerà tutti in "parallelo", ossia eseguirà la prima passata su tutti prima di affondare l'utensile per iniziare la passata successiva.

Tutti i filetti finiscono sulla quota corrispondente a <LNG=..>. Nel caso di più principi il passo <PCH> da programmare deve essere inteso come l'interasse tra due filetti adiacenti (anche se appartengono a principi diversi) e non il vero passo dell'elica. Cioè il passo da programmare è:

$$\langle PCH \rangle = P \text{ elica} / \langle \%NPR \rangle$$

Se il parametro %NRG non è programmato per default viene imposto uguale ad 1, cioè filettatura a un solo principio.

<COF=..> Conicità (pendenza) della filettatura. Il parametro <COF=..> specifica la "pendenza" espressa in percentuale.

$$\langle COF \rangle = \delta X / \delta Z * 100$$

Assume dunque lo stesso significato del parametro <ASF=..> dei precedenti CNC.



Esempio: <COF= 6.250> significa conicità 1/16

Il segno di <COF> deve essere uguale a quello del rapporto $\delta X/\delta Z$ misurato facendo riferimento al verso di percorrenza lungo la filettatura. δX è l'escursione effettiva lungo il raggio (non diametrale), quindi:

$$\delta X = (\text{diametro Finale} - \text{diametro iniziale}) / 2$$

$$\delta Z = (Z \text{ PFIN} - Z \text{ PINZ}) \text{ ed avrà lo stesso segno di } \langle \text{LNG} \rangle$$

Nelle filettature coniche il CNC considera ancora la forma del filetto disposta perpendicolarmente all'asse Z come per le filettature "cilindriche". Se la conicità non è programmata il CNC assume <COF=0>.

Per le filettature frontali (<CFF=CFX>) <COF> deve essere calcolato come:

$$\langle \text{COF} \rangle = \delta Z / \delta X * 100$$

<DTS=..> Distanza Radiale (in mm) a cui si porta la punta dell'utensile dal pezzo alla fine di ogni passata. Assume dunque lo stesso significato del parametro <IND=..> dei precedenti CNC.

La distanza <DTS> è sempre misurata lungo l'asse X ed è sempre positiva.

Se questo parametro non è programmato, il CNC assume <DTS=2> cioè un disimpegno pari a 2 mm radiali.

11.3.2 Filettature Generiche (G663)

Sono quelle filettature con profilo non unificato (o di inventiva dell'utilizzatore) e magari asimmetrico (dente di sega ecc). Esse vengono programmate con l'istruzione **G663** come sopra specificato, ma ovviamente il solo codice non è sufficiente per identificare completamente il profilo.

Per eseguire una filettatura generica il programmatore, oltre al codice **G663** ed agli altri parametri già illustrati, dovrà specificare i parametri seguenti: <ALT=..>; <ANE=..>; <ANU=..>:

<ALT=..> Profondità del filetto.

Deve intendersi come la profondità radiale del filetto (Vedi **FIG.11-4F**). <ALT> espresso in mm, dovrà essere sempre positivo e compreso fra 0 e 999.999 mm. Per conformità con le filettature unificate (**G663**), il diametro nominale, cioè quello definito dalla coordinate X del punto iniziale PI, è sempre quello esterno della vite, e ciò anche nel caso della madrevite.

<ANE=..> Angolo di entrata. Assume dunque lo stesso significato del parametro <ANI=..> dei precedenti CNC.

<ANU=..> Angolo di uscita. Assume dunque lo stesso significato del parametro <ANF=..> dei precedenti CNC.

<ANE> ed <ANU> Sono gli angoli formati con la direzione di filettatura dai due fianchi del profilo, sono espressi in gradi (con precisione fino al millesimo di grado) e devono essere entrambi maggiori di 12° e tali che la loro somma non risulti superiore a 180° .

In generale sono dunque valide tutte le altre possibilità di programmazione della **G663**: numero di passate, principi, conicità, filettature frontali.

La legge di avanzamento dell'utensile per le varie passate, sarà tale da ottenere una sezione di truciolo costante e l'avanzamento avverrà lungo il lato del profilo il cui angolo è definito da <ANE>. Se <ANU> non viene programmato il CNC lo imporrà uguale ad <ANE>.

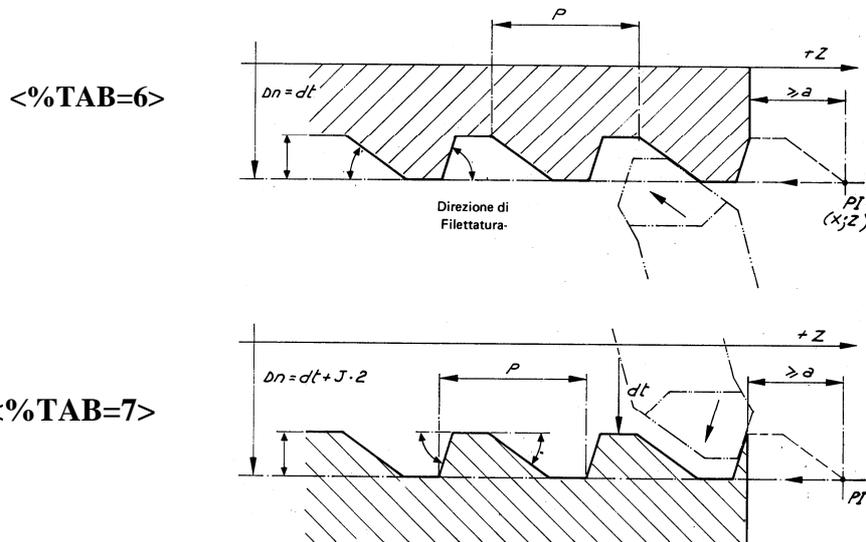


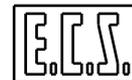
FIG.11-4F

Precisazioni Importanti

Durante l'esecuzione della macro **G663**, non deve essere attiva la modalità di gestione mandrino **G96** (velocità di taglio costante), specialmente se la filettatura non è cilindrica (cioè non applicato solo lungo l'asse Z).

A causa della finita capacità di accelerazione degli assi, nel primo tratto "a" e nell'ultimo tratto "b" del movimento di filettatura il passo ottenuto è più corto di quello P programmato, (vedi **FIG.11-2** e relativa tabella). È per questa ragione che il punto PI di partenza deve essere sempre in aria ed essere lontano almeno "a" mm dal vero inizio del filetto.

La lunghezza dei tratti "a" e "b" aumenta con l'aumentare della velocità di avanzamento risultante "F" degli assi, durante la passata da PI a PF secondo la seguente relazione:



$$F \text{ (mm/min)} = S * P$$

Dove "S" è velocità di rotazione del mandrino in giri/min e "P" il passo della filettatura.

La tabella di **FIG.11-2** suggerisce i minimi valori "a" e "b", in funzione della velocità risultante per tomi di caratteristiche medie.

Ad esempio, se i primi filetti risultassero più corti del passo P programmato, occorrerebbe aumentare il tratto "a" ossia allontanare di più il punto di partenza P1, dal vero inizio della filettatura.

Dopo il tratto "a", il filetto lavorato ha il passo nominale, fino a quando mancano "b" (mm) dal punto PF di arrivo. Da lì in poi, il filetto comincia a "svanire" nell'aria.

Allora se chiamiamo L il tratto di filettatura lavorato a passo nominale (e costante), occorre che la lunghezza <LNG=...> programmata sia almeno:

$$\langle \text{LNG} \rangle = a + L + b \text{ (mm)}$$

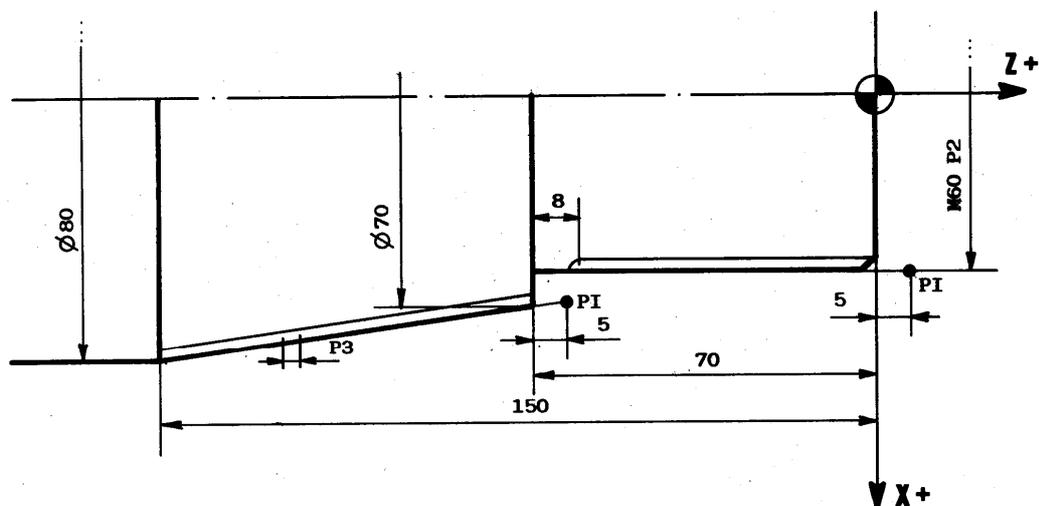
11.3.3 Descrizione del ciclo della G663

Il ciclo della **G663** è il seguente, vedi **FIG.11-2**.

- Fase 1** La punta dell'utensile viene posizionata, in rapido (G0), sul punto P1 che si trova a <DTS >mm (oppure 2mm se <DTS> non è stato inizializzato) sopra il diametro tornito "Dt". Ciò in base al passo <PCH> e al tipo di filettatura <TYP> programmate (vedi **FIGG.11-4A-:- E**).
- Fase 2** La punta dell'utensile si posiziona in rapido sul fianco del filetto la cui mezzeria corrisponde al punto di partenza PINZ programmato (coordinate X+...;Z+...).
- Fase 3** Inizia il movimento elementare di filettatura (**G33**) dal punto P1 per una lunghezza <LNG> il truciolo comincia a formarsi dopo "a" mm.
- Fase 4** A circa "b" mm dal punto di arrivo (PF), l'utensile viene allontanato dal pezzo (senza arrestarsi con modalità **Retract**) fino a portarsi sul punto P2, che è raggiunto con precisione qualunque sia la velocità.
- Fase 5** L'utensile si porta in rapido (**G0**) sul punto P1 già considerato nella Fase1. P1 è raggiunto con precisione qualunque sia la velocità.
- "PRINCIPI"** Queste fasi vengono eseguite solo se sono programmati più principi cioè se il parametro %NPR è stato configurato >1. In questo caso, l'utensile viene posizionato sul fianco del secondo filetto ossia su un punto che dista un passo <PCH> dal punto raggiunto nella Fase 2 e nel senso opposto a quello della passata di filettatura. Viene quindi descritto il ciclo: (PF), P2, P1. E così via finché non sono stati lavorati tutti i filetti, con la stessa profondità.
- Alla fine l'utensile è ancora in P1.

La macro **G663** normalmente è quindi in grado di risolvere tutte le problematiche inerenti la filettatura. In quei casi particolari dove essa non può essere utilizzata, per motivi di ingombro od altro, si dovrà ricorrere alla funzione **G33** già descritta nel **Paragrafo 11.1**.

11.4 Esempio di Programmazione



```
%  
N0 G92 S800 <CFF=CFZ>  
N10 T3 M06  
N20 S400 M03 M42  
N30 G663 <INX=60> <INZ=5> <LNG=-67> <PCH=2> <%TAB=0> <NPS=14.2>  
N40 G663 <INX=69.375> <INZ=45> <NPS=18.2> <LNG=-90> <PCH=3>  
    <COF=-6.25> <%TAB=0>  
N50 G0 X200 Z50 M05  
N60 M02
```

Commenti:

- N10** Cambio Utensile ed impostazione di velocità di rotazione costante (G94 effetto del %).
- N30** Esecuzione della filettatura cilindrica in 14 passate a sezioni di truciolo, costante e 2 di finitura.



N40 Esecuzione della filettatura conica. Sono stati calcolati il punto di inizio sul prolungamento del cono . In particolare la pendenza <COF> è stata così calcolata:

$$\langle \text{COF} \rangle = \delta X / \delta Z * 100$$

$$\delta X = (80-70)/2 = 5\text{mm}$$

$$\delta Z = -150+70 = -80\text{ mm}$$

quindi:

$$\langle \text{COF} \rangle = 5/-80*100 = 6,25$$



CAPITOLO 12

12. Cicli Fissi

Il CNC gestisce i seguenti **Cicli Fissi**:

Ciclo di foratura senza soste	G81
Ciclo di foratura con sosta programmabile a fondo foro	G82
Ciclo di foratura profonda con estrazione della punta per scarico truciolo	G83
Ciclo di maschiatura	G84
Ciclo di alesatura con ritorno in lavoro	G85
Ciclo di alesatura con ritorno a mandrino fermo	G86
Cicli di alesatura con ritorno orientato e disimpegno	G87
Ciclo di alesatura con ritorno in lavoro e sosta programmabile a fondo foro	G89
Ciclo di maschiatura rigida	G184
Ciclo di svuotatura gole	G177

Note:

- I sopraccitati cicli fissi sono istruzioni di tipo **modale**, una volta attivati "scatenano" pertanto la relativa sequenza di lavoro ad ogni movimento di uno o più assi (dopo che questi sono arrivati sulle quote programmate).
- Essi vengono cancellati dalle funzioni **G80** (Annulla cicli fissi), **%** (inizio programma), **M30** o **M02** (fine programma), o da qualsiasi altra funzione **G..**, che specifica un nuovo ciclo fisso.
- I cicli fissi sono istruzioni di tipo parametrico, agiscono cioè in base al contenuto di specifiche variabili che devono essere appositamente inizializzate.
- Il contenuto di tali variabili viene memorizzato in forma permanente, per cui alla riaccensione del CNC le variabili conterranno sempre gli ultimi valori ad esse attribuite.



- Onde evitare comportamenti indesiderati é pertanto buona norma procedere, almeno a inizio programma, alla inizializzazione di tutte le variabili utilizzate.
- Per evitare attivazioni indesiderata, i cicli fissi devono essere sempre disabilitati prima di un cambio utensili.

12.1 Definizione Asse di applicazione dei Cicli Fissi

Allo scopo di definire su che asse della MU si desidera eseguire i cicli fissi è necessario inserire nel Part Program la seguente istruzione di "**prenotazione**" :

< CFF = CF nome asse >

ad esempio:

<CFF = CFZ> assegna i cicli fissi all'asse Z

<CFF =CFX> assegna i cicli fissi all'asse X

Note:

Una volta effettuata l'assegnazione di un asse, questa rimane attiva fintanto che non viene programmata una nuova assegnazione.

I cicli fissi qui descritti sono utilizzabili sia su torni semplici caratterizzati da 2 assi e un mandrino (nel qual caso si riferiscono esclusivamente a lavorazioni di tipo assiale quindi lungo l'asse Z), che su torni equipaggiati con utensile motorizzato e asse C (dove sono consentiti maggiori gradi di libertà ad esempio di eseguire anche lavorazioni lungo X).

12.2 Parametri utilizzati nei Cicli Fissi

Ogni **Ciclo Fisso** é sempre abbinato alla seguenti tre variabili:

<RAP = ...>= quota di accostamento al pezzo raggiunta dall'asse a velocità di rapido.

<ENT=...> = quota di fine lavorazione raggiunta a velocità di lavoro.

<RAL=...> = quota di estrazione dell'utensile a fine ciclo.

Trascurando, per il momento, la **G83 (Ciclo di foratura profonda con rottura o scarico truciolo)** ciascun ciclo fisso è costituito dalle seguenti fasi:

1. Posizionamento in rapido degli assi coordinati (es. **X, Z**)

2. L'asse abbinato al ciclo fisso (**CFF = ..**) si porta in rapido alla quota **RAP** a meno che non si trovi già ad una quota intermedia tra **RAP** ed **ENT**, in tal caso l'asse si porterà direttamente sulla quota **ENT** a velocità di lavoro.



3. L'asse del ciclo fisso si porta in lavoro alla quota **ENT** che determina la profondità della lavorazione.

4. Estrazione, in **rapido o lavoro**, a seconda del ciclo fisso prescelto, fino alla quota **RAP**.

5. Movimento in **rapido** dalla quota **RAP** alla quota **RAL**.

Al termine della terza fase avvengono tempi di sosta, inversioni mandrino o arresti a secondo del ciclo in atto.

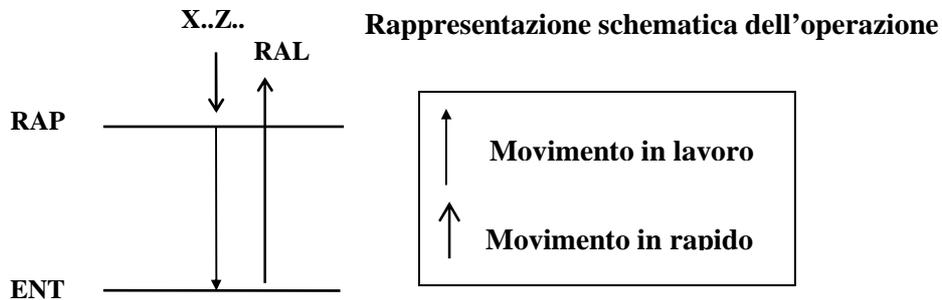
Le coordinate **RAP**, **ENT**, **RAL** sono sempre assolute, cioè riferite all'origine dell'asse di profondità che esegue il ciclo fisso.

12.3 Descrizione dei Cicli Fissi

12.3.1 Foratura Semplice (G81)

Sintassi:

N..G81 <RAP = ..> <ENT = ..> <RAL = .. >



Il significato dei parametri é quello standard già descritto nel precedente paragrafo.

Il mandrino durante l'operazione non viene mai arrestato.

12.3.2 Foratura Semplice a 3 Livelli (G81)

Nel caso di particolari lavorazioni frontali passanti é possibile definire 2 zone in cui lavorare con velocità ridotta rispetto alla Feed impostata da programma.



Per far ciò é sufficiente impostare opportunamente i seguenti parametri:

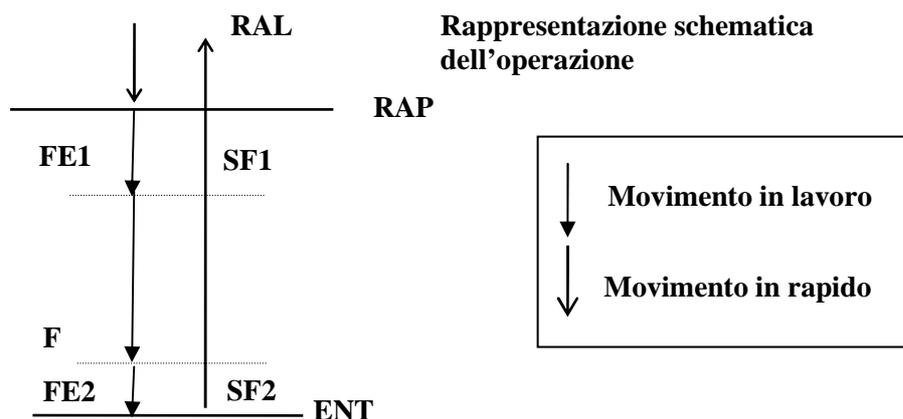
<FE1= ...> Feed ridotta in entrata

<FE2=...> Feed ridotta in uscita

<SF1=...> Zona di applicazione della feed definita come FE1

<SF2=...> Zona di applicazione della feed definita come FE2

Se SF1 ed SF2 sono diversi da 0, il ciclo diviene quindi:



I parametri SF1 ed SF2 sono intesi come valori assoluti e vengono applicati rispettivamente dopo RAP e prima di ENT tenendo automaticamente conto della direzione del foro (a RAP ad ENT). Il ciclo G81 risolve eventuali interferenze tra le varie zone dando preferenza, nell'ordine, a: FE1, FE2 ed F. Per utilizzare la G81 "classica", precedentemente descritta, basta imporre SF1=SF2=0.

I parametri SF1, SF2, FE1 ed FE2 sono opzionali. SF1 ed SF2 sono normalmente forzati a 0 all'accensione. Il costruttore della Macchina utensile può eventualmente predisporre dei valori diversi da 0 configurando opportunamente il file di taratura "COST" del CNC.

12.3.3 Foratura con Sosta (G82)

Sintassi:

N..G82 <RAP = ..> <ENT = ..> <RAL =.. > <TIM =.. >

Ciclo analogo alla Foratura "classica" G81 con l'unica variante di attuare un'attesa, a fine foro, pari a TIM secondi.



12.3.4 Foratura Profonda (G83)

Sintassi:

N...G83 <RAP = ...> <ENT = ...> <RAL = ...> <INI = ...> <IND = ...> <TIM = ...>

Descrizione dei nuovi parametri:

INI Incremento iniziale (da programmare sempre positivo).

IND Valore di **regressione** dell'incremento iniziale **INI**. Deve essere impostato sempre positivo. Se posto = 0 l'incremento tra una fase e l'altra (vedi successiva descrizione del ciclo) è mantenuto costante e pari a **INI**.

A seconda del valore attribuito al tempo di sosta **TIM** il ciclo di Foratura Profonda viene normalmente definito in modo differente:

Se **TIM = 0** è identificato come “**Foratura con scarico truciolo**”.

Se **TIM > 0** è identificato come “**Foratura con rottura truciolo**”.

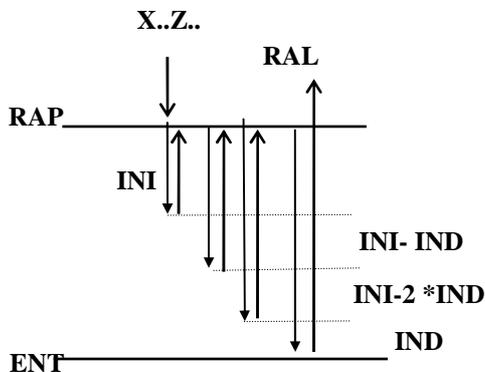
Descrizione del ciclo:

Nella Foratura Profonda l'utensile percorre la quota **INI** in profondità quindi si ritrae in rapido alla quota **RAP** e poi, sempre in rapido, ridiscende all'ultima profondità raggiunta **meno 1 mm** (In realtà l'entità di tale delta inserito per sicurezza è configurabile dal costruttore della M.U.), per riprendere a velocità di lavoro, di un incremento pari a **INI - IND**.

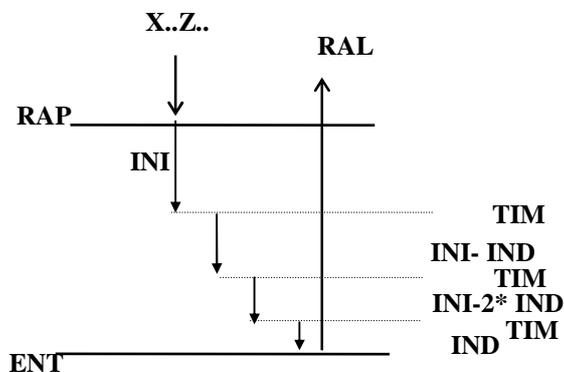
Le successive profondità di foratura vengono alterate progressivamente del valore di regressione **IND** fino a che il valore dell'incremento non uguagli il valore di regressione stesso, da qui in poi l'incremento viene mantenuto costante (pari al valore di **IND**) fino al raggiungimento della quota **ENT**.

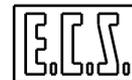
Se si programma un valore di **TIM # 0** l'utensile dopo ogni incremento si arresta per il tempo programmato e poi prosegue verso la quota **ENT** provocando **la rottura del truciolo**. In questo caso non si ha dunque la risalita dell'utensile alla quota **RAP**.

Schematizzazione del ciclo con scarico truciolo (**TIM=0**)



Schematizzazione del ciclo con rottura truciolo (**TIM # 0**)





12.3.5 Maschiatura (G84)

Sintassi:

N...G84 <RAP = ...> <ENT = ...> <RAL = ...>

Questa funzione é da utilizzare allorché si impieghi un maschio con compensatore e un mandrino non dotato di trasduttore.

La Feed di avanzamento dell'asse di maschiatura (**F**) deve essere impostata in modo da essere legata alla Speed del mandrino (**S**) dalla seguente relazione :

$$F = S \times (\text{passo maschio})$$

In presenza di mandrino dotato di trasduttore é da utilizzare la **G184** (Maschiatura rigida)

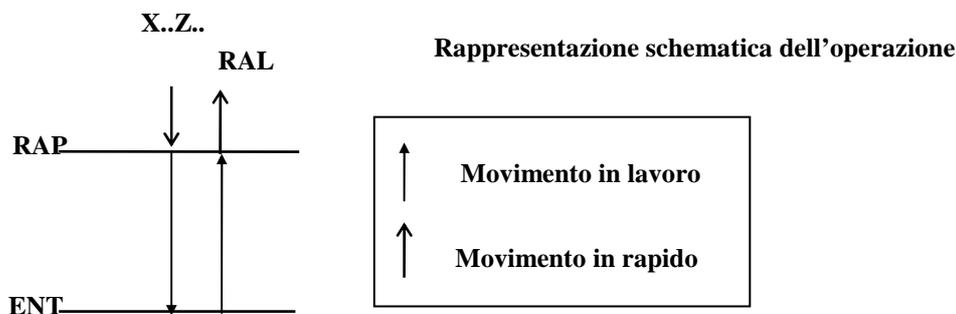
La schematizzazione del ciclo é simile a quella già vista per la foratura semplice con la differenza che in questo caso il mandrino, raggiunta la quota **ENT** inverte il senso di rotazione. Risalito alla quota **RAP** sarà ripristinato il precedente senso di rotazione del mandrino (**M3** per filettature destre e **M4** per filettature sinistre).

12.3.6 Alesatura con Ritorno in Lavoro (G85)

Sintassi:

N... G85 <RAP = ...> <ENT = ...> <RAL = ...>

Il ciclo é analogo a quello già descritto per la foratura "classica" con la variante che il ritorno fino alla quota **RAP** avviene a velocità di lavoro e in rapido da **RAP** a **RAL**.



12.3.7 Alesatura con Ritorno a Mandrino Fermo (G86)

Sintassi:

N...G86 <RAP = ...> <ENT = ...> <RAL = ...>



Il ciclo é analogo a quello già descritto per la foratura semplice con la differenza che il mandrino al raggiungimento della quota **ENT** é arrestato, rimane fermo sino a che in rapido é raggiunta la quota **RAL** dove é riavviato.

12.3.8 Alesatura con Ritorno Orientato e Disimpegno (G87)

Sintassi:

N.. **G87** <**RAP** = ...> <**ENT** = ...> <**RAL** = ...> <**DAX** = ...> <**DAY**=...>

In questo ciclo, oltre ai soliti parametri: **RAP**, **ENT**, **RAL**, viene programmato il parametro incrementale:

DAX = Disimpegno incrementale lungo il primo asse del piano di contornatura

DAY = Disimpegno incrementale lungo il secondo asse del piano di contornatura

L'orientamento mandrino viene effettuato mediante la funzione ausiliaria **M19** predisposta nel ciclo **G87**.

Il piano di contornatura é definito attraverso le istruzioni a tal fine dedicate:

G17 Piano di contornatura identificato dagli assi di direzione **1** e **2** (ex. **X** e **C**)

G18 Piano di contornatura identificato dagli assi di direzione **3** e **1** (ex. **Z** e **X**)

G19 Piano di contornatura identificato dagli assi di direzione **2** e **3** (ex. **C** e **Z**)

G16 Definizione libera del piano di contornatura

(per maggiori dettagli consultare **Capitolo 7**)

Esempio:

Nel caso il piano di contornatura sia stato definito tramite l'istruzione **G16 XCZ+** (Piano di contornatura **XC** con compensazione in lunghezza secondo l'asse **Z** in direzione positiva) i parametri **DAX** e **DAY** avrebbero effetto rispettivamente sugli assi **X** e **C**

Il ciclo **G87** si differenzia quindi dal precedente (**G86**) per la fase di estrazione dell'utensile una volta raggiunta la quota **ENT**. In tal caso il mandrino é infatti arrestato, orientato/arretrato in una posizione ben definita e quindi estratto in rapido sino alla quota **RAL**.

12.3.9 Alesatura con Sosta (G89)

Sintassi:

N...**G89** <**RAP** = ...> <**ENT** = ...> <**RAL** = ...> <**TIM** = ...>



Questo ciclo differisce dal ciclo di alesatura (**G85**) per il fatto che viene introdotta una sosta programmabile (pari a **TIM** secondi) tra il raggiungimento della quota **ENT** e la risalita in lavoro alla quota **RAP**.

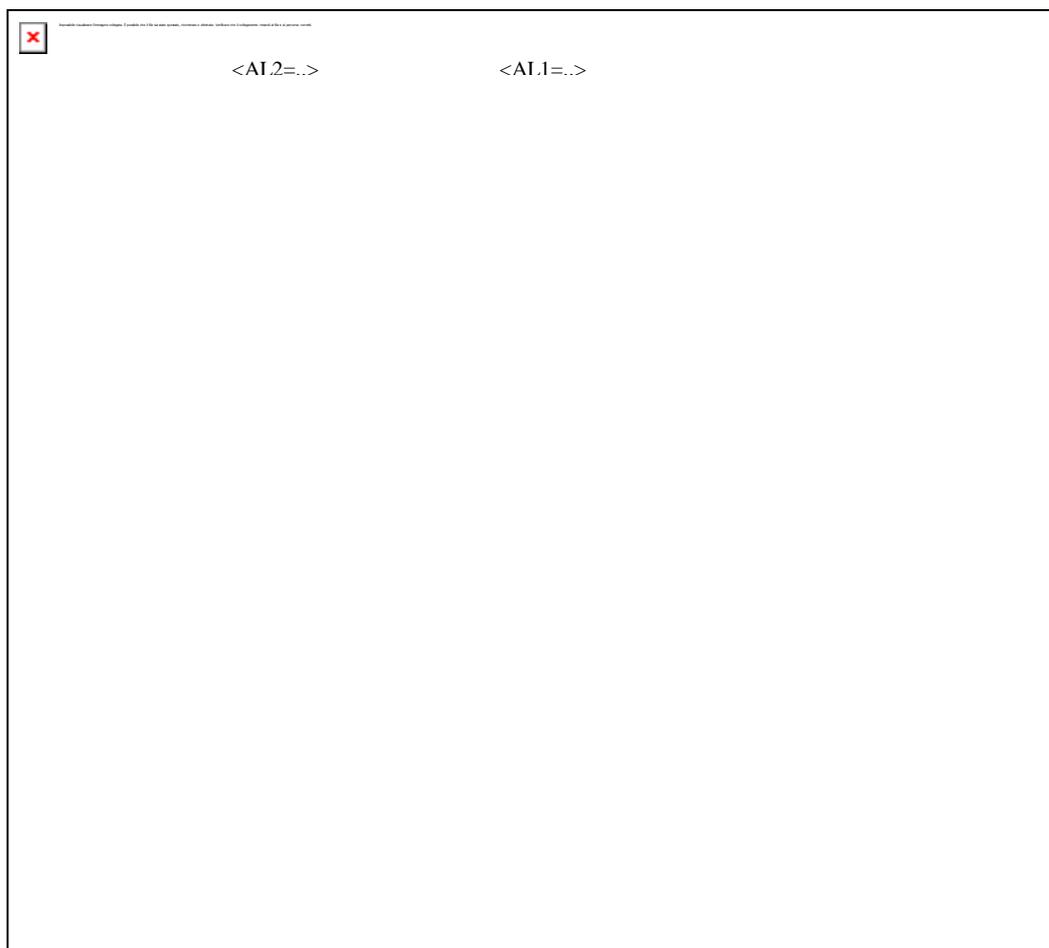
12.4 Macro Lavorazione Gole (G177)

La macro **G177** (ex **G87** nei CNC **2402**, **1402D** e **2702D**) consente di eseguire:

- la sola sgrossatura o,
- la sgrossatura e finitura o,
- la sola finitura,

di gole diametrali e frontali. La sgrossatura può essere eseguita o con unica passata a tuffo oppure con più passate programmabili. La finitura (quando richiesta) viene eseguita con passate “a spinta” eseguite a partire dall’esterno della gola verso l’interno e tali da sovrapporsi al centro del fondo della gola.

La macro **G177** è modale e si scatena ad ogni posizionamento degli assi X e Z. Essa viene cancellata tramite l’istruzione **G150** che annulla tutti i cicli da **G151** a **G199**.





Il formato di programmazione è il seguente:

```
...  
N100 <AL1=...> <AL2=...> <RE1=...> <RE2=...> <RI1=...> <RI2=...> <SMF=...>  
      <SML=...> <KFD=...> <%TCL=...>  
N110 G177 X... Z... <RAP=...> <ENT=...> <RAL=...> <LCA=...> <PRF= > <LUT=...>  
      <RIC=...> <NPS=...> <%SFN=...> <CFF=CF...>  
...  
N200 G80
```

I parametri alla riga N100 sono opzionali e pertanto non sempre ne è necessaria la programmazione completa.

La loro assegnazione può indifferentemente fatta sia sulla riga N100 che sulla riga N110.

È stato evitato di scriverli insieme in quanto la loro completa programmazione può portare ad avere un blocco più lungo di 200 caratteri.

- X... Z...** Punto iniziale del ciclo. Si trova in “aria” sull’asse della cava
Nel caso di gole diametrali la quota X.. è relativa ad un diametro esterno di sicurezza, mentre la quota Z rappresenta la mezzzeria della gola.
Nel caso di gole frontali la quota X... corrisponde alla mezzzeria della gola, mentre la quota Z... è esterna alla gola ad una distanza di sicurezza.
- <RAP=...>** Quota iniziale di lavoro raggiunta in Rapido (**G0**).
Nel caso di gola diametrale rappresenta il diametro nominale esterno del pezzo, maggiorato della distanza di sicurezza.
Nel caso di gola frontale rappresenta la quota spallamento maggiorata della distanza sicurezza.
- <ENT= ...>** Quota finale di lavoro raggiunta in velocità di avanzamento.
Nel caso di gola diametrale rappresenta il diametro sul fondo della cava.
Nel caso di gola frontale rappresenta la quota del fondo della cava.
- <RAL=...>** Quota ritorno dopo esecuzione gola.
Nel caso di gola diametrale rappresenta un diametro esterno di disimpegno.
Nel caso di gola frontale rappresenta una quota Z esterna di disimpegno.
- <LCA=...>** Larghezza cava misurata sul fondo.
La misura è da intendersi sempre radiale (anche nel caso di gole frontali).
- <PRF=...>** Profondità della cava
- <AL1=...>** Angolo del lato 1 della gola. ($0^\circ \leq \text{AL1} < 90^\circ$).
Nelle precedenti generazioni di **CNC ECS** era indicato con **AN1**.
E’ un parametro opzionale. Se non è programmato viene assunto = 0° .
Per gole diametrali è il lato dalla parte Z+.
Per gole frontali è il lato dalla parte X+.
- <AL2=...>** Angolo del lato 2 della gola. ($0^\circ \leq \text{AL2} < 90^\circ$)



Nelle precedenti generazioni di CNC ECS era indicato con AN2.
Parametro Opzionale. Se non è programmato viene assunto = 0°.
Per gole diametrali è il lato dalla parte Z-
Per gole frontali è il lato dalla parte X-

- <LUT=...> Larghezza dell'utensile troncatore (spessore inserto).
In tabella utensili dovrà essere assegnato il corretto quadrante dell'utensile troncatore.
In particolare sono previsti solo i seguenti casi:
Gola diametrale esterna: Q= 1 - 4
Gola diametrale interna: Q= 2 - 3
Gola frontale: Q= 1 - 2
In tabella utensili deve essere assegnato il valore del raggio utensile che dovrà essere uguale per entrambi gli spigoli dell'utensile troncatore.
Il raggio utensile viene effettivamente considerato soltanto nel ciclo di finitura, mentre nel ciclo di sgrossatura non viene gestito.
Il valore di LUT deve essere inferiore alla larghezza del tratto piano sul fondo della gola, tenendo conto anche dell'eventuale sovrametallo sui fianchi.
- <RIC=...> Ricoprimento minimo imposto tra passate contigue in sgrossatura.
Il valore è espresso in millimetri e dovrà essere minore di LUT.
- <RE1=...> Indica un raccordo (se il valore è positivo) o uno smusso (se il valore è negativo) su lato 1 esterno gola.
E' un parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0 e lo spigolo è considerato vivo.
Per gole diametrali e frontali è situato sullo spigolo esterno del lato 1.
- <RI1=...> Indica un raccordo (se il valore è positivo) o uno smusso (se il valore è negativo) su lato 1 interno gola.
E' un parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0 e lo spigolo è considerato vivo.
Per gole diametrali e frontali è situato sullo spigolo interno del lato 1.
- <RE2=...> Indica un raccordo (se il valore è positivo), o uno smusso (se il valore è negativo) su lato 2 esterno gola.
E' un parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0 e lo spigolo è considerato vivo.
Per gole diametrali e frontali è situato sullo spigolo esterno del lato 2.
- <RI2=...> Indica un raccordo (se il valore è positivo), o uno smusso (se il valore è negativo) su lato 2 interno gola.
E' un parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0 e lo spigolo è considerato vivo.
Per gole diametrali e frontali è situato sullo spigolo interno del lato 2.
- <KFD=...> Coefficiente moltiplicativo della velocità di avanzamento programmata.
E' un parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 1.



Il valore di **KFD** (compreso tra 0 ed 1) ha senso soltanto nel ciclo di finitura, facendo assumere, nel corso della finitura, una velocità di avanzamento ridotta rispetto a quella programmata che invece è applicata in fase di sgrossatura.

- <**SML**=...> Sovrametallo lasciato sui fianchi al termine della sgrossatura (in ogni caso è radiale).
Parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0.
- <**SMF**=...> Sovrametallo lasciato sul fondo al termine della sgrossatura (in ogni caso è radiale).
Parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 0.
- <**%TCL**=...> Codice identificativo del tipo di lavorazione.
Nelle precedenti generazioni di **CNC ECS** era indicato con **TYP**.
Parametro opzionale, se non programmato viene assunto = 2.
%TCL = 1 Esecuzione ciclo di sola finitura.
%TCL = 2 Esecuzione ciclo di sola sgrossatura
%TCL = 3 Esecuzione ciclo sgrossatura e finitura.
- <**NPS**=...> Numero di passate di profondità di lavorazione.

La lavorazione (compresa tra **RAP** ed **ENT** e tenendo conto dei sovrametalli **SMF** ed **SML** assegnati) viene suddivisa in **NPS** passate uguali che vengono eseguite a partire dal lato 1 ed eseguite con progressione verso il lato 2. Una volta completata una serie di passate si ritorna a un distanza sicurezza (1 mm. radiale dalla superficie già lavorata) e partendo nuovamente dal lato 1 si procede alla successiva passata in profondità finché non è completato il numero **NPS** di passate stabilito.

La finitura verrà eseguita in due fasi distinte (prima sul lato 1 e poi sul 2) agendo a “spinta” verso il fondo della gola partendo dalla quota **RAP** e raggiungendo la mezzeria del fondo della cava.

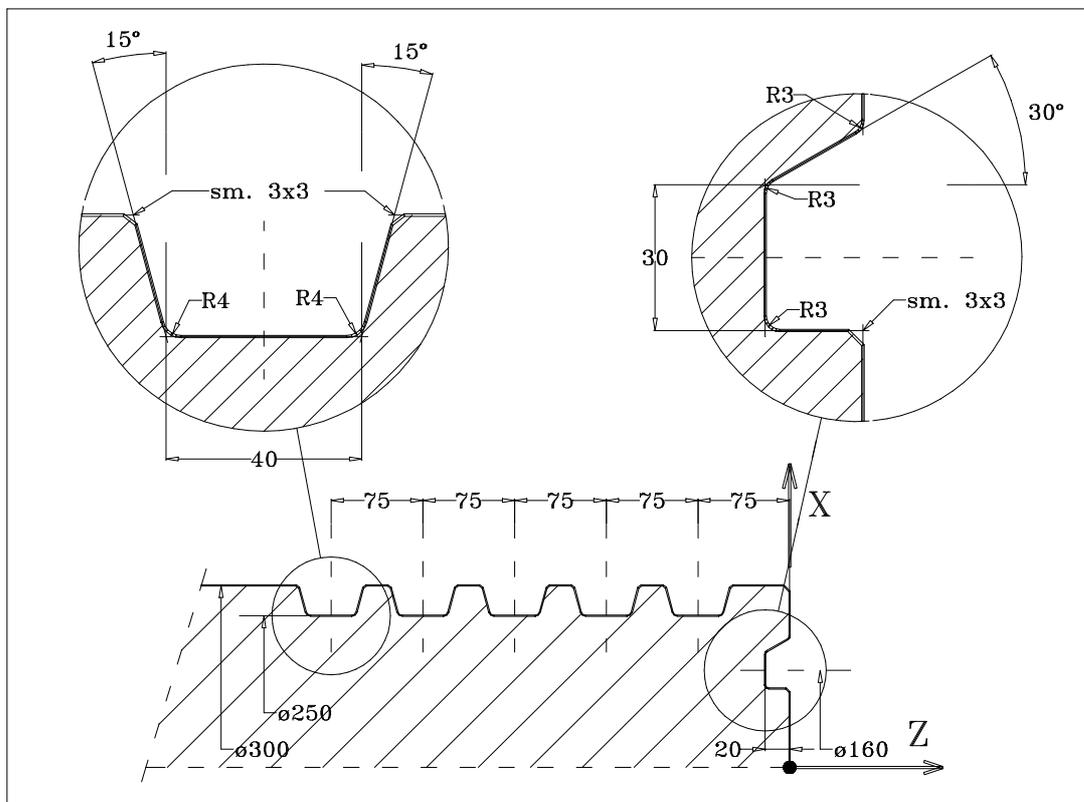
<**%SFN**=...> Parametro per passata di prefinitura. Nelle precedenti generazioni di **CNC ECS** era indicato con **SFN**.

La passata di prefinitura è ottenibile nei cicli <**%TCL=2**> o <**%TCL=3**> programmando <**%SFN=1**>.

Se non assegnato, oppure <**%SFN=0**>, non viene eseguita prefinitura.

La passata di prefinitura è utile per togliere le creste lasciate nel ciclo di sgrossatura e viene eseguita con le stesse modalità della finitura, lasciando un sovrametallo pari a **SMF** e **SML**.

12.4.1 Esempio di Programmazione di Macro G177



%

...

N120 T5 M6 (Utensile per gole ESTERNE sp.5)

N130 G96 S120 F0.08 M3 M41

N140 G0 X320

N150 <AL1=15> <AL2=15> <RE1=-3> <RE2=-3> <RI1=4> <RI2=4> <SMF=0.1>
<SML=0.25> <KFD=0.5> <%TCL=3>

N160 G177 X320 Z-75 <RAP=310> <ENT=250> <RAL=310> <LCA=40> <PRF=25 >
<LUT=5> <RIC=1> <NPS=3> <CFF=CFX>

N170 Z-150

N180 Z-225

N190 Z-300

N200 Z-375

N210 G150 X400 Z300

...

N300 T6 M6 (Utensile sgrossatura per gole FRONTALI sp.5)

N310 G96 S120 F0.08 M3 M41

N320 G0 Z10

N330 <AL1=30><RE1=3><RE2=-3><RI1=3><RI2=3><SMF=0.1><SML=0.25><%TCL=2>



N340 G87 X160 Z5 <RAP=2> <ENT=-20> <RAL=50> <LCA=30> <PRF=20 > <LUT=5>
<RIC=1> <NPS=2> <CFF=CFZ>

N350 G150 X300 Z300

...

N400 T7 M6 (Utensile finitura per gole FRONTALI sp.3)

N410 G96 S120 F0.08 M3 M41

N420 G0 Z10

N430 G87 X160 Z5 <RAP=2> <ENT=-20> <RAL=50> <LCA=30> <PRF=20 > <LUT=3>
<AL1=30> <RE1=3> <RE2=-3> <RI1=3> <RI2=3> <%TCL=1><CFF=CFZ>

N440 G150 X300 Z300

...

Commento:

- Blocchi N120-N210** Lavorazione n. 5 gole esterne uguali
Viene eseguita la lavorazione di sgrossatura e finitura (<%TCL=3>). Il programma riportato è indipendente dal tipo di azzeramento effettuato per l'utensile T5 (purché quadrante 1 o 4) .
I parametri di lavoro sono stati definiti solo in corrispondenza della prima gola, mentre per le gole rimanenti è sufficiente la programmazione dei soli posizionamenti.
- Blocchi N300-N350** Sgrossatura n. 1 gola frontale.
Viene eseguita la lavorazione di sgrossatura (<%TCL=2>). Il programma riportato è indipendente dal tipo di azzeramento eseguito per l'utensile T5 (purché quadrante 1 o 2). Non è stato definito il parametro **AL2** in quanto l'angolo a disegno è 0°. Gli altri parametri, anche se alcuni uguali a quelli definiti ai blocchi N150-N160, sono stati tutti programmati nuovamente in quanto la programmazione di **G150** al blocco N210 ripristina i valori standard di default.
- Blocchi N400-N440** Finitura n. 1 gola frontale.



Viene eseguita la lavorazione di finitura (%TCL=1) con un utensile diverso da quello usato per la sgrossatura. In questo caso non sono stati programmati alcuni parametri che non vengono gestiti in finitura:

<RIC=...> <SMF=...> <SML=...> <NPS=...> <KFD=...>.

Quest'ultimo parametro ha significato solo nel ciclo di sgrossatura e finitura, in quanto quando si assegna %TCL=1 (solo finitura) la velocità di avanzamento sarà quella nominale programmata.

12.5 Considerazioni Generali sui Cicli Fissi

Considerando che i cicli fissi G81 ... G89 si scatenano solo dopo che gli assi hanno raggiunto la quota programmata, i seguenti 2 programmi generano lo stesso risultato:

a)

```
%  
N0 G95 <CFE=CFZ>  
N10 T1 M06 M42  
N20 S800 F200 M13  
N30 G81 <RAP=2> <ENT=-30> <RAL=2>  
N40 X100 Z80  
.....
```

b)

```
%  
N0 G95 <CFE=CFZ>  
N10 T1 M06 M42  
N20 S800 F200 M13  
N30 G81 <RAP=2> <ENT=-30> <RAL=2> X100 Z80  
.....
```

Invece programmare:

```
.....  
N30 X100 Z80  
N40 G81 <RAP=2> <ENT=-30> <RAL=2>  
.....
```

Non provoca l'esecuzione del foro perché il ciclo fisso diviene attivo dopo il posizionamento degli assi.

Modificando invece il programma come segue:

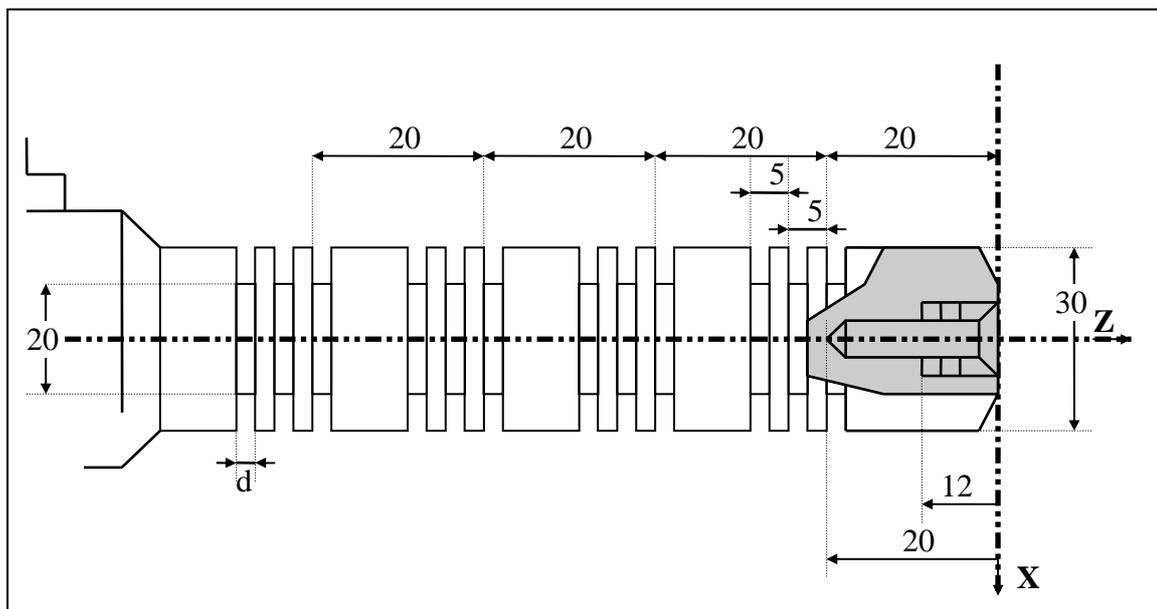
```
.....  
N30 X100 Z80  
N40 G81 <RAP=2> <ENT=-30> <RAL=2> Z2  
.....
```

Il ciclo fisso **G81** viene eseguito per la presenza di un movimento assi (Z2) dopo la sua definizione.

Si ricorda che, in caso di lavorazioni con un'elevata incidenza di cicli fissi, per minimizzare i tempi di esecuzione, è consigliabile settare la modalità di movimentazione **G64** (Vedi per approfondimenti **Capitolo 7**).

12.6 Esempi di Programmazione di Cicli Fissi

Si supponga di voler scrivere il Part Program necessario per lavorare il pezzo descritto nel sottostante disegno, nel quale, oltre alle lavorazioni, occorre centrinare, forare e maschiare il foro assiale di diametro 5mm.





Vengono utilizzati gli utensili :

T2 = centratore T3 = punta a forare T4 = maschio

T5 = Troncatore di larghezza d, montato sulla seconda torretta.

%

N0 G92 S1200 <CFF=CFZ> {Imposta velocità massima a 1200 rpm e cicli fissi su Z}

N10 T2 M06

N15 G95 S800 M42 F0.35 {Imposta velocità di taglio in 0,35 mm/giro}

N20 G81 <RAP=3> <ENT=-2> <RAL=100>

N30 X0 Z10 M03 {Centrinatura con T2}

N40 G80 T3 M06

N50 G81 <ENT=-20> X0 Z10 {Foro profondo 20 mm con T3}

N60 G80 T4 M06

N70 S300 F0.8 {Imposta nuova Feed di avanzamento 0,8 mm/min}

N80 G84 <RAP=5> <ENT=-12> X0 Z5 {Maschiatura con T4}

N90 G80 Z150

N95 T5 M06

N97 <CFF=CFX> G54.02 {Attiva Origine 2 e Cicli Fissi su X}

N100 <MIR:ON;X> {Attiva Specularità su X}

N110 G96 S180 F0.3

N120 G81 <RAP=32> <ENT=20> <RAL=32> {Imposta gole come fori lungo X}

N130 G90 X32 Z-20

N140 G91 Z-5

N150 Z-5

N160 G90 G59 Z-20

N170 <RPT :N130 ;N150>

N180 G90 G59 Z-40

N190 <RPT :N130 ;N150>

N200 G90 G50 Z-60

N210 <RPT :N130 ;N150>

N215 G90 G50 Z0

N220 G80 X50 Z100 M05

N230 <MIR :OFF>

N240 M02



12.7 Ciclo Fisso di Maschiatura Rigida (G184)

In caso di Torni equipaggiati con mandrino dotato di trasduttore di posizione è possibile programmare la funzione **G184** che permette l'esecuzione del ciclo di maschiatura rigida. Si intende per maschiatura rigida una filettatura eseguita con maschio a passo controllato (senza quindi richiedere alcun compensatore).

Sarà infatti il CNC a farsi automaticamente carico di sincronizzare il movimento dell'asse di profondità con quello dell'asse mandrino, in modo tale da comunque garantire l'esecuzione del passo impostato.

Il CNC **deve essere predisposto in G94 e a mandrino fermo** prima d'iniziare il ciclo **G184**.

Sintassi :

N..G184 <RAP=..> <ENT=..><RAL=..><SPD=..> <PCH=..> <ROT=..>

Mentre le variabili **RAP**, **ENT**, **RAL** continuano a conservare lo stesso significato già descritto nei cicli fissi (**G81..G89**) le nuove variabili hanno il seguente significato:

SPD = Velocità di rotazione del mandrino in giri/min.

PCH = Passo della filettatura in mm.

ROT = Verso di rotazione dell'asse mandrino, può assumere i seguenti valori:

ROT=3 rotazione oraria (filettatura destrorsa)

ROT=4 rotazione antioraria (filettatura sinistrorsa)

Analogamente ai cicli fissi della serie **G8x** la macro **G184** è modale per cui verrà scatenata ad ogni posizionamento di assi al raggiungimento della quota programmata.

Per cancellare la macro **G184** è necessario programmare l'istruzione:

G150 = Cancella le macroistruzioni da **G151 a G199**.

12.7.1 Esempio di Programmazione di Maschiatura tramite G184

L'esempio riportato ripropone la lavorazione del pezzo descritto nel **Paragrafo 12.6** utilizzando il ciclo di maschiatura rigida **G184** al posto di quello di maschiatura convenzionale che prevede l'uso di un compensatore.

```
...  
N60 G80 T4 M06  
N70 M05 G94  
N80G184 <RAP=5> <ENT=-12> <SPD=400> <PCH=1.5> <ROT=3> X0 Z5  
N90 G150 Z150  
...
```



Commenti:

- N60** Disattivazione cicli fissi (**G80**) e caricamento dell'utensile (**T4**) per la maschiatura.
- N70** Arresto mandrino ed impostazione della velocità di rotazione costante con avanzamento in mm/min.
- N80** Impostazione parametri ed esecuzione della maschiatura rigida
- N90** Disattivazione ciclo **G184** (**G150**) e allontanamento in rapido a quota Z150.

CAPITOLO 13

13. Sgrossatura

Nei paragrafi che seguono sono descritte le macro di sgrossatura disponibili nei CNC ECS 800/900.

13.1 Sgrossatura Quadrilatera (G664)

La funzione **G664...** permette di asportare con passate successive, parallele all'asse Z o X, tutto il materiale contenuto in una sezione quadrilatera di forma qualsiasi, inscritta all'interno di un rettangolo delimitato dai due punti estremi $\langle \text{INX} \rangle$; $\langle \text{INZ} \rangle$ ed $\langle \text{XFI} \rangle$; $\langle \text{ZFI} \rangle$, la figura può essere quindi:

- rettangolare
- trapezoidale
- triangolare

Formato:

N...G664 $\langle \text{INX}=\dots \rangle$ $\langle \text{INZ}=\dots \rangle$ $\langle \text{XFI}=\dots \rangle$ $\langle \text{ZFI}=\dots \rangle$ $\langle \text{NPS}=\dots \rangle$ $\langle \text{CFF}=\text{CF}\dots \rangle$
 $\langle \text{LIN}=\dots \rangle$ $\langle \text{LFI}=\dots \rangle$ $\langle \% \text{TCL}=\dots \rangle$ $\langle \text{KFD}=\dots \rangle$ { parametri opzionali }

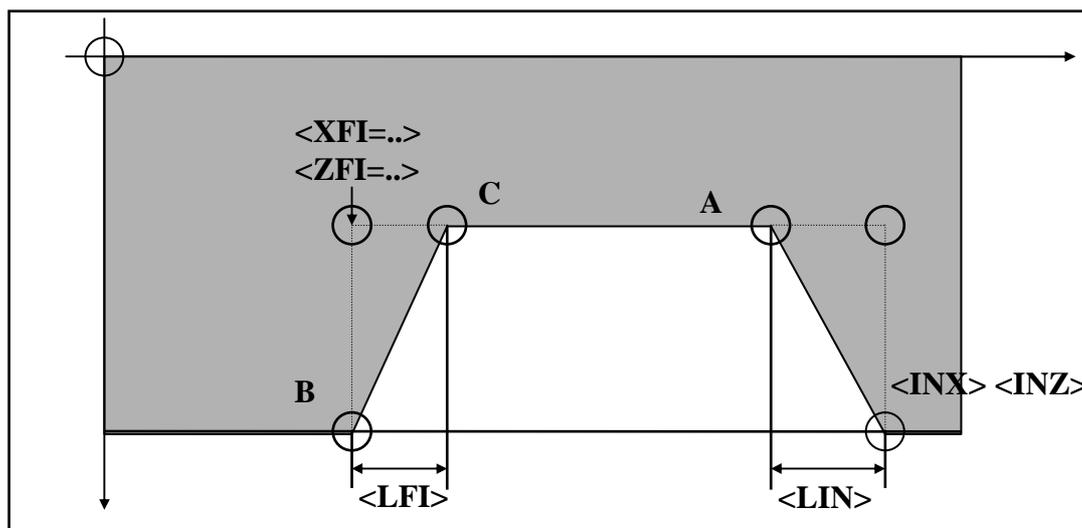


FIG. 13-1



dove:

- G664** Rappresenta appunto il ciclo di sgrossatura quadrilatera. La funzione **G664** è **autocancellante**.
- CFF=CF..** Tipicamente **<CFF=CFZ>** per sgrossatura **cilindrica**, ovvero con passate parallele all'asse Z. **<CFF=CFX>** per sgrossatura **frontale**, ovvero con passate parallele all'asse X.
- INX** e **INZ** Rappresentano le **coordinate del punto di partenza**. Tali quote **devono essere programmate entrambe** e corrispondono ad un vertice del rettangolo. Su **CNC 1402D / 2402D** era **INX → X** e **INZ → Z**
- XFI** e **ZFI** **Coordinate assolute del punto finale**, diametralmente opposto al punto di partenza. Sono le coordinate del vertice del rettangolo opposto a **INX** ed **INZ**.
- NPS** Rappresenta il **numero di passate** di eguale profondità che si desiderano effettuare, per scavare l'intera figura.
- LIN** **Segmento di retta tra punto di partenza INX ;INZ e punto adiacente più interno**. Viene misurato lungo l'asse Z nel caso di **<CFF=CFZ>**, oppure lungo l'asse X nel caso di **<CFF=CFX>**. In quest'ultimo caso sarà diametrale se anche l'asse X lo è. **Se non programmato il CNC assume <LIN=0>**.
- LFI** **Segmento di retta tra punto finale** (quello programmato con **<XFI=..> ;<ZFI=>**) **e punto adiacente più interno**. Viene misurato lungo l'asse Z nel caso di **<CFF=CFZ>**, oppure lungo l'asse X nel caso di **<CFF=CFX>**. In quest'ultimo caso sarà diametrale se anche l'asse X lo è. **Se non programmato il CNC assume <LFI=0>**.
- %TCL**
(ex **TYP**) È un codice che definisce le modalità di ingresso e uscita dell'utensile, ad ogni passata. Il codice **<TCL%>** può assumere i seguenti valori (vedi **FIG. 13-2**):
- <%TCL=0>** ingresso ed uscita alla velocità di rapido (**G00**)
- <%TCL=1>** ingresso alla velocità di lavoro (**G01**) ed uscita alla velocità di rapido (**G00**)
- <%TCL=2>** ingresso alla velocità di rapido (**G00**) ed uscita alla velocità di lavoro (**G01**)
- <%TCL=3>** ingresso ed uscita alla velocità di lavoro (**G01**)
Se non programmato il CNC assume <%TCL=2>.
- KFD** Rappresenta un coefficiente moltiplicativo della Feed impostata. Ad esempio se **KFD = 1** significa che la velocità di avanzamento programmata viene mantenuta costante, se **KFD=0,5** la velocità di avanzamento è dimezzata.

Nota: A partire dalla release **SW V3.02** la programmazione della macro **G664** è accettata sia nella sintassi ora descritta che in quella propria dei **CNC 2402 /1402D /2702D** in cui erano invece utilizzati i Sinonimi **TYP** (al posto di **%TCL**), **X** (al posto di **INX**) e **Z** (al posto di **INZ**).

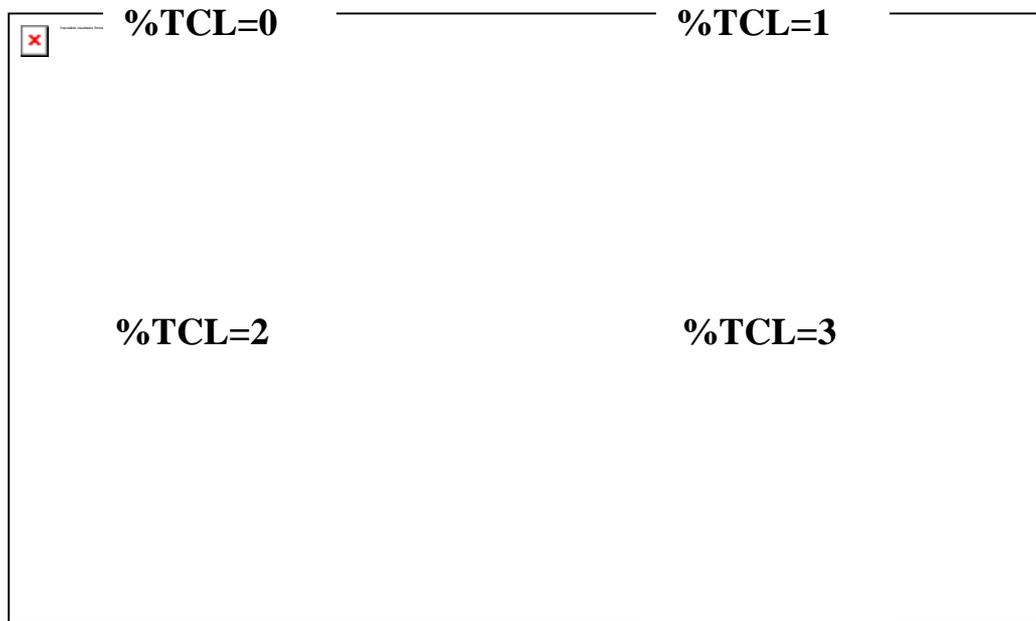


FIG.13-2

Quando la figura è un rettangolo i parametri necessari sono quelli riportati il FIG.13-3

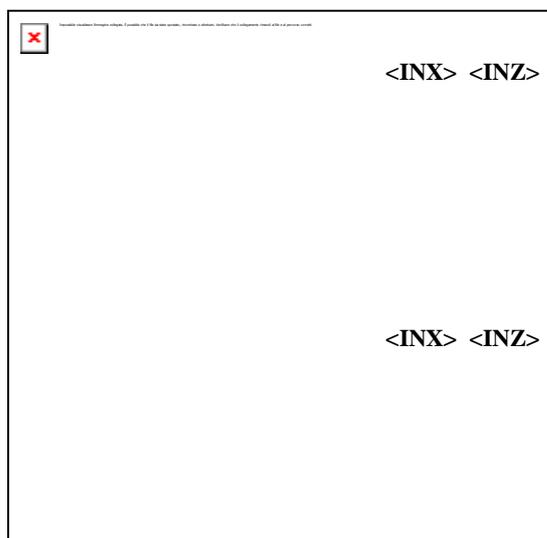


FIG.13-3

Sgrossatura Cilindrica FIG.13-2A

```
N10 <CFF=CFZ>  
N20 G664X200Z2<XFI=150><ZFI=-80>  
    <NPS=10>  
.....
```

Sgrossatura Frontale FIG. 13-3B

```
N10 <CFF=CFX>  
N20 G664X202Z0<XFI=100><ZFI=-50>  
    <NPS=10>  
.....
```



13.1.1 Osservazioni sul ciclo di Sgrossatura G664

- La **G664** è compatibile con il funzionamento a velocità di taglio costante(**G96**).
- La **G664** lascia il CNC predisposto in rapido(**G0**).
- La **G664** di **FIG.13-1** è una sgrossatura "cilindrica" in quanto il lato P-PB è parallelo all'asse Z.
- La macro può essere usata però anche per sgrossature "frontali" nelle quali le passate vengono cioè effettuate parallelamente all'asse X. Basterà programmare <**CFF=CFX**> prima dell'inizio del ciclo **G664**.
- L'esecuzione di una **G664** effettua due differenti cicli di lavoro a seconda se:

1. Senza compensazione vettoriale (**G40**)

2. Con compensazione vettoriale (**G41** o **G42**)

Per meglio comprendere il suo funzionamento riporteremo qui di seguito le fasi che compongono i due cicli e cioè:

13.1.1.1 G664 senza Compensazione Vettoriale (**G40**)

In questo caso si esegue la macro posizionando la Punta Virtuale dell'utensile per cui il profilo che si ottiene dipende da come è stato eseguito il presetting dell'utensile.

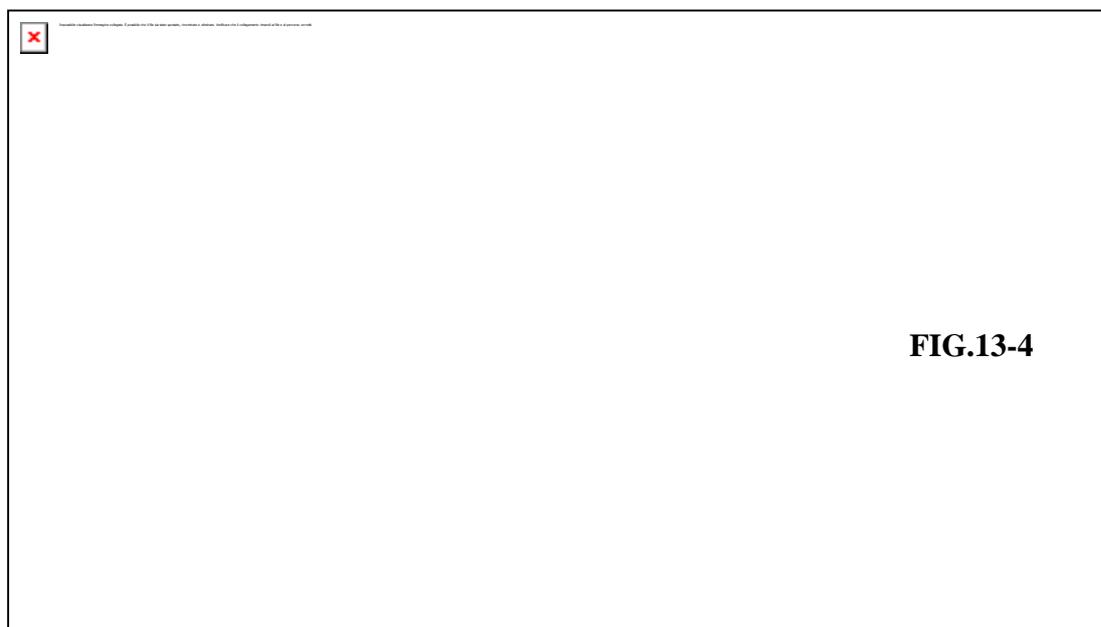


FIG.13-4

Con riferimento alla **FIG.13-4** il ciclo di lavorazione è il seguente:

Iniziale

Gli assi X e Z vengono posizionati in rapido (**G0**) sul punto di partenza programmato **PINZ**. È pertanto necessario che il punto **PINZ** sia in aria, cioè esterno al pezzo.



- Fase 1** Vengono spostati gli assi fino a raggiungere la profondità di passata attuale, calcolata con il parametro <NPS= >, seguendo il profilo PA1→PA2. La velocità di avanzamento sarà in rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=2>, oppure in lavoro (**G01**) in funzione della F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=1> o <%TCL=3>.
- Fase 2** Viene spostato il solo asse di taglio, prenotato con l'istruzione <CFF=...>, cioè l'asse Z se <CFF=CFZ>, oppure l'asse X se <CFF=CFX>. Si percorre quindi il segmento PA2→PA3 in lavoro (**G01**) alla velocità F programmata senza tenere conto del coefficiente correttivo **KFD**.
- Fase 3** Vengono spostati gli assi sul punto della precedente passata, seguendo il profilo PA3→PA4, con velocità di avanzamento rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=1>, oppure di lavoro (**G01**) in funzione della F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=2> o <%TCL=3>.
- Fase 4** Gli assi si spostano con velocità di avanzamento rapido (**G0**), percorrendo il segmento PA4→PA2, cioè raggiungono il punto finale della Fase 1, che coincide col punto iniziale della Fase 1 di prossima esecuzione. Il ciclo continua eseguendo nuovamente le Fasi 1,2,3 e 4 relative ai punti PB...,PC..., fino ad esaurire le <NPS=...> passate programmate meno una.
- Fase 5** Vengono spostati gli assi fino a raggiungere il profilo PF2→PF3, seguendo il profilo PF2→PF2. La velocità di avanzamento sarà in rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=2>, oppure in lavoro (**G01**) in funzione della F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=1> o <%TCL=3>.
- Fase 6** Viene spostato il solo asse di taglio, prenotato con l'istruzione <CFF=...>, cioè l'asse Z se <CFF=CFZ>, oppure l'asse X se <CFF=CFX>. Si percorre quindi il profilo PF2→PF3 in lavoro (**G01**) alla velocità F programmata moltiplicato il coefficiente correttivo **KFD**.
- Fase 7** Vengono spostati gli assi sul punto della precedente passata, seguendo il profilo PF3→P.3, con velocità di avanzamento rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=1>, oppure di lavoro (**G1**) in funzione della F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=2> o <%TCL=3>.
- Finale** Vengono spostati gli assi sul punto di partenza PINZ in rapido (**G0**), concludendo così l'esecuzione della macro **G664**.

Osservazioni

È possibile ottenere il sovrametallo voluto, utilizzando opportunamente le istruzioni di traslazione origine (vedi **Cap.6**), per una successiva passata di finitura, programmando direttamente le quote del quadrilatero finito. Ad esempio programmando:

```
N.....G664....<DLN:Z;1><DLN:X;0.5>
```

si otterrà la sgrossatura lasciando un sovrametallo di 0.5 mm radiali sull'asse X e di 1 mm lungo l'asse Z.

Risulta evidente che in questo caso l'esecuzione della macro con il codice, che definisce le modalità di ingresso e uscita, uguale a: <%TCL=3> ingresso **G01** uscita **G01** può essere penalizzante in termini di tempo ciclo.



13.1.1.2 G664 con Compensazione Vettoriale (G41 o G42)

Questo ciclo è invece consigliato nel caso in cui si adopera il codice <%TCL=..>, che definisce le modalità di ingresso e uscita, uguale a: <%TCL=3> o ingresso G1 uscita G1

Il ciclo di lavorazione è il seguente (vedi FIG.13-5):

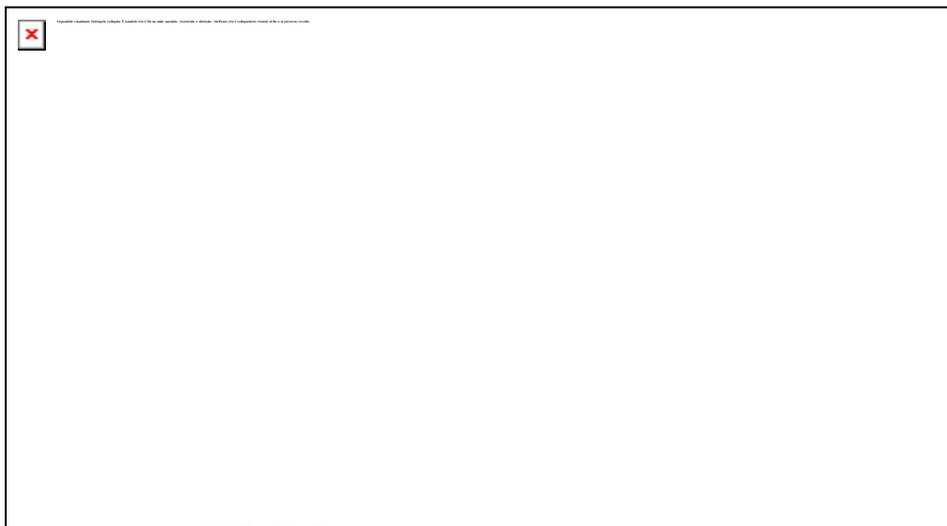


FIG.13-5

- Iniziale** Gli assi X e Z vengono posizionati in rapido(**G0**) o in lavoro (**G1**), alla **F** programmata, sul punto di partenza programmato PINZ. Questo punto deve essere raggiunto con la compensazione vettoriale attiva, per cui occorre definire in un blocco precedente la **G664** un punto di accostamento con modalità **G41** o **G42**.
- Fase 1** Vengono spostati gli assi fino a raggiungere la profondità di passata attuale, calcolata con il parametro <NPS=..>, seguendo il profilo PA1→PA2. La velocità di avanzamento sarà in rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=2>, oppure in lavoro (**G1**) in funzione della **F** programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=1> o <%TCL=3>.
- Fase 2** Vengono spostati gli assi seguendo il segmento PA2→PA3 in lavoro (**G1**) alla velocità **F** programmata senza tenere conto del coefficiente correttivo **KFD**.
- Fase 3** Vengono spostati gli assi sul punto della precedente passata, seguendo il profilo PA3 → PA4, con velocità di avanzamento rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=1 >, oppure di lavoro (**G1**) alla **F** programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=2> o <%TCL=3>.
- Fase 4** Gli assi si spostano con velocità di avanzamento rapido (**G0**), percorrendo il segmento PA4 → PA5. Questo punto dista dal punto finale della Fase 1, sia in X che in Z, il valore della profondità di passata.
- Fase 5** Gli assi si spostano con velocità di avanzamento rapido (**G0**), se <%TCL=0> o <%TCL=2>, oppure in lavoro (**G1**) in funzione della **F** programmata senza tenere conto della costante **KFD**, se <%TCL=1> o <%TCL=3>. Percorrendo il segmento PA5→PA2, cioè raggiungono il punto finale della Fase 1, che coincide col punto iniziale della fase 1 di prossima esecuzione. Il ciclo continua eseguendo



nuovamente le Fasi 1,2,3,4 e 5 relative ai punti PB...,PC..., fino ad esaurire le <NPS=...> passate programmate meno una.

- Fase 6** Vengono spostati gli assi fino a raggiungere il profilo PF2 → PF3, seguendo il profilo P..2 ~> PF2. La velocità di avanzamento sarà in rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=2>, oppure in lavoro (**G01**) alla F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=1> o <%TCL=3>.
- Fase 7** Viene spostato il solo asse di taglio, prenotato con l'istruzione <CFF=...>, cioè l'asse Z se <CFF=CFZ>, oppure l'asse X se <CFF=CFX>. Si percorre quindi il profilo PF2→PF3 in lavoro (**G1**) alla velocità **F** programmata moltiplicato il coefficiente correttivo **KFD**.
- Fase 8** Vengono spostati gli assi sul punto della precedente passata, seguendo il profilo PF3→P.3, con velocità di avanzamento rapido (**G0**) se <%TCL=0> o <%TCL=1>, oppure di lavoro (**G1**) in funzione della F programmata moltiplicato la costante **KFD**, se <%TCL=2> o <%TCL=3>.
- Finale** Vengono spostati gli assi sul punto PA5, in rapido (**G0**), concludendo così l'esecuzione della macro **G664**.

Osservazioni:

È possibile ottenere il sovrametallo voluto, utilizzando l'istruzione <DRA:=...>, per una successiva passata di finitura, programmando direttamente le quote del quadrilatero finito. Indipendentemente dal codice <%TCL=...> definito, viene lasciato sovrametallo su tutti i lati del quadrilatero (vedi **FIG.13-6**); l'istruzione <DRA:=...> deve essere programmata in un qualunque blocco precedente l'attivazione della compensazione vettoriale.

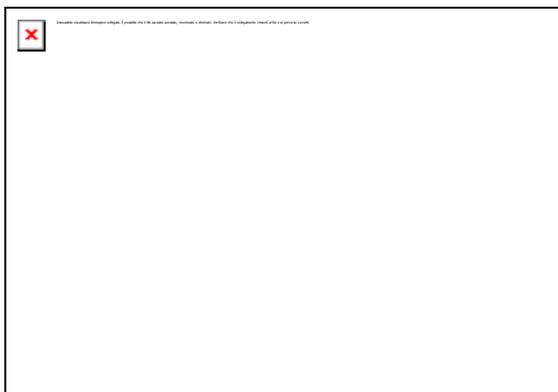


FIG.13-6



13.1.2 Esempio di Programmazione

Sul tornio (con asse X diametrale) si voglia sgrossare il pezzo di **FIG.13-7** partendo da una barra cilindrica di 350 mm di diametro.

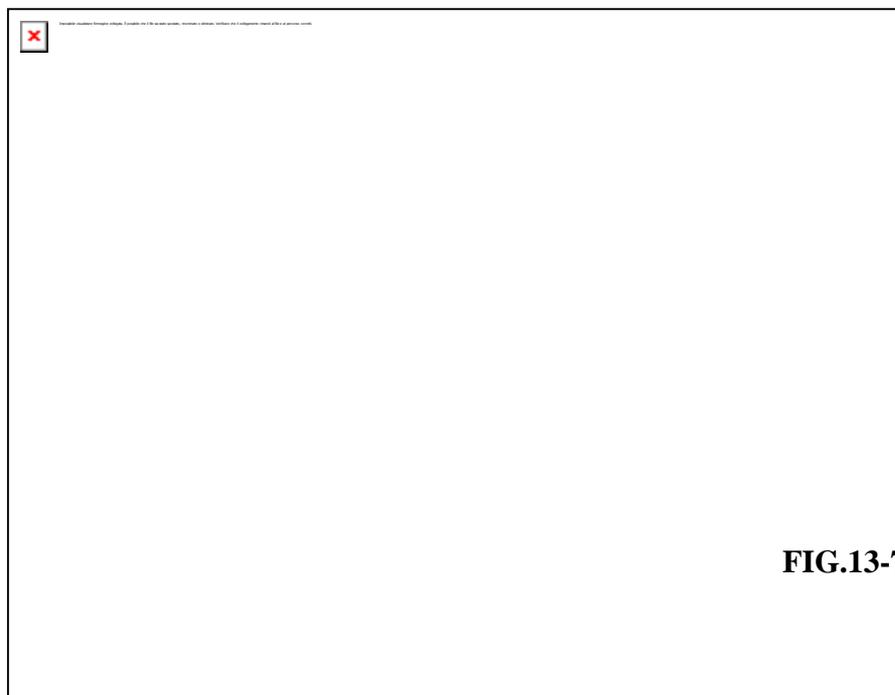


FIG.13-7

%

N0 G92 S100<CFE=CFZ> {Sgrossatura FIG.13-7}

N10 T3 M06

N20 G96 S150 M03 M42 F0.35

N30 G664 <INX=350> <INZ=1> <XFI=200><ZFI=-250><LFI=25><NPS=12>

N40 G664 <INX=200> <INZ=1> <XFI=75><ZFI=-225><LFI=150><NPS=10>

N50 G0 X400 Z50 M05

N60 M02

Commenti:

%

N0 Viene predisposto funzionamento a velocità di taglio costante (**G96**)

N10-N20 Cambio utensile, prenotazione macro **G664** per asportazioni parallele ad asse Z <**CFE=CFZ**>. Avviamento mandrino su gamma **M42**. Velocità di taglio **S150** metri/min., avanzamento **0.35mm/giro**.

N30 Viene asportato il materiale del quadrilatero P1-P2-P3-P4 con 12 passate uguali ognuna della profondità di 6.25 mm. Le passate avvengono parallelamente al lato P1-P4. La coordinata Z di P1 e P2 è



stata programmata pari a 1 mm per essere certi di effettuare "in aria" i movimenti rapidi. il codice `<%TCL=2>`, preso dal CNC per default, specifica di effettuare in rapido le fasi di entrata e in lavoro le fasi uscita lungo di lato P3-P4.

N40 Viene asportato il materiale del quadrilatero P2-P5-P6-P3 con 10 passate ancora parallele al lato P2-P3. Da notare che si è programmato il segmento `<LFI>` tra punto finale e punto interno adiacente, non programmando `<LIN>` verrà preso `<LIN=0>`.

N50 Allontanamento dell'utensile, arresto del mandrino.

13.2 G665: Sgrossatura di Profili Complessi Monotoni

La macro **G665** serve ad asportare con passate successive, parallele all'asse Z o X, il materiale contenuto in una sezione delimitata da un profilo grezzo, sempre cilindrico, e da un profilo finito, formato da archi di cerchio, e o da rette tangenti o secanti.

Il profilo finito deve avere andamento sempre crescente (monotono per lavorazione di esterni) o sempre decrescenti (monotono per lavorazione di interni) nel senso di direzione delle passate.

Il formato completo di programmazione è il seguente (vedi **FIG. 13-8**).

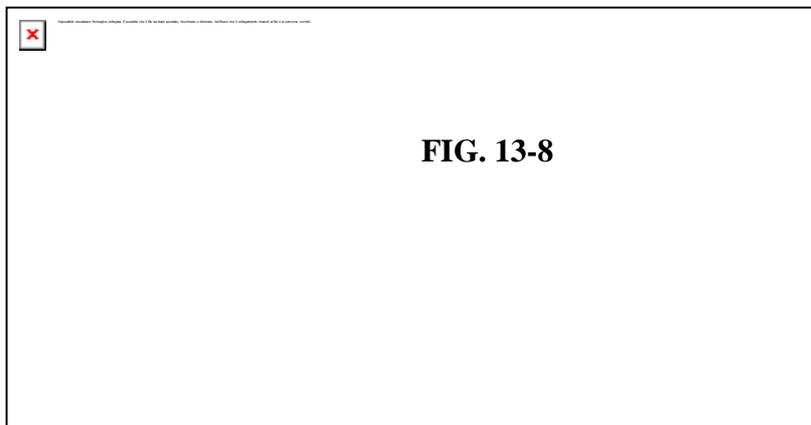


FIG. 13-8

N50 G301

N60 Xp0 Zp0

.....

N160 Xpn Zpn

N170 G300



N180 Xpin Zpin G00

N190 G58 {G59} X.. Z..

N200 G665 <%TCL=...> <PRF=...> {<KFD=...> opzionale}

In cui:

G301 **G301** definisce l'inizio del profilo finito. È modale ed è annullata da **G300**.

G300 Il CNC dalla N60 (successiva alla **G301**) fino alla N160 (precedente la **G300**) memorizza su apposita area gli elementi geometrici programmati (da Xpn Zpn che è il punto P0, fino a Xpn Zpn che è il punto Pn). Gli elementi geometrici memorizzati, determinano il profilo finito e verranno successivamente utilizzati dalla macro **G665**.

Il CNC dalla N60 alla N160 non esegue nessun movimento di assi, ma solo ed esclusivamente la memorizzazione dei punti. Il pezzo di Part-Program compreso fra la **G301** e la **G300** è scritto con le normali regole di programmazione.

Xpin Istruzione di posizionamento assi, per portarli in prossimità del punto (PIN) di attacco della sgrossatura.

Zpin

G58 X... Z... Istruzione di traslazione origine, può essere utilizzata allo scopo di lasciare del sovrametallo sul profilo, per la successiva passata di finitura.

G59 X... Z...

Attenzione: L'istruzione G58 X... è sempre radiale (vedi Cap.5).

G665 È l'istruzione caratteristica della macro in oggetto. È autocancellante!

<%TCL=..> È il parametro che definisce su quale asse (definito asse di taglio) e con quale senso di percorrenza vengono eseguite le passate di sgrossatura.

ex <TYP=..>

%TCL=1 Asse di taglio X senso + (vedi **FIG.13-9 A/B/C/D**)

%TCL=2 Asse di taglio X senso - (vedi **FIG.13-10 A/B/C/D**)

%TCL=3 Asse di taglio Z senso + (vedi **FIG.13-11 A/B/C/D**)

%TCL=4 Asse di taglio Z senso - (vedi **FIG.13-12 A/B/C/D**)

Il parametro **%TCL** deve essere sempre programmato!

< PRF=,> È la quantità di materiale da asportare ad ogni passata. Il valore definisce **l'entità dello spostamento** da eseguire sull'asse di passata. Il segno di **PRF** definisce il **senso** di movimento dell'asse di passata. L'asse di passata è l'asse **ortogonale** rispetto all'asse di **taglio**. Con **%TCL=3** oppure 4 l'asse di passata è X, quindi se l'asse X è diametrale anche il valore di **PRF** è diametrale. Il parametro **PRF** deve essere sempre programmato!

< KFD=,> È il coefficiente moltiplicativo della Feed programmata

$$F \text{ effettivo} = F \text{ prog} * KFD$$

Il coefficiente è usato quando l'utensile si sposta lungo il profilo finito. Nel



movimento di taglio l'asse Indicato dal parametro **%TCL** si muove alla FEED programmata non considerando il coefficiente **KFD**. Il parametro **KFD** è opzionale, se non programmato, il CNC assume **KFD=1**.

Nota:

A partire dalla release **SW V3.02** la programmazione della macro **G665** è accettata sia nella sintassi ora descritta che in quella propria dei **CNC 2402 /1402D /2702D** in cui era invece utilizzato il Sinonimi **TYP** al posto di **%TCL**.

13.2.1 Descrizione del Profilo Finito Grezzo. Profilo Finito

Come già detto precedentemente il CNC acquisisce il profilo finito del pezzo da sgrossare per mezzo delle istruzioni di "pseudo" movimento assi, inserite nel part-program fra le istruzioni:

N.. G301 { inizio memorizzazione }

N.. G300 { fine memorizzazione }

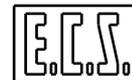
La N.. X_{po} Z_{po} (**FIG. 13-8**) definita **dopo** la **G301** è quella che determina il primo punto (P0) del profilo finito.

La N.. X_{pn} Z_{pn} (**FIG. 13-8**) definita prima della **G300** è quella che determina l'ultimo punto (PN) del profilo finito.

Osservazioni:

- 7) Le istruzioni **G300** e **G301** devono essere blocchi a se stanti, ovvero non contenere altre istruzioni. Non è consentito entrare (**G301**) od uscire (**G300**) dal modo "memorizzazione elementi geometrici" con la compensazione vettoriale raggio utensile attiva (**G41** o **G42**).
- 8) Il numero massimo di elementi geometrici memorizzabili dal CNC è 60.
- 9) Il CNC memorizza le quote programmate tra le istruzioni **G301** e **G300** senza eseguire alcun movimento degli assi X e Z. Sono invece normalmente eseguite tutte le altre funzioni eventualmente presenti, come:
 - Emissione funzioni ausiliarie,
 - Chiamata di Routine,
 - Comando di Movimento per eventuali assi indipendenti,
 - Cambio modo di lavorazione **G94**, **G95** o **G96**
 - Variazione della Feed di avanzamento assi, ecc.
- 10) La memorizzazione degli elementi geometrici programmati avviene per quelle sole istruzioni in cui sia programmata una quota degli assi X Z.

Il primo punto (P0) è sempre memorizzato. In alcuni casi il blocco d'istruzione programmato genera due elementi geometrici.



Esempio:

N10 X100 Z-50 G00

N20 G301

N30 X100 Z-50G1

N40 X200 Z-50 RA30

N50 Z-250

N60 X200

N70 G300

N80 X200 Z-250

Commenti:

N10 Genera un elemento geometrico, anche se le quote di X e Y sono uguali a quelle della N10, perché è il primo punto.

N40 Genera due elementi geometrici:
il primo con G1 X140 Z-50
il secondo con G3 X200 Z-80 I 140 K-80

N50 Genera un elemento geometrico G1 X200 Z-250

N60 Non genera nessun elemento geometrico

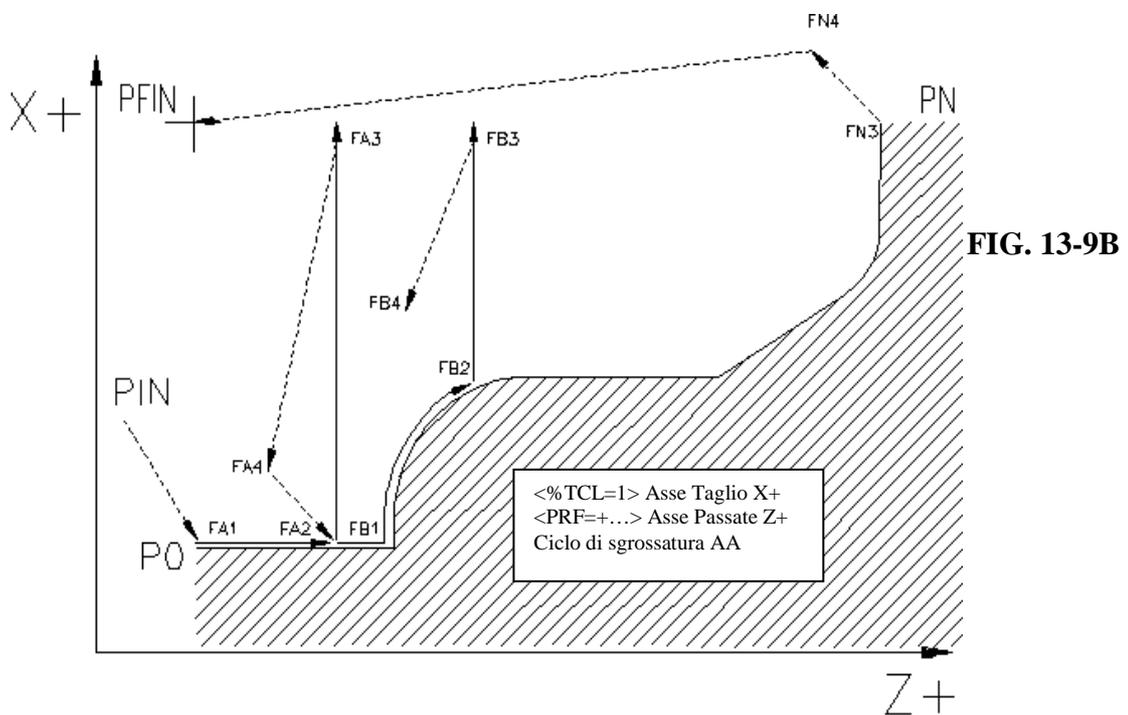
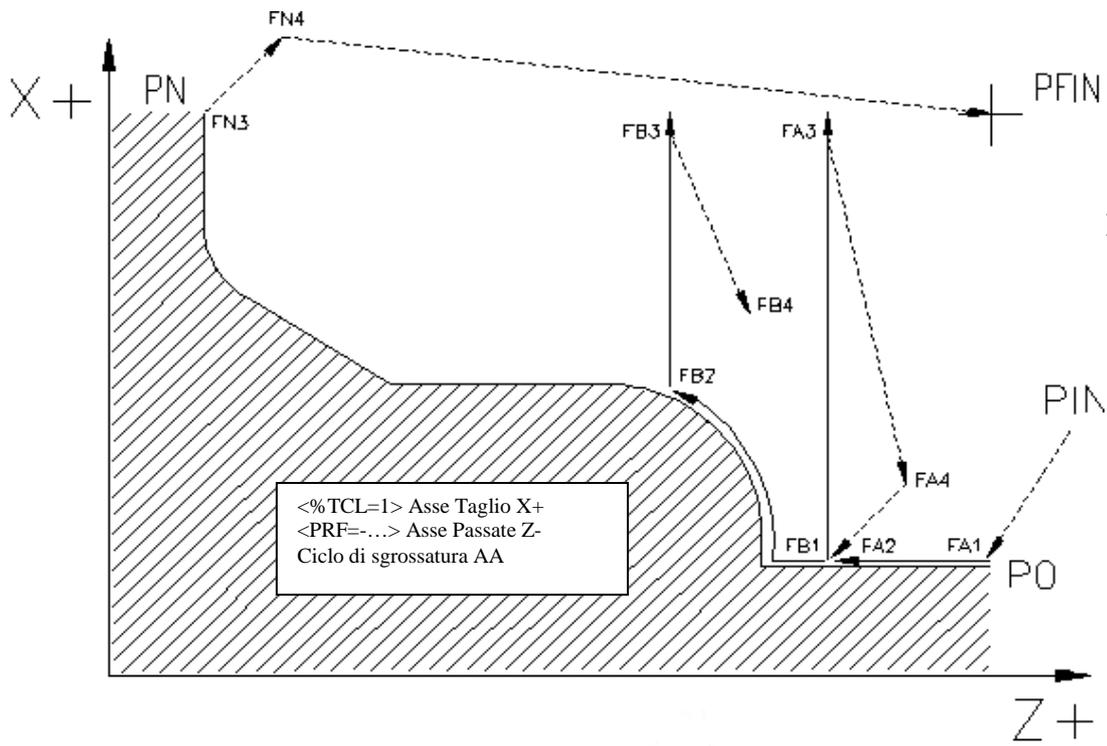
N80 Gli assi X e Z si spostano in lavoro (**G1**) da X100 a X200 e da Z-50 a Z-250, infatti l'ultimo movimento eseguito è stato relativo alla N10 precedente la **G301** ed è stato fatto rapido (**G0**) poi durante la modalità "Memorizzazione Elementi Geometrici" è stata inserita la modalità lavoro (**G1**).

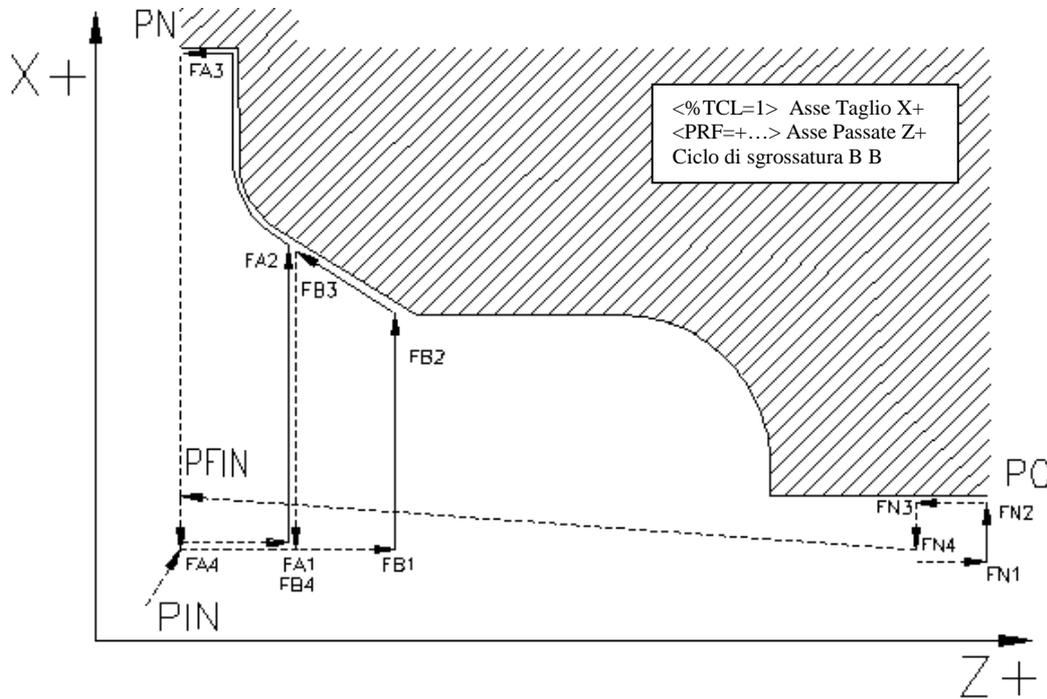
Profilo Grezzo

Il profilo grezzo è determinato da due segmenti di retta una allineata lungo l'asse Z l'altra lungo l'asse X che partono dai vertici del profilo finito rispettivamente nei punti P0,PN (**FIG.13-8**).

Il punto PFIN, vertice del **grezzo** è definito automaticamente dalla macro **G665** a destra o a sinistra del profilo finito, per mezzo del parametro **%TCL**, del segno di **PRF** e dei punti **P0,PN**;in altri termini con i parametri descritti viene stabilito se trattasi di una lavorazione di esterni o di interni.

La tabella di **FIG.13-13** chiarisce meglio questo concetto (vedi anche **FIG.13-9**, **FIG.13-10**, **FIG.13-11** e **FIG.13-12**). È comunque chiaro che in qualsiasi caso l'utensile nelle varie passate di **sgrossatura**, percorre il **profilo finito**, sempre nel **senso** da **P0** a **PN**.





IG.13-9C

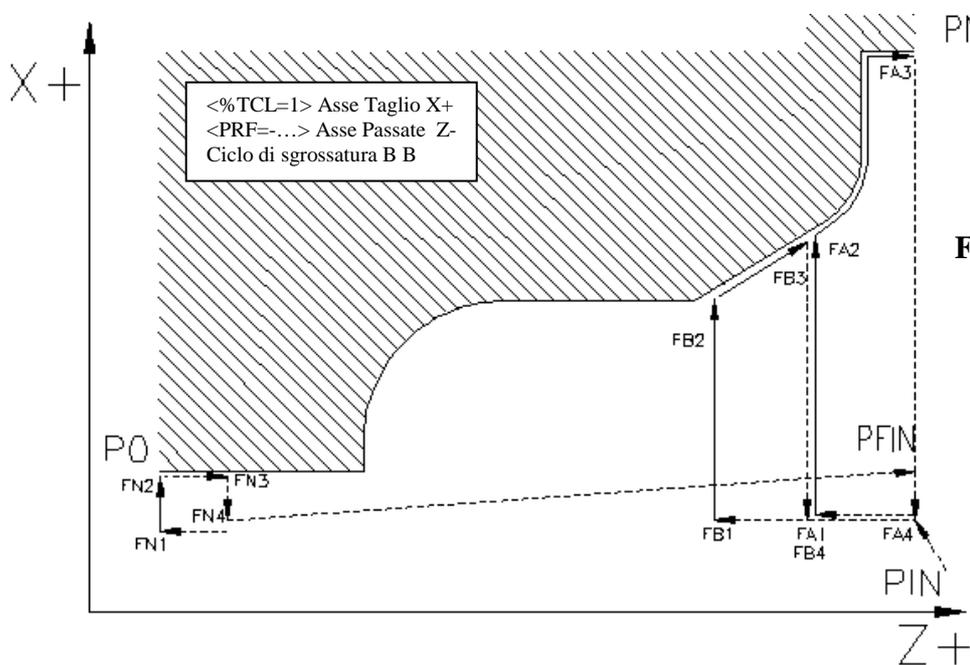
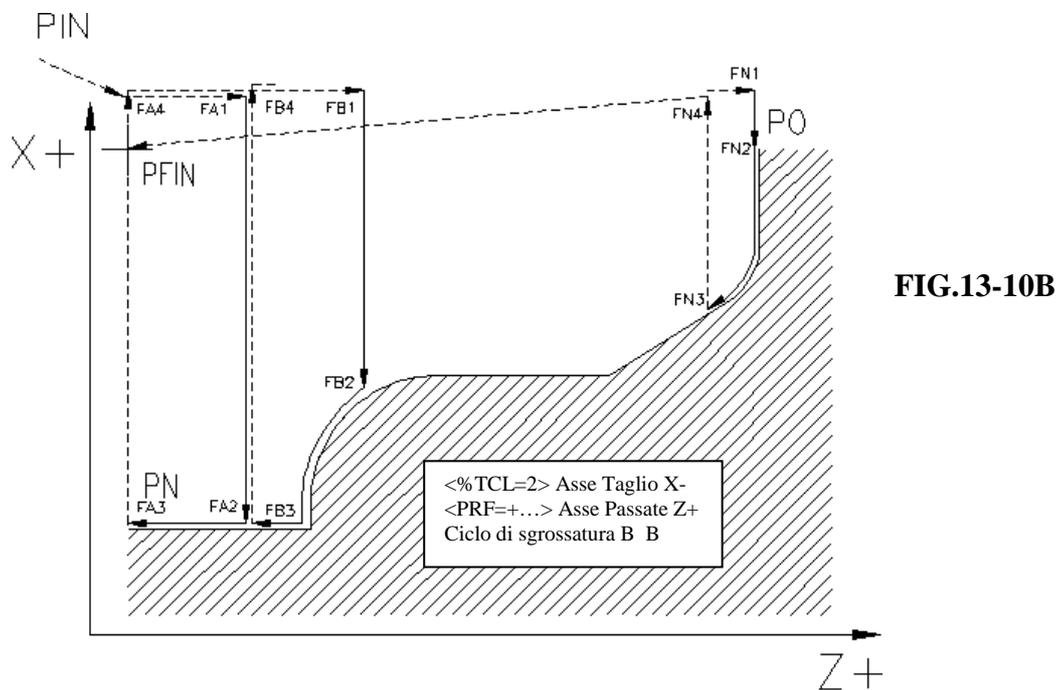
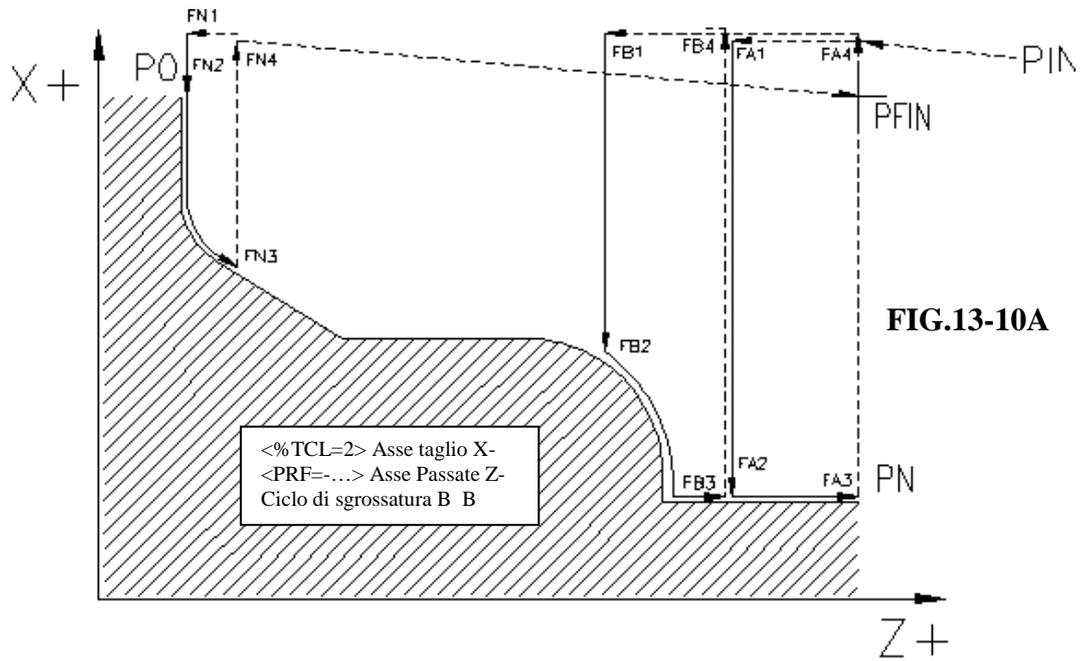
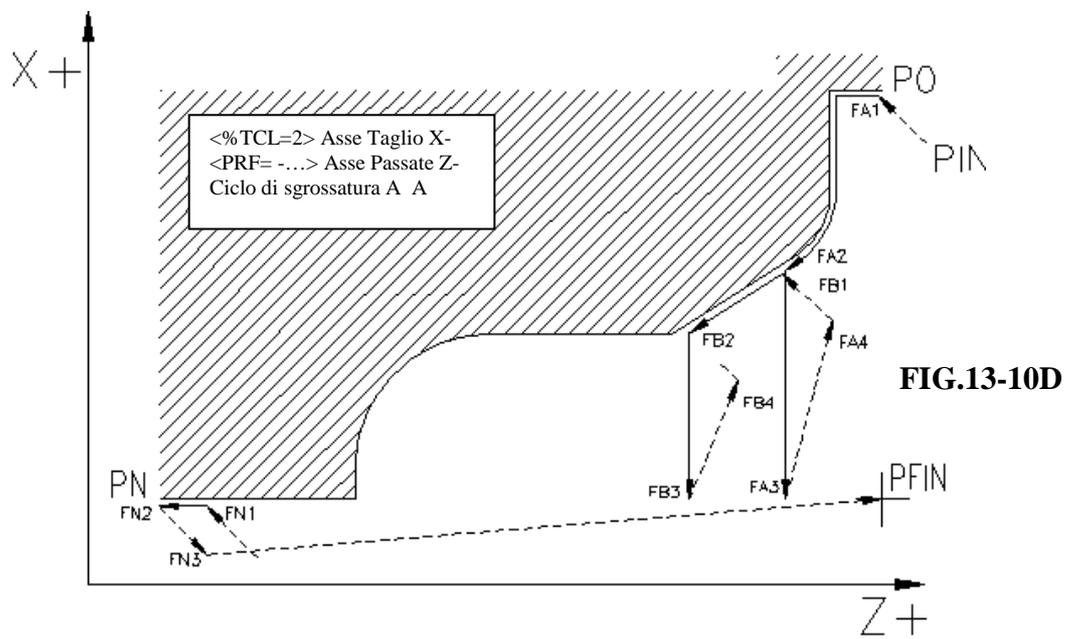
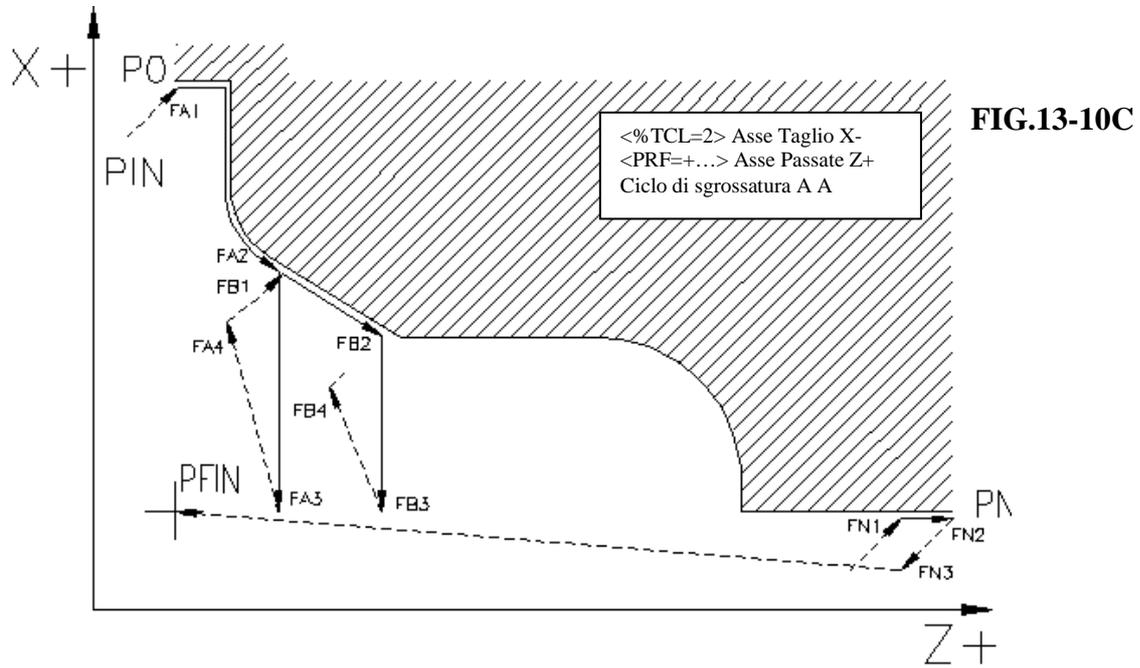
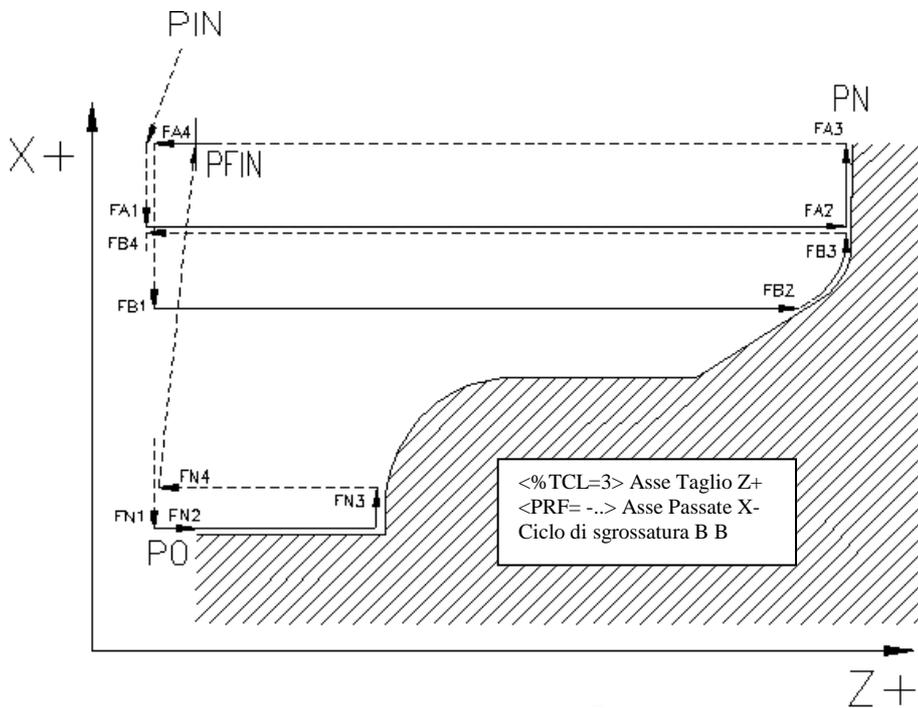
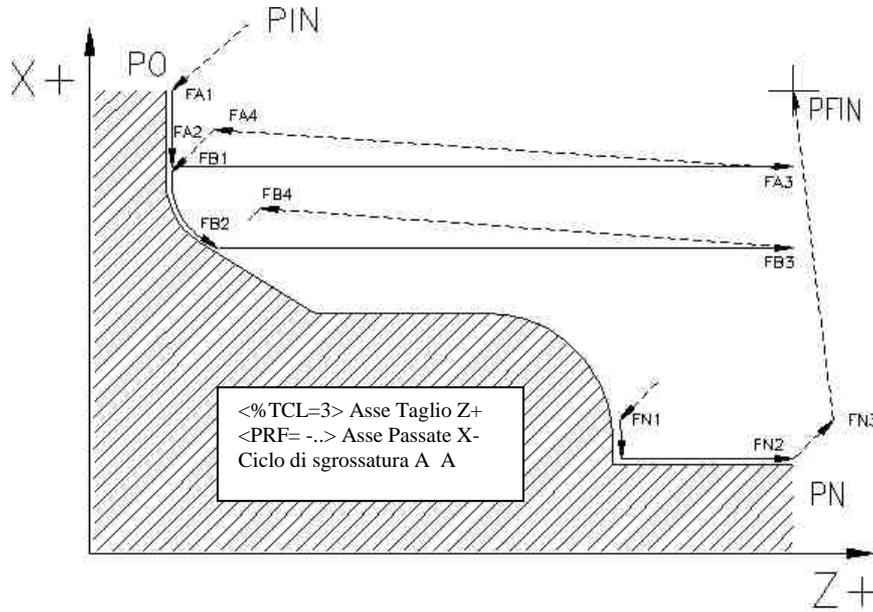


FIG.13-9D







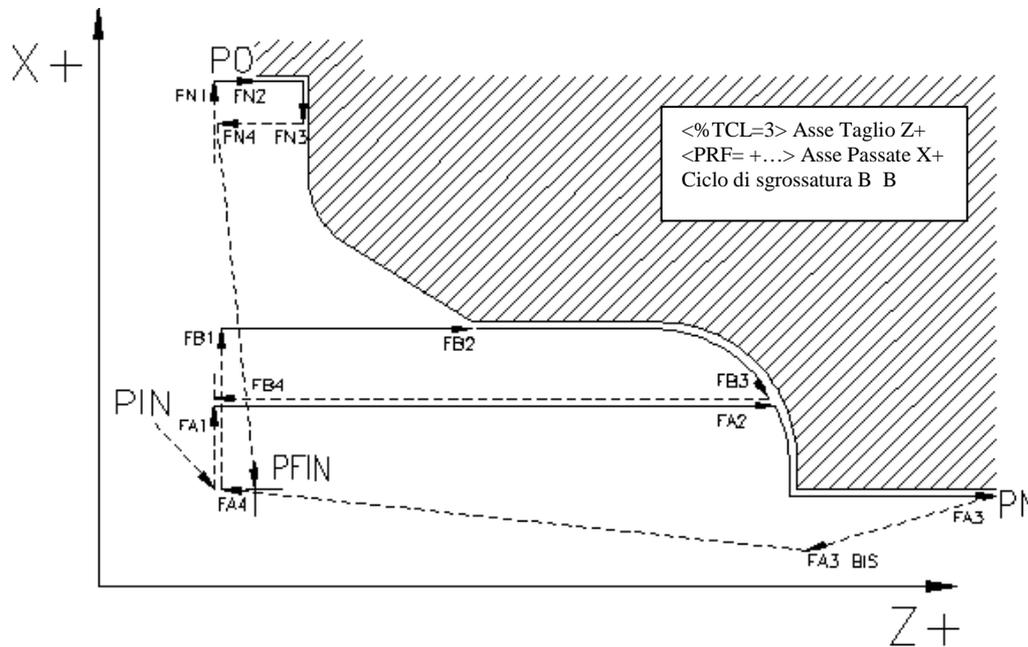


FIG.13-11C

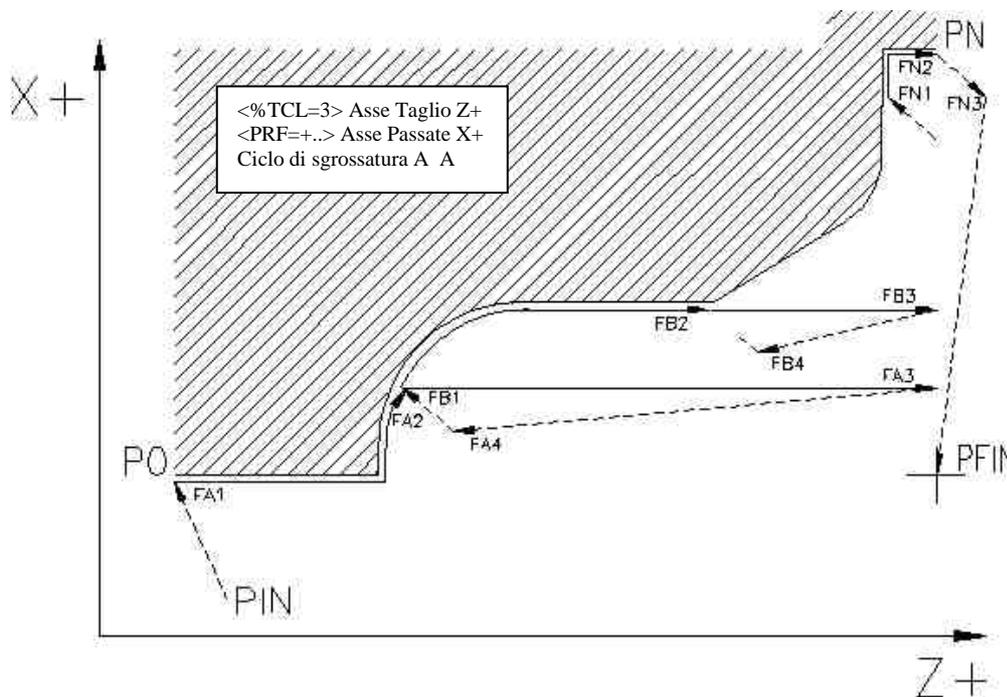
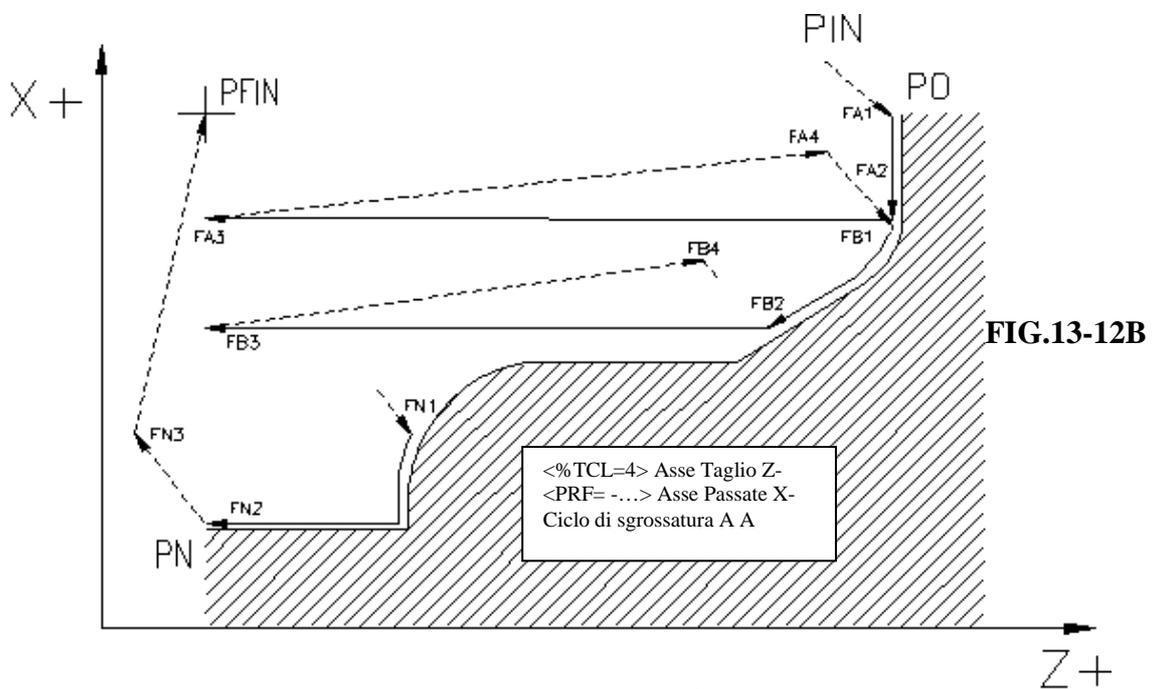
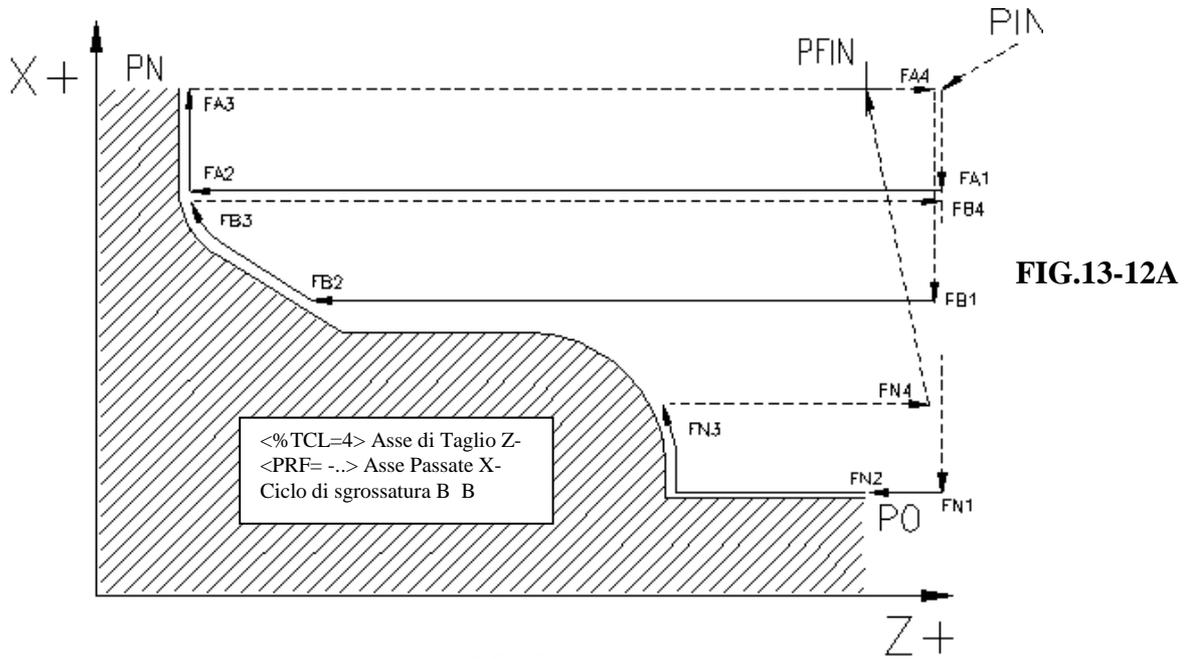
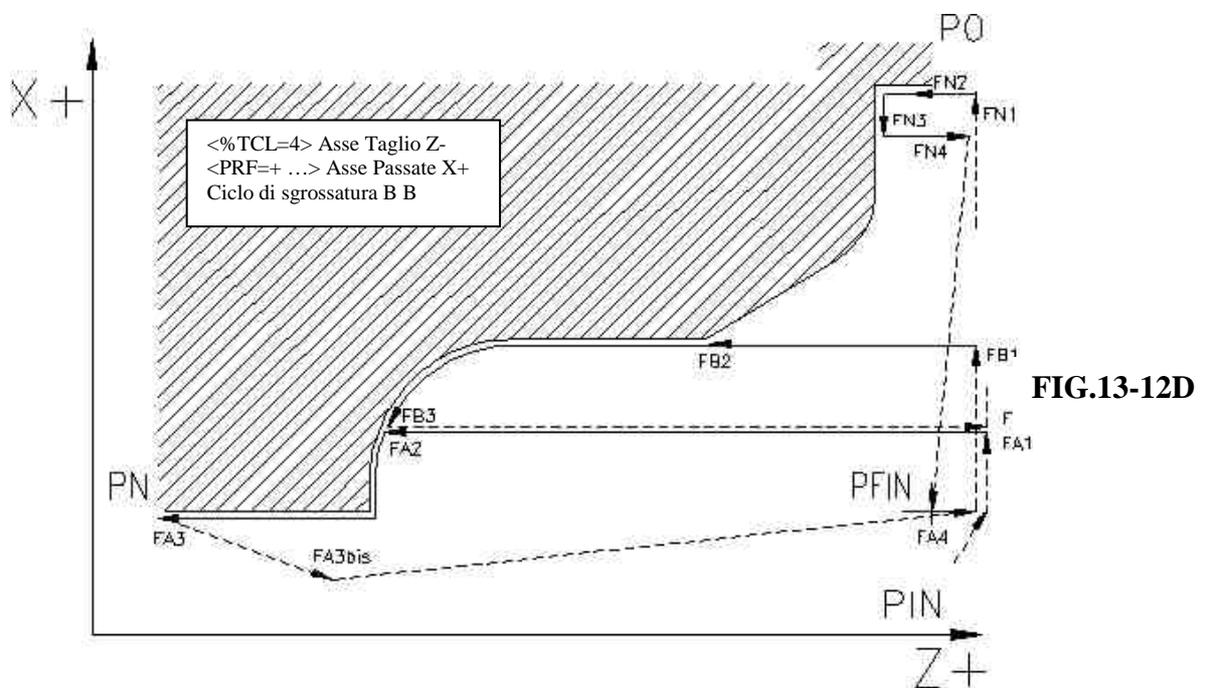
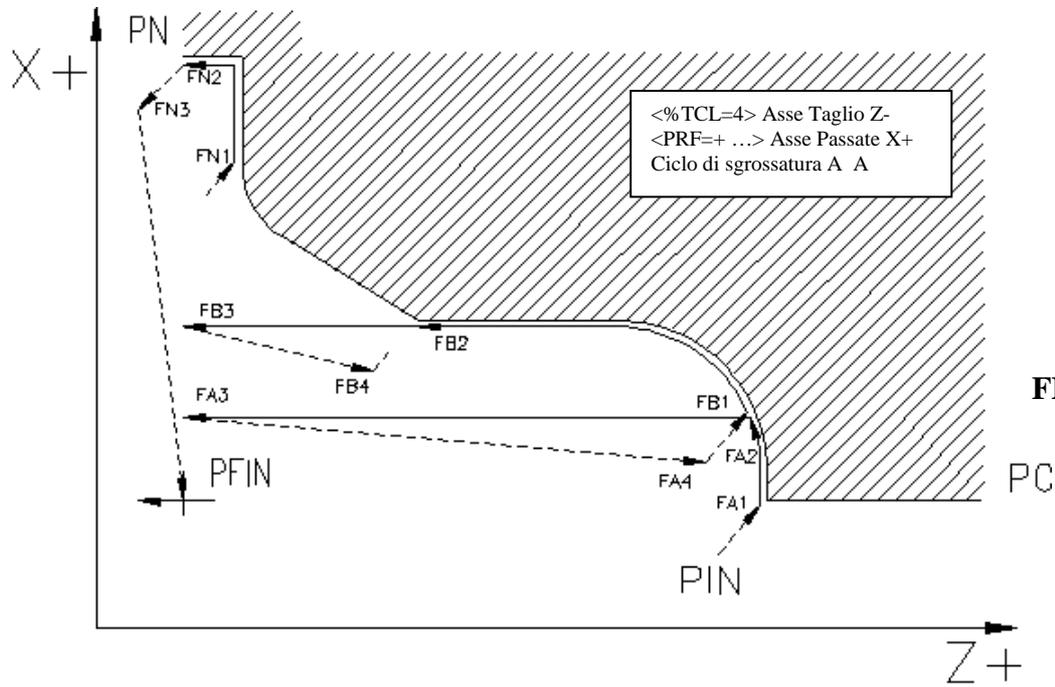


FIG.13-11D







%TCL	SEGNO PRF	QUOTE PROGRAMMATE	FIGURA	LAVORAZIONE DI	CICLO DI PASSATA TIPO
1	-	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-9A	Esterni	A A
1	+	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-9B	Esterni	A A
1	+	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-9C	Interni	B B
1	-	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-9D	Interni	B B
2	-	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-10A	Esterni	B B
2	+	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-10B	Esterni	B B
2	+	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-10C	Interni	A A
2	-	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-10D	Interni	A A
3	-	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-11A	Esterni	A A
3	-	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-11B	Esterni	B B
3	+	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-11C	Interni	B B
3	+	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} < Z_{pn}$	13-11D	Interni	A A
4	-	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-12A	Esterni	B B
4	-	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-12B	Esterni	A A
4	+	$X_{po} < X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-12C	Interni	A A
4	+	$X_{po} > X_{pn}$ e $Z_{po} > Z_{pn}$	13-12D	Interni	B B

FIG.13-13

13.2.2 Ciclo di Sgrossatura

La macro **G665**, in funzione del parametro **%TCL**, del segno di **PRF** e dei due punti P0 PN, decide di sgrassare il pezzo con due tipi di sgrossatura, che nelle **FIGG. 13-9, 13-10, 13-11, 13-12** e nella tabella di **FIG.13-13**, sono stati semplificati come ciclo di sgrossatura "AA" e ciclo di sgrossatura "BB".

La differenza sostanziale fra i due cicli di sgrossatura consiste nel fatto che mentre il ciclo "AA" esegue prima l'asportazione del materiale lungo il profilo finito e successivamente quello della "fetta" di grezzo, il ciclo "BB", esegue prima l'asportazione della "fetta" di grezzo e successivamente lavora sul profilo finito.



13.2.2.1 Ciclo di Sgrossatura di Tipo "AA"

Per comodità descrittiva viene qui esemplificato il ciclo della **G665** raffigurato in **FIG.13-12B** che ha la seguente programmazione:

%TCL=4 (asse di taglio Z-)

PRF=-..(asse di passata X-)

Per gli altri cicli di sgrossatura del tipo "AA" le fasi di lavorazione sono identiche, cambiano eventualmente il nome e il senso dell'asse di taglio e di passata.

Fase 1	Gli assi X e Z vengono posizionati in rapido (G0) dal punto programmato PIN al punto P0 percorrendo il tratto PIN→FA1. Questa fase nelle successive passate è leggermente diversa in quanto gli assi X Z vengono spostati sempre in rapido dal punto FA4 al punto FB1 (perla seconda passata) e così per le successive.
Fase 2	Gli assi avanzano lungo il profilo finito facendo rette G1 o archi di cerchio G2-G3 (eventualmente raggiungendo o superando uno o più punti del profilo), fino a che non si è percorso uno spazio, misurato parassialmente all'asse di passata, (asse X) uguale al valore programmato con PRF . Si percorre quindi il profilo FA1→FA2. La velocità di avanzamento durante questa fase è di: F programmata * KFD È da notare che l'asse X (asse di passata) si muove, se necessario, solo verso quote decrementi (profilo monotono).
Fase 3	Viene spostato il solo asse di taglio (nel caso in esame Z) verso quote decrementi (%TCL=4) fino all'interconnessione con il segmento PN-PFIN Si percorre quindi il segmento FA2- o FA3 in lavoro (G1) alla velocità F programmata, (non è considerato il coefficiente correttivo KFD).
Fase 4	Gli assi vengono posizionati in rapido (G0), in prossimità del punto di stacco dal profilo finito, avvenuto nella fase precedente. Si percorre quindi il segmento FA3→FA4. Il punto FA4 è calcolato dalla macro G665 in questo modo: Per l'asse di passata (in questo caso asse X) è la quota raggiunta da questo asse alla fine della FASE 3 (punto FA3) con l'aggiunta algebrica, di 1/2 della profondità di passata programmata (PRF/2). Per l'asse di taglio (asse Z) è la quota più piccola raggiunta da questo asse nella FASE 2, ulteriormente decrementata di 1/2 della profondità della passata (assoluto di PRF/2). Il ciclo continua eseguendo nuovamente le Fasi 1-2-3-4 per le passate successive, fino a che con la Fase 2 non si arriva al punto PN, allora viene saltata la Fase 3 e la Fase 4 e fatta la fase.
Finale	Gli assi vengono posizionati in rapido (G0) sul punto FN3 percorrendo il segmento PN→FN3. Il punto FN3 è distante da PN sia per l'asse di taglio (Z) che per l'asse di passata (X) di 1/2 del valore della profondità di passata (PRF/2).L'ultimo movimento eseguito dalla macro (G665) prima che termini, è quello di posizionare in rapido (G0) gli assi sul vertice del grezzo (PFIN) percorrendo il segmento FN3→PFIN



13.2.2.2 Ciclo di Sgrossatura di tipo "BB"

Per comodità descrittiva viene qui esemplificato il ciclo della **G665** raffigurato in **FIG.13-12A** che ha la seguente programmazione:

%TCL= 4 (asse di taglio Z-)

PRF =-... (asse di passata X-).

Per gli altri cicli di sgrossatura del tipo "BB" le fasi di lavorazione sono identiche, cambiano eventualmente il nome e il senso dell'asse di taglio e di passata.

- Iniziale** Gli assi vengono posizionati in rapido (G0) dal punto programmato PIN al punto FA4 percorrendo il tratto PIN→FA4. Il punto FA4 si trova parassiale al punto PFIN per quanto riguarda l'asse di passata (asse X) e spostato di una entità pari a 1/2 della profondità di passata (**1/2 PRF**) per quanto riguarda l'asse di taglio (asse Z).
- Fase 1** Viene spostato il solo asse di passata (nel caso in esame X) in rapido (G0) di un delta spazio pari al valore della profondità di passata programmata (**PRF**), percorrendo il tratto FA4→FA1. Nei cicli successivi al primo, il delta spostamento di quest'asse sarà pari al doppio della profondità di passata (**2*PRF**) infatti nel secondo ciclo si percorre il tratto FA4→FB1. Se con questo incremento/decremento (nel caso in esame decremento) della quota dell'asse di passata (asse X) si supera il punto P0, l'asse di passata viene posizionato sulla quota del punto P0, ed inizia così l'ultimo ciclo di sgrossatura. In questo caso si arriva sempre sul punto FN1.
- Fase 2** Viene spostato il solo asse di taglio (nel caso in esame Z) verso quote decrescenti (**%TCL=4**) fino a che non avviene l'interconnessione con un elemento geometrico del profilo finito programmato. Si percorre il segmento FA1→FA2 in lavoro (G1) alla velocità F programmata (non è considerato in questa fase il coefficiente moltiplicativo **KFD**).
- Fase 3** Gli assi avanzano lungo il profilo finito, facendo rette (G1) archi di cerchio (G2-G3) fino a che non si è percorso uno spazio, misurato parassialmente all'asse di passata (nel caso in esame l'asse X) uguale al valore programmato con PRF. Si percorre quindi il profilo da FA2→FA3. La velocità di avanzamento durante questa fase è di: **F programmata * KFD**. È da notare che l'asse X (asse di passata) si muove, se necessario, solo verso quote **crescenti** (profilo **monotono**).
- Fase 4** L'asse di taglio viene posizionato in rapido (G0) su punto di partenza della Fase 1 se si tratta del primo ciclo di sgrossatura (segmento FA3→FA4). Nei cicli successivi al primo l'asse di taglio viene posizionata sul punto di partenza della Fase 2 del ciclo precedente. Nella seconda passata si percorre il segmento FB3→FB4. Il ciclo continua eseguendo nuovamente le fasi 1-2-3-4 per le passate successive, fino a che non si arriva con la fase 1 sul punto P0, allora dopo aver eseguito la Fase 2-3-4 viene eseguita la fase finale.



Finale Gli assi vengono posizionati in rapido (G0) sul vertice del grezzo (PFIN) percorrendo il segmento FN4→PFIN; concludendo così l'esecuzione della macro **G665**.

Osservazioni:

- La **G665** è compatibile con il funzionamento a velocità di taglio costante (**G96**).
- La **G665** lascia il CNC **1802 / 4802** predisposto in "rapido" (**G0**).
- La **G665** non accetta che la memorizzazione del profilo finito (**G301-G300**) sia fatta con la compensazione vettoriale raggio utensile (**G41** o **G42**) inserita.

È comunque possibile prima di programmare la macro **G665** inserire la compensazione vettoriale raggio utensile (**G41** o **G42**) ed utilizzare l'istruzione

< **DRA:...** > alternativa alla **G58 X.. Z..** per lasciare del sovrametallo sul profilo "finito".

In questo caso la programmazione sarà:

N180 <DRA: ... > {entità sovrametallo}

N190 X...Z...G41

N195 Xpin Zpin

N200 G665

Utilizzando questo metodo di programmazione, e tenendo presente che la **G665** esegue proprio i calcoli considerando la "Punta Virtuale" dell'utensile, si avranno delle protuberanze sul pezzo in prossimità della fine di ogni passata.

Nel ciclo di sgrossatura tipo "**BB**" (si noti la **FIG.13-12D**) in cui la Fase 4 è fatta con due movimenti rapidi, il primo da FA3→FA3BIS il secondo da FA3BIS a FA4.

Il punto FA3BIS è sulla verticale, dell'ultimo elemento geometrico del profilo finito, percorso con la fase precedente e spostato rispetto a questo di 1/2 della profondità di passata programmata(**PRF/2**).

La macro **G665** esegue questa variante al ciclo di sgrossatura tipo "**BB**" quando si accorge che l'ultimo elemento geometrico del profilo finito, è una retta parassiale all'asse di taglio.

13.2.3 Esempio di Programmazione

Si vuole sgrossare il perno di **FIG.13-14** partendo da una barra cilindrica di 240 mm di diametro. E' configurata la programmazione diametrale.

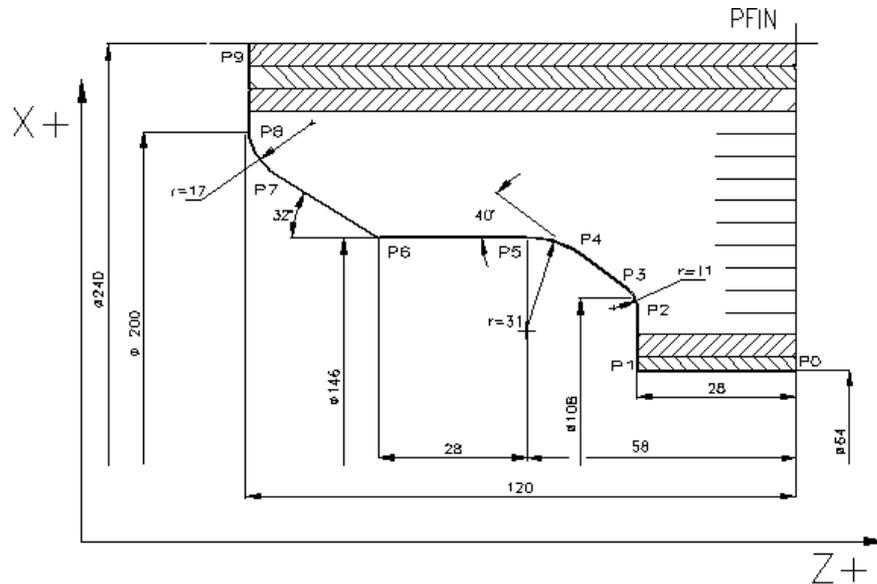


FIG.13-14

%N0	N130 G01 RC148
N10 {SGROSSATURA MONOTONA}	N140 G90 G02 X200 Z-120 R17
N20 G00 X190 Z30	N150 G01 X240
N30 G92 S1000	N160 G300
N40 T1 M06	N170 G0 X190 Z30
N50 G96 S150 M03 M40 F0 35	N180 G58X2Z2
N60 G301	N190 G665 <%TCL=4><PRF=-12>
N70 G01 X64 Z0	<KFD=0.8>
N80 Z-28	N200 M05 G58 X0 Z0
N90 X108 RA11	N210 M02
N100 G1 RC140	
N110 G03 X 146 Z-58 R31	
N120 G91 G01 Z-28	

Commenti:

- N20** Si posizionano gli assi su PIN punto vicino a PFIN di inizio sgrossatura.
- N30 - N50** Cambio utensile, avviamento mandrino su gamma M40, velocità di taglio costante (G96) con S150 metri /min, avanzamento di 0,35 mm/giro
- N60** Predisposizione per memorizzazione profilo finito
- N70** Definisce punto P0 (Primo punto)
- N80** Definisce punto P1
- N90** Definisce punto P2 e raccordo di raggio 11 per punto P3
- N100** Definisce punto P4



- N110** Definisce arco di cerchio di raggio 31 per punto P5
- N120** Definisce punto P6
- N130** Definisce punto P7
- N140** Definisce arco di cerchio di raggio 17
- N150** Definisce punto P9 (Ultimo punto)
- N160** Fine del profilo da sgrossare
- N170** Si riconfermano quote di partenza sgrossatura (PIN)
- N180** Sul profilo finito verrà lasciato un sovrametallo di 2 mm lungo i due assi XZ
- N190** Viene eseguita la macro di sgrossatura con passate parallele all'asse Z e togliendo il materiale con Z che si muove verso quote decrescenti(**%TCL=4**).L'incremento di ogni passata viene fatto con movimenti decrescenti dell'asse X di 6 mm radiali (**PRF=- 12**).
La macro **G665** con questi parametri stabilisce che il vertice del grezzo (PFIN) è a quota X=240mm (N150) e a quote Z=0 mm (N70).
La quota di ritorno di Z ad ogni fine passata è sempre di Z=+3 (Zpo-PRF/2; Si ricorda che PRF è diametrale).
Dopo 14 passate con asportazione costante di 12 mm (diametrale) di materiale viene fatto l'ultima passata che asporta 4 mm Diametrali.
La macro **G665** termina lasciando il CNC predisposto in G0 e gli assi sulle quote X=240 Z=0.
- N200** Si ferma il mandrino e si annulla lo spostamento origine.

13.2.4 Cicli Particolari con Profili non Monotoni

In casi particolari e solo con segmenti rettilinei (non archi di cerchio) la macro **G665** viene eseguita correttamente anche se il profilo programmato è in alcune sue parti “Non Monotono” rispetto all'asse di passata. Ad esempio si noti il profilo di **FIG.13-15** che deve essere sgrossato con **<%TCL=3>** (asse di taglio Z+) e **<PRF=-10>** e lo si confronti con il pari ciclo di **FIG.13-11A** (ciclo di sgrossatura di tipo ‘AA’).

Come si può notare la macro **G665** genera un punto PA durante l'avvicinamento al profilo, spezzando in due tratti il posizionamento sul punto di rilascio del profilo finito della passata precedente.

Con profili non monotoni non è possibile usare la **G58**, **G59** (spostamento origine) ne l'istruzione **<DLN:...>** per lasciare del sovrametallo.

Si consiglia comunque di verificare per mezzo della grafica il percorso dell'utensile, prima di eseguire il Part-Program sul Torno.

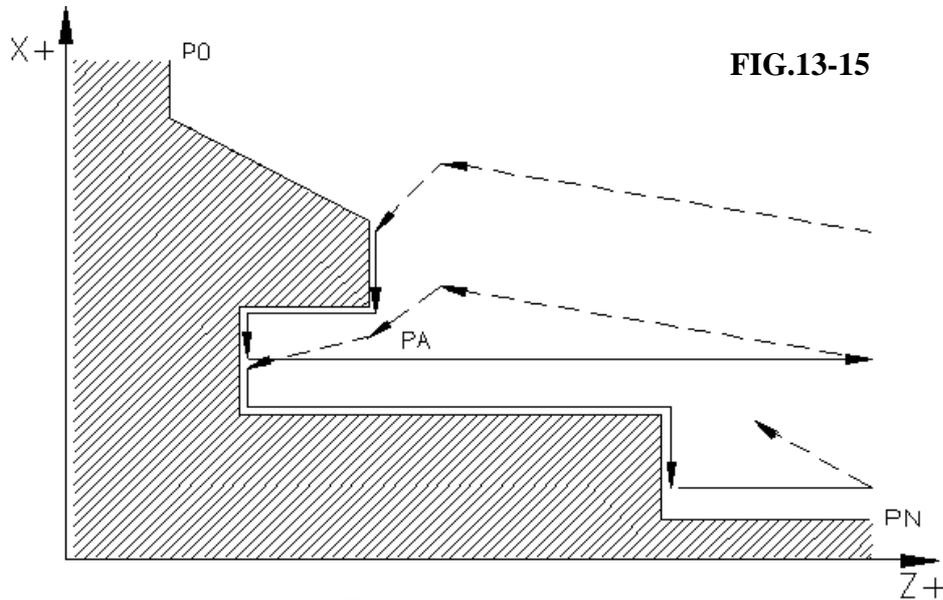


FIG.13-15

13.3 G766: Sgrossatura di Profili Complessi

La macro **G766** serve ad asportare con **passate** successive, **parallele rispetto all'asse Z o X**, il materiale contenuto in una sezione delimitata da un **profilo grezzo, sempre cilindrico**, e da un profilo finito, formato da archi di cerchio, e o da rette tangenti o secanti.

Un profilo può contenere fino a dieci elementi in ombra e possono trovarsi anche uno dopo l'altro.

Il profilo non deve mai iniziare o finire con un movimento circolare (**G2/G3**), altrimenti scatta l'allarme specifico.

Il formato completo di programmazione è il seguente:

N...

N50 Xpin Zpin G00 {Posizionamento assi sul punto iniziale}

N60 G765 (!nome sottoprogramma profilo finito) {Memorizzazione punti profilo finito e inizializzazione parametri}

N70 G766 <ANE=...> <PRF=...> <XFI=...> <ZFI=...> { opzionali: <DTS=...> <KFD=...>
<DAX=...> <DAZ=...> <%TAB=...> }

N...

Descrizione dei parametri:

G765 È l'istruzione, autocancellante, che inizializza i sinonimi utilizzati nella **G766**.

Deve essere sempre programmata in un blocco precedente quello che contiene



la **G766**. La programmazione è la seguente : **N60 G765 ()**

Attenzione, occorre aver programmato in precedenza la memorizzazione dei punti del profilo finito tramite le istruzioni **G301** e **G300**. Esempio :

N... G301 {inizio memorizzazione}

N... {inizio descrizione del profilo finito}

N...

N...{fine descrizione del profilo finito}

oppure

N...L<.....> {sottoprogramma che contiene la descrizione del profilo finito}

N.. G300 {fine memorizzazione}

Se il profilo finito è definito in un sottoprogramma , si può evitare la programmazione della memorizzazione punti, passando il nome del sottoprogramma alla **G765**. Ad esempio il profilo è definito nel sottoprogramma “**PROF**”, allora la programmazione è la seguente : **N60 G765 (!PROF)**

G766 È l'istruzione caratteristica della macro in oggetto. Essa è autocancellante.

<ANE =...> È il parametro che definisce la direzione ed il verso parallelamente al quale verranno eseguite le varie passate. Espresso in gradi, può assumere i seguenti valori: 0, +/-90, +/-180, +/-270. **Deve essere sempre programmato.** Sostituisce il parametro **<ANI=...>** utilizzato nei precedenti CNC.

<PRF =...> È la quantità di materiale da asportare ad ogni passata. Il valore definisce l'entità dello spostamento da eseguire sull'asse di passata. La macro **G766** selezionerà automaticamente il verso di incremento di passata: dal profilo grezzo verso il profilo finito. Il parametro **PRF** **deve essere sempre programmato.**

<XFI =...> e **<ZFI=...>** Coordinate del vertice del grezzo. Il vertice del grezzo deve essere esterno alla zona formata dalla due rette parallele agli assi X e Z passanti per il primo e ultimo punto del profilo finito. I due parametri devono essere **sempre programmati.**

<KFD =...> È il coefficiente moltiplicativo della Feed programmata

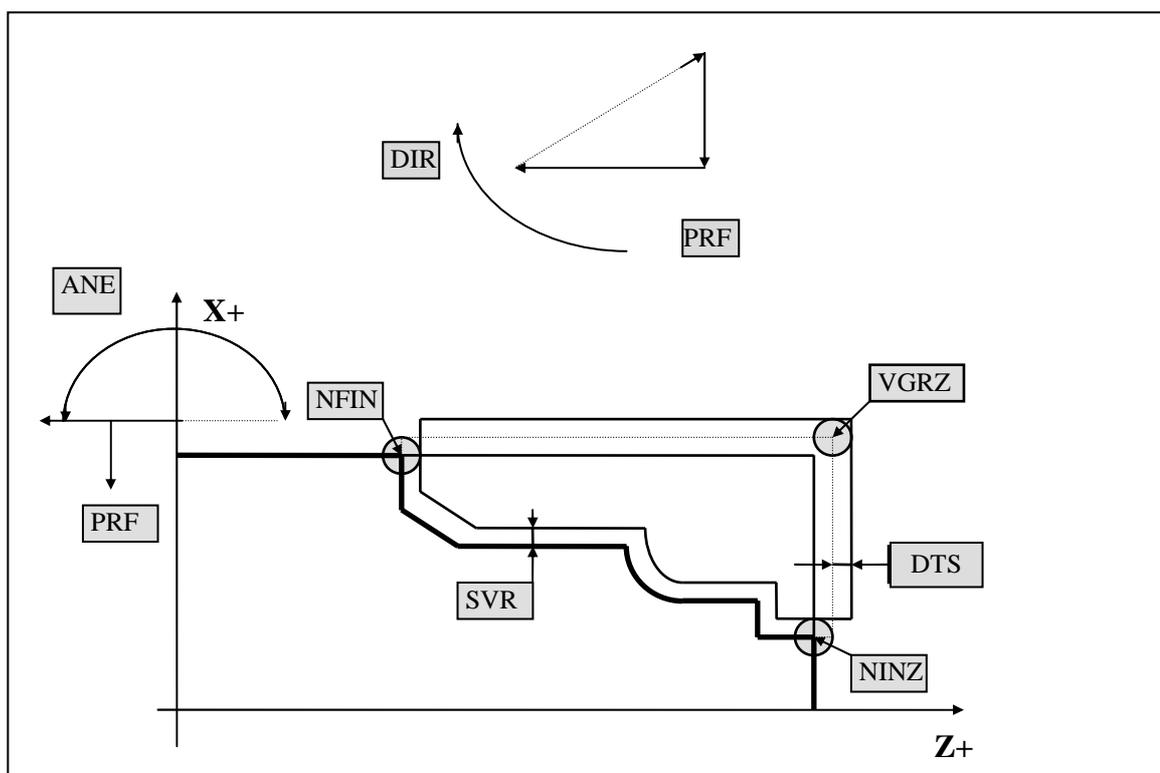
$$F \text{ effettiva} = F \text{ programmata} * KFD$$

Il coefficiente **KFD** è usato quando l'utensile si sposta lungo il profilo finito. Il parametro è **opzionale**, se non programmato, come default è posto **KFD = 1**.

<DTS =...> Scostamento di sicurezza dal profilo grezzo. . Sostituisce il parametro **<DIF=...>** utilizzato nei precedenti CNC. **Il parametro è opzionale.** Se non programmato come default è posto **DIF= 1**.

<DAX=..> e Sovrametallo di finitura in X e in Z. I parametri sono **opzionali**, se non programmati sono posti uguali a 0. Se **DAX** è uguale a **DAZ** la macro definisce un sovravello costante in X e Z come se fosse stato programmato un <DRA:....>. Altrimenti il profilo viene traslato in X e Z di un valore pari a **DAX**, **DAZ**. In fase di sgrossatura la lavorazione avviene fino a questo valore.

<%TAB=..> Correzione del raggio utensile. Il parametro è **opzionale**, se non programmato è posto **TAB = 40** (correzione Raggio utensile disabilitata). Per abilitare la correzione occorre impostare **TAB = 41** o **42**.



- | | |
|-------------|---|
| VGRZ | Coordinate vertice del grezzo <XFI=...> e <ZFI=...> |
| NINZ | Coordinate primo punto profilo finito |
| NFIN | Coordinate ultimo punto profilo finito |
| ANE | Angolo (+180 gradi in questo caso) che definisce la direzione ed il verso delle varie passate. Attenzione la direzione deve essere concorde con il senso di descrizione del profilo finito. |
| PRF | Profondità di passata. |



SVR	Sovrametallo definito con < DAX=... > e < DAZ=... >
DTS	Distanza di sicurezza dal grezzo. Attenzione! Se non programmata viene automaticamente posta uguale a 1mm.
DIR	Senso di descrizione del profilo finito.



CAPITOLO 14

14. Cicli di Misura mediante Tastatore

Questo capitolo contiene le informazioni necessarie per programmare cicli di misura mediante tastatore (**Probe**) di tipo **ON/OFF** montato sulla torretta del Tornio, oppure fissato in una posizione nota.

Ciò consente di effettuare:

- Il controllo dimensionale dei pezzi lavorati, direttamente sul Tornio secondo un ciclo che chiameremo Test-Program (T.P.), rilevando l'errore dal confronto tra la “**Quota misurata**” e la “**Quota programmata**” .
- La correzione delle lunghezze degli utensili nella direzione dell'asse dei diametri o degli spallamenti (tipicamente “**L**” o “**L2**”), scrivendone direttamente il valore in “**Tabella Utensili**” .
- La correzione delle origini degli assi, agendo direttamente sulla “**Tabella Origini**” .
- Il presetting o verifica della lunghezza utensile mediante probe montato in posizione fissa.

Note:

- Sulla stessa macchina è ammessa la presenza di entrambi i tipi di tastatori: sia sulla torretta che in posizione fissa.
- Le correzioni sopra citate, sono eseguite in alcuni casi automaticamente, in altri solo dopo consenso dell'operatore o della logica di impianto. Inoltre confrontando l'**errore rilevato** con la **tolleranza** programmata, vengono visualizzati una serie di messaggi per l'operatore.
- Le procedure di **test** sono utilizzabili inserendole direttamente nel programma di lavorazione del pezzo oppure richiamandole come sottoprogrammi con l'istruzione standard **L<nome sottoprogramma>**.
- Nello stesso Part-Program è possibile definire o richiamare più cicli di misura.
- I cicli di misura devono essere sempre effettuati in modalità **G94** (cioè F = mm/min) e mandrino fermo.
- Relativamente alla correzione del raggio e della lunghezza utensile, esiste una variabile nel file di taratura “**COST**” che consente di scegliere se si desidera correggere direttamente la lunghezza utensili oppure addebitare l'errore ai relativi **OFFSET**. Questa seconda scelta è però obbligata nel caso che sia stata abilitata la gestione dell'usura utensile. In quest'ultimo caso l'offset è infatti utilizzato per memorizzare il valore corrente dell'usura.



14.1 Definizione di “Quota di Misura” e “Tolleranze”

“Quota Nominale “

È la quota indicata sul disegno del pezzo da misurare.

“Quota di misura”

È la quota teorica sulla quale si deve posizionare un asse per effettuare la misura della quota stessa.

La **Quota di Misura** assume come **valore** numerico la media aritmetica delle dimensioni comprensive delle tolleranze previste nel disegno, per cui la quota $100^{0}_{+0.024}$ quale **Quota di Misura** diventa:

100.012

con il **segno** che le compete in funzione della sua posizione rispetto all'origine

“Larga Tolleranza “ <LTZ=...>

È lo scostamento massimo rispetto alla Quota di Misura che viene accettato dal CNC nell'eventuale correzione dell'ente responsabile. Ad esempio programmare <LTZ=0.5> significa che l'ente responsabile dell'errore (utensile o origine), potrà essere corretto in modo automatico al massimo di ± 0.5 mm. La **Larga Tolleranza** deve essere quindi superiore all'errore di misura presunto sul pezzo.

Se durante un ciclo di misura viene riscontrato un errore superiore al valore attribuito al parametro <LTZ=...>, sul video apparirà un messaggio che richiederà all'operatore se intende o meno proseguire il ciclo di misura.

Durante il ciclo di misura il CNC posiziona gli assi in rapido sino alla quota:

Quota di Misura - 2*(LTZ+0.5).

“Stretta Tolleranza” <STZ=...>

Rappresenta lo scostamento, rispetto alla Quota di Misura che non comporta, da parte del CNC, alcuna correzione all'ente “responsabile dell'errore “.

Ad esempio programmare <STZ=0.02> significa che se viene rilevato un errore sulla Quota di Misura inferiore a 0.02 mm, non verrà effettuata alcuna correzione.

Note:

- <STZ=...> dovrà avere un valore sempre inferiore a <LTZ=...>.
- Programmare <STZ=0> significa che si intende correggere il responsabile dell'errore qualunque sia l'entità dell'errore rilevato.
- Programmare il parametro **STZ** diverso da zero ha lo scopo di non apportare a utensile o origini correzioni di entità trascurabile.



14.2 Istruzioni preparatorie ad un Ciclo di Misura

In questo paragrafo sono descritte tutte le istruzioni da utilizzare per l'inizializzazione del Ciclo di Misura.

14.2.1 Definizione del Tipo di Misura

<MIS=a> Esprime il tipo di misura che si intende eseguire.

Il parametro **a** ha il seguente significato:

a = 0 **misura senza correzione** (gli errori vengono solo visualizzati)

a = 1 **misura con correzione** del responsabile (utensile o origine)

Ad esempio programmare <MIS=1> significa: misura con correzione.

14.2.2 Definizione del Tipo di Correzione e del Responsabile

<TYP=yyy.x> Definisce il **Tipo di Correzione** e il **Responsabile dell'Errore**

I parametri **yyy** ed **x** hanno i seguenti significati:

x=0 **Correzione Origine**

x=1 **Correzione Lunghezza Utensile** (se **L** o **L2** dipende dal ciclo effettuato)

yyy **Numero del Responsabile dell'Errore** (max 3 cifre)

Il **Responsabile yyy**, a seconda del tipo di correzione, può essere programmato con segno positivo o negativo, quindi se :

- * **Correzione Origine** deve essere programmato **sempre positivo**.
- * **Correzione Lunghezza Utensile** il segno con cui programmare il responsabile deve essere:

Positivo Se il verso del movimento dell'asse in "andata", mentre si effettua la misura con il probe, è lo stesso del movimento che avrebbe fatto asportare più metallo all'utensile da correggere. In altri termini se il tastatore è montato sulla stessa torretta in cui è montato l'utensile responsabile della lavorazione.

Negativo Nel caso opposto al precedente cioè allorché il probe è montato sulla torretta diametralmente opposta a quella in cui è presente l'utensile responsabile della lavorazione. Nel caso si voglia correggere la lunghezza del probe stesso.



Esempi:

<TYP=-15.1>	Correzione della lunghezza dell'utensile n.15 (il segno “-“ indica che esso è installato sulla torretta opposta a quella su cui è montato il Probe).
<TYP=17.0>	Correzione dell'origine n.17
<TYP=13.1>	Correzione della lunghezza dell'utensile n.13 (il segno “+“ indica che esso è installato sulla stessa torretta su cui è montato il Probe).

14.2.3 Istruzioni di inizializzazione e Fine Cicli di Test

Prima d'iniziare i cicli di misura è necessario programmare in una riga a sé stante la routine:

L<TESTON> **Inizializzazione cicli di TEST** è necessario programmarla prima dell'inizio di uno o più cicli di test

La routine “TESTON” forza alcuni parametri, per l'esattezza:

F=30 mm/min. (velocità di avanzamento durante la fase di misura)

<LTZ=0.05> <STZ=0.01>

<PRT=0> (Vedi per dettagli **Paragrafo 14.5.1**)

Completati i cicli di misura, questi saranno disabilitati dalla routine:

L<TESTOF> **Fine dei cicli di TEST**, è necessario sia programmata al termine di una serie di cicli di misura.

14.2.4 Fasi Operative di un Ciclo di Misura

I cicli di misura descritti nei paragrafi che seguono sono caratterizzati dalle seguenti fasi:

- 1- Movimento in rapido sulle coordinate X.. Z.. programmate come inizio ciclo.
- 2- Movimento di misura, fino alla commutazione del probe, eseguito a velocità **F... programmata**.
Nel caso il pezzo non venga incontrato, il Probe oltrepassa la quota nominale di un valore pari a **2*<LTZ> + 0.5**, se, al termine anche di questo movimento, il pezzo non viene ancora incontrato scatta l'allarme **27005**.
- 3- Ritorno sulle coordinate d'inizio ciclo a velocità F3000 mm/min.

Note:

La precisione di misura dipende principalmente dai seguenti fattori:

- Precisione di posizionamento della Macchina Utensile.



- Precisione di commutazione del probe ON/OFF impiegato.
- Considerando che la quota di “contatto” del probe viene memorizzata tramite appositi circuiti HW, la precisione nei CNC 800/900, a differenze che in passato, è entro ampi limiti, indipendente dalla Velocità di avanzamento programmata. L’unico vincolo alla Feed di misura è infatti imposto dalla deflessione massima del probe e dello spazio necessario per arrestare l’asse (in definitiva la sua accelerazione massima).

14.3 Ciclo di Misura con un Movimento G221 (ex ciclo G201)

Questo ciclo risulta utile per verificare, ed eventualmente correggere un errore, presente sul pezzo lavorato, rispetto alla quota nominale di un punto (la quota nominale è come al solito la somma algebrica delle coordinate programmate e del <DAX=...> e <DAZ=...>).

E’ possibile correggere i seguenti responsabili:

- **Origini**
- **Lunghezza utensile (L o L2)**

Sono possibili misure di tipo parassiale, comunque inclinate sul piano di contornatura e misure di profondità.

Formato:

N.. G221 X... Z... <MIS=...> <TYP=...> <DAX=...> <DAZ=...> F...

dove:

G221	Ciclo di test con un solo movimento di misura (è un’istruzione di tipo modale, deve essere pertanto cancellata con G200). Nei precedenti CNC Torno era identificato come G201 .
X... Z...	Coordinate assolute del punto di partenza della misura, scelte sul piano di contornatura programmato.
<MIS=...>	Definizione del Tipo di Misura da effettuare (per dettagli vedere Paragrafo 14.2)
<TYP=...>	Definizione del Tipo di correzione e del Responsabile a cui addebitare l’errore rilevato (per dettagli vedere Paragrafo 14.2)
<DAX=...>	Distanza tra il punto d’inizio della misura ed il punto che si vuole misurare lungo l’asse X, è diametrale se l’asse X è tale. La quota di misura sarà la somma algebrica della coordinata X programmata e di <DAX=...>
<DAZ=...>	Distanza tra il punto d’inizio della misura ed il punto che si vuole misurare lungo l’asse Z. La quota di misura sarà la somma algebrica della coordinata Z programmata e di <DAZ=...>.

Esempio di controllo di superfici tornite con Correzione Lunghezza dell'utensile Responsabile

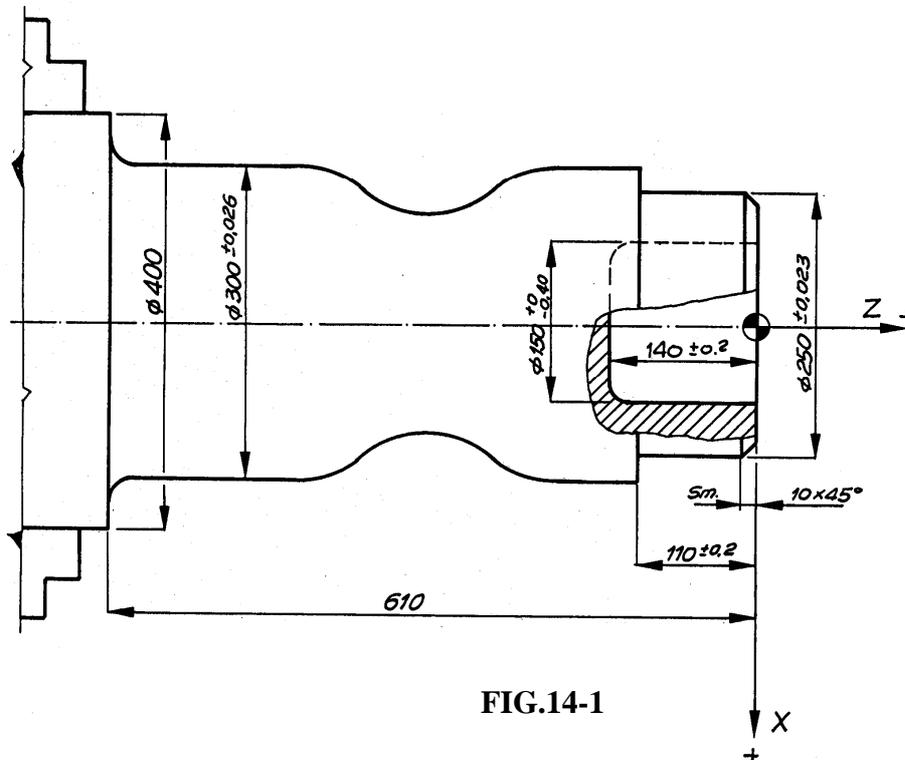


FIG.14-1

La precedente FIG.14-1 rappresenta un particolare tornito di cui si vuole:

- Controllare il diametro esterno 250 mm ed addebitare l'eventuale errore riscontrato alla lunghezza **L** dell'utensile **T6** che è il responsabile della lavorazione.
- Controllare la quota di profondità 108 mm del diametro esterno ed addebitarne l'eventuale errore alla lunghezza **L2** dell'utensile **T6**.
- Controllare il diametro interno 150 mm ed addebitare l'eventuale errore riscontrato alla lunghezza **L** dell'utensile **T7** che è il responsabile della lavorazione.
- Controllare la quota di profondità 140 mm del diametro interno ed addebitarne l'eventuale errore alla lunghezza **L2** dell'utensile **T7**.

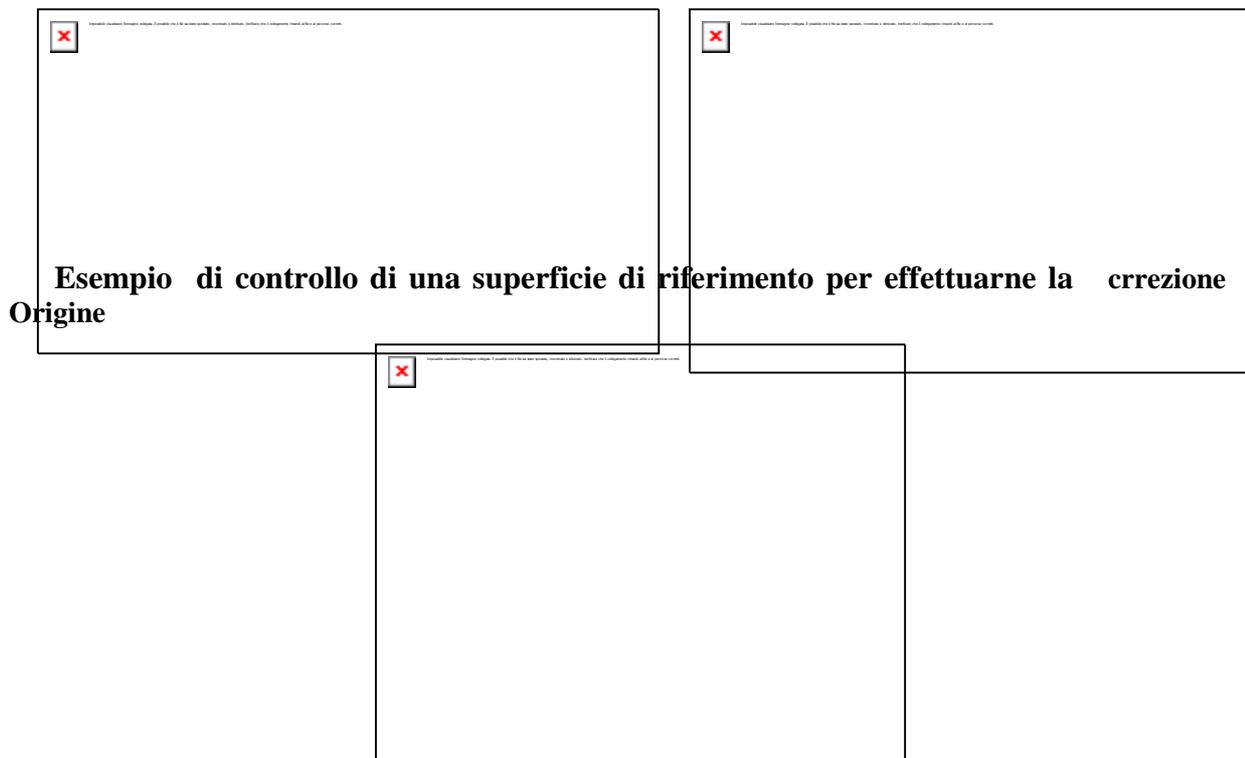
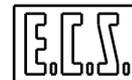


Programma:

```
%  
N0 G92 S1000  
....  
N300 X600 Z200 M05 G94  
N310 T3 M6  
N320 L<TESTON> <LTZ=0.023><STZ=0.01>  
N330 G221 X252 Z-109 <MIS=1> <TYP=-6.1> <DAX=-2><DAZ=0>  
N340 X252 Z-109 <MIS=1> <TYP=6.1> <DAX=0> <DAZ=-1>F50  
N350 G200 Z100 X300 T4 M06  
N360 X0 Z20 <LTZ=0.3>  
N370 G221 X0 Z-139 <MIS=1><TYP=7.1> <DAX=0> <DAZ=-1>F30  
N380 X148 Z-50 <DAX=1.98> <DAZ=0><MIS=1>>TYP=-7.1>  
N390 G200 X0 Z100  
N400 L<TESTOF>  
N410 M02
```

Commenti:

- N310** Cambio utensili, il probe (T3) viene montato con il proprio asse parallelo all'asse X.
- N320** Attivazione del ciclo di test, impostazione della stretta e larga tolleranza.
- N330** Ciclo di misura, viene misurato il diametro X250, l'eventuale errore sull'asse X viene addebitato alla lunghezza L dell'utensile T6. Si noti che il segno di <TYP> è negativo perché il movimento del probe su TR+ è opposto all'utensile interessato su TR-.
- N340** Ciclo di misura sull'asse Z, a quota nominale Z-108, l'eventuale errore riscontrato viene addebitato alla lunghezza L2 dell'utensile T6.
- N350** Cambio utensili, il probe viene montato con il suo asse parallelo all'asse Z
- N370** Ciclo di misura dell'alesatura interna, viene misurato lo spallamento a quota Z-140, eventuali addebiti sono fatti alla L2 dell'utensile T7.
- N380** Misura del diametro X149.98, eventuali addebiti sono effettuati alla L dell'utensile T7. Si noti ancora il segno negativo di <TYP>, dovuto al fatto che T7 è su torretta negativa ed il probe su TR+.



Il programma di test può essere il seguente:

%

...

N10 T3 M06 G94

N20 L<TESTON> <LTZ=10> <STZ=0>

N30 X602 Z-5

N40 G221 X602 Z-5 <DAX=2> <DAZ=0> <MIS=1> <TYP=1.0> F30

N50 G200 Z1

N60 X595

N70 G221 X595 Z1 <DAX=0> <DAZ= -1> <MIS=1> <TYP=1.0> F20

N80 L<TESTOF>

N90 G200 X800Z100

N100 M02



Commenti:

N40 Misura e correzione dell'origine N.1 (**G54.01**) dell'asse X, la quota di riferimento è X604.

N70 Misura e correzione dell'origine N.1 dell'asse Z, la quota di riferimento è Z0.

14.4 Misura mediante Probe in Posizione Fissa G222 (ex Ciclo G211)

Il probe montato su una posizione fissa della macchina utensile può essere impiegato per effettuare il presetting automatico della lunghezza dell'utensile oppure per verificarne la sua integrità.

Formato:

N... G222 X.. Z... <DAX=...> <DAZ=...> <MIS=...> <TYP=...>

dove:

G222	Ciclo di test per tastatori in posizione fissa (è un'istruzione di tipo modale, deve essere pertanto cancellata con G200). Nei precedenti CNC lo stesso ciclo era identificato come G211 .
X.. Z..	Rappresentano le coordinate del punto di partenza del ciclo di misura.
<DAX=...>	Distanza tra il punto di partenza e la superficie di contatto del tastatore, lungo l'asse X (Viene espresso in forma diametrale se l'asse X è dichiarato tale). La somma algebrica tra X.. e <DAX=..> rappresenta la quota di misura.
<DAZ=...>	Distanza tra il punto di partenza e la superficie di contatto del tastatore, lungo l'asse Z. La somma algebrica tra Z.. e <DAZ=..> rappresenta la quota di misura.
<MIS=...>	Definizione del Tipo di Misura da effettuare (per dettagli vedere Paragrafo 14.2)
<TYP=...>	Definizione del solo Responsabile a cui addebitare l'errore rilevato (Vedi Paragrafo 14.2)

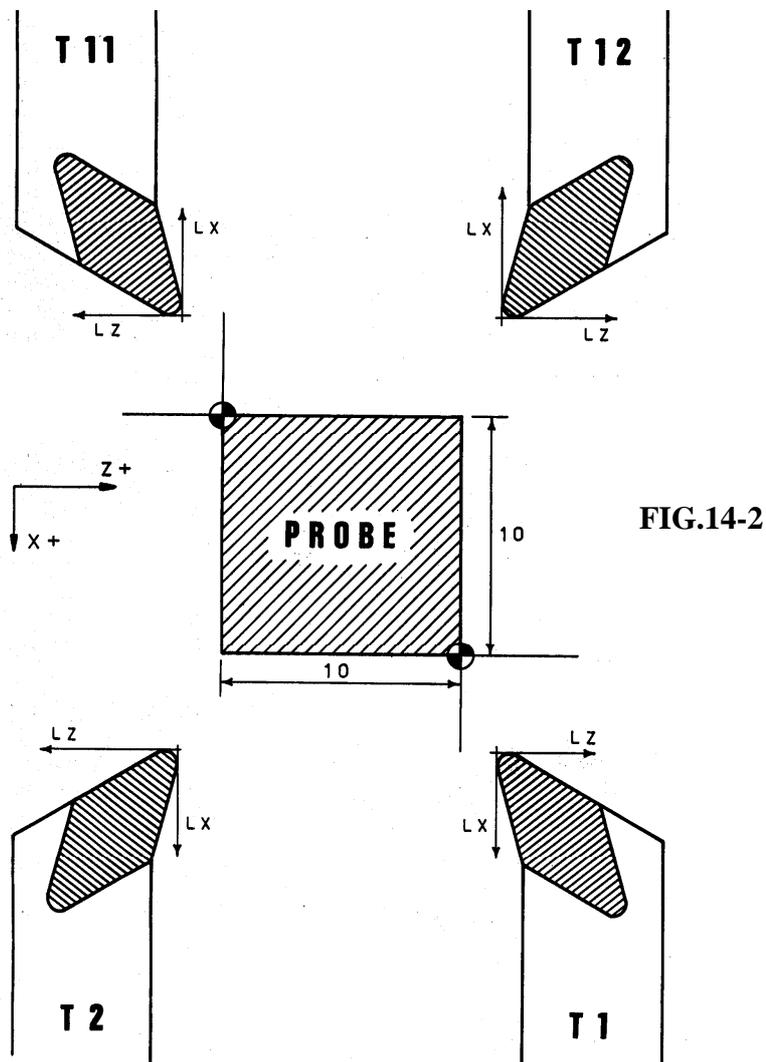
Nota:

La correzione viene applicata, per default all'utensile montato sul mandrino.

Esempio di Presetting automatico dell'utensile

Esemplifichiamo il caso di presetting automatico dei quattro utensili raffigurati in **FIG.14-2**, mediante probe montato in posizione fissa. Il probe ha uno stelo con terminale cubico di 10 x 10 mm.

Il programma utilizza 4 diverse origini (**G54.05** ; **G54.06** ; **G54.07** ; **G54.08**) ognuna associata ad una diversa faccia del tastatore.



Programma:

```

%
...
N10 T1 M06 G54.05 <TYP=1>
N20 <RPT:N400;N470>
N30 G54.01
...
N50 T2 M06
N60 <MIR:ON;Z> G54.06<TYP=2>
N70 <RPT:N400;N470>
N80 <MIR:OFF> G54.01
....
N100 T12 M06
N110 <MIR:ON;X> G54.07 <TYP=12>
N120 <RPT:N400;N470>
N130 <MIR:OFF> G54.01
    
```



```
...
N200 T11 M06
N210 <MIR:ON;X;Z> G54.08<TYP=11>
N220 <RPT:N400;N470>
N230 <MIR:OFF>
...
N300 M02
...
N400 L<TESTON> <LXZ=0.2> <ST=0>
N410 X5 Z -5 F10
N420 G222 X5 Z -5 <DAX= -5><DAZ 0> <MIS=1>
N430 G200 Z3 X5
N440 Z3 X -10
N450 G222 Z3 X -10 <DAX=0><DAZ= -3>
N460 G200 X200 Z50
N470 L<TESTOF>
.....
```

Commenti:

N20 L'istruzione <**RPT:..**> esegue i blocchi compresi tra N400 ed N470 per effettuare la misura e correzione dell'utensile T1

N50

N100

N200 vengono eseguite le misure degli utensili T2, T12 e T11 utilizzando lo stesso blocco di istruzioni.

N400-N470 Blocco di istruzioni che costituisce il programma di test valido per tutti e 4 gli utensili perché il responsabile da correggere (definito attraverso il parametro <**TYP**>) è di volta in volta opportunamente inizializzato.

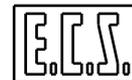
Nota:

Il presetting di un utensile consente di impostare, nella tabella degli utensili, delle lunghezze anche approssimative. Dichiarando una Larga Tolleranza <**LTZ=...**> comunque superiore all'approssimazione presunta, il ciclo **G222** effettuerà automaticamente la correzione della lunghezza dell'utensile misurato.

14.5 Messaggi per l'Operatore

Durante l'esecuzione dei cicli di misura, se è stato abilitato lo **Stop Opzionale M01**, sul display del CNC, appariranno una serie di informazioni così organizzate:

- Indicazione del Ciclo di misura (**G211** o **G222**),
- Quota nominale dell'asse (X o Z),
- Entità dell'errore riscontrato su tale asse,



- Valore di Larga Tolleranza (**LTZ**) impostata,
- Valore di Stretta Tolleranza (**STZ**) impostata,
- Responsabile a cui sarà applicata la correzione (N. Utensile od Origine),
- Eventuali note esplicative.

Alla pressione di [**START**] il programma prosegue effettuando la correzione sugli utensili o sulle origini a seconda del ciclo di misura scelto.

Allorché l'errore riscontrato superi la Larga Tolleranza (**LTZ**) impostata è data possibilità all'operatore di comunque attuare la correzione del responsabile attraverso un messaggio a video del tipo di quello sotto riportato:

ERRORE FUORI TOLLERANZA	CORREGGO
	NON CORREGGO

Allorché l'operatore scelga di correggere, verrà visualizzata la tabella riassuntiva precedentemente descritta ed effettuata la relativa correzione. In caso contrario il programma proseguirà senza effettuare alcuna correzione.

Note :

Nel caso di correzioni con addebiti a Raggio e/o Lunghezze utensile, la correzione non viene accettata allorché risulti che l'utensile interessato non abbia mai lavorato.

Tramite la variabile **##28** è possibile modificare il comportamento del CNC nel caso di errore superiore a **LTZ**:

##28 = 0 : richiede conferma a operatore

##28 = 1 : corregge sempre senza chiedere conferma all'operatore

##28 = 2 : Dichiara automaticamente “morto” l'utensile.

14.5.1 Visualizzazione delle Tabella riassuntive della misura

I messaggi che riassumono i risultati delle misure effettuate e relativi addebiti appaiono sul display se è stato abilitato lo **Stop Opzionale M01**. I risultati delle misure possono comunque essere memorizzati su un file per una successiva analisi.

La memorizzazione è gestita dalle seguenti istruzioni:



<PRT=0>

Memorizzazione disabilitata, da programmare alla fine del ciclo di misura o comunque quando si vuole disabilitare la memorizzazione su file.

<PRT=2>

Generazione del file **TESTDAT.TAB** contenente i risultati delle misure (sino a 100). Si ricorda che tale file é salvato nella directory **C:\ECS.CNC\TAR**. Desiderando stamparne il contenuto si consiglia l'utente di esportare il file (tramite la funzione Output su dischetto) su un PC e di utilizzare **Microsoft EXCEL®** per la riorganizzazione/ elaborazione dei dati. Una descrizione dei vari campi contenuti in **TESTDAT.TAB** è accessibile nel file **TESTDAT.TXT** sempre reperibile in **C:\ECS.CNC\TAR**.

Nota:

Tra i dati che vengono salvati nel file **TESTDAT.TAB** è incluso il valore assunto dalla variabile intera **%COD** che il programmatore può opportunamente inizializzare prima di ogni ciclo utilizzandola come generico discriminante.



Note:



CAPITOLO 15

15. Macroistruzioni

Con il termine “**MACROISTRUZIONE**” si intende un sottoprogramma atto a risolvere in modo parametrico una determinata lavorazione.

Le macro disponibili nei CNC **1802 / 4802 ECS** sono così raggruppabili :

- Cicli fissi descritti nel **Capitolo 12**.
- Macro di filettatura descritta nel **Capitolo 11**.
- Macro di sgrossatura descritte nel **Capitolo 13**.
- Macro basate sull'applicazione di matrici (sia statiche che dinamiche) descritte nel **Capitolo 16**.
- Macro utilizzate nei cicli di misura e preset utensili descritte nel **Capitolo 14**.

Tali sottoprogrammi sono stati sviluppati da **ECS** utilizzando un apposito linguaggio di programmazione noto come **LIP**.

Per dettagli su tale strumento si invita il lettore a consultare il **Manuale di Programmazione Avanzata**.

È opportuno osservare che alcuni sottoprogrammi sono codificati come funzioni **G ...**, altre sono state realizzate come veri e propri sottoprogrammi, quindi richiamabili secondo il formato classico:
L <nome macro>

Differenza sostanziale é che, mentre una macro realizzata come funzione G, può essere di tipo modale (ovvero, un volta settata, rimane operativa finché non la si disabilita) o di tipo auto cancellante (ovvero agisce la sola volta che viene richiamato con i parametri in quel momento passati), un sottoprogramma é sempre di tipo auto cancellante.



Note:



CAPITOLO 16

16. Matrici di Trasformazione

In questo capitolo viene illustrato come definire **matrici di trasformazione** da applicare ad un profilo od una macro per attuare traslazioni, rotazioni, rototraslazioni, modifiche di scala ecc.. Ciò anche in abbinamento a **istruzioni di ripetizione** (<RPT:...>).

Nei paragrafi **16.1** e **16.2** viene trattato in generale il concetto di matrice di trasformazione vista soprattutto nel suo significato matematico. Nei successivi verranno spiegate le norme di programmazione e la sintassi nel formato **ECS**.

16.1 Cenni sul concetto di Matrice

Una matrice di trasformazione si presenta come un insieme di numeri (coefficienti della matrice) disposti in una **tabella di tre righe**, ciascuna formata da quattro coefficienti.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{vmatrix}$$

Una matrice può essere sempre rappresentata da tre equazioni nella forma:

$$Zb = a_{11} * Zl + a_{12} * Xl + a_{13} * Ql + a_{14}$$

$$Yb = a_{21} * Zl + a_{22} * Xl + a_{23} * Ql + a_{24}$$

$$Zb = a_{31} * Zl + a_{32} * Xl + a_{33} * Ql + a_{34}$$

dove:

Zl, Xl, Ql

rappresentano le **coordinate di un punto da trasformare**, cioè quelle presenti nel Part-Program e che il programmatore desidera **traslare, ruotare** ecc. Sono le coordinate di un sistema detto locale.

Zb, Xb, Qb

rappresentano le **coordinate del punto trasformato** dalla matrice, cioè il **risultato** della trasformazione.

La matrice di trasformazione, come vedremo in seguito, viene impostata nei CNC ECS programmando i suoi **12 coefficienti**.

I CNC **1802 / 4802** consentono la programmazione di 2 distinti tipi di Matrici.

- **Matrici di tipo Statico.** Tali matrici vengono applicate a livello Interprete e quindi agiscono solo sul punto iniziale e finale di ogni singolo elemento del profilo.

In altri termini le **Matrici Statiche** permettono la trasformazione di punti (**G0** e **G1**) sia nel piano che nello spazio, mentre consentono la trasformazione di archi di cerchio solo in piani ortogonali rispetto a quelli di programmazione.

- **Matrici di tipo Dinamico.** Essendo queste ultime applicate a livello Interpolatore, permettono anche la trasformazione di archi di cerchio su piani comunque orientati nello spazio.

Nota :

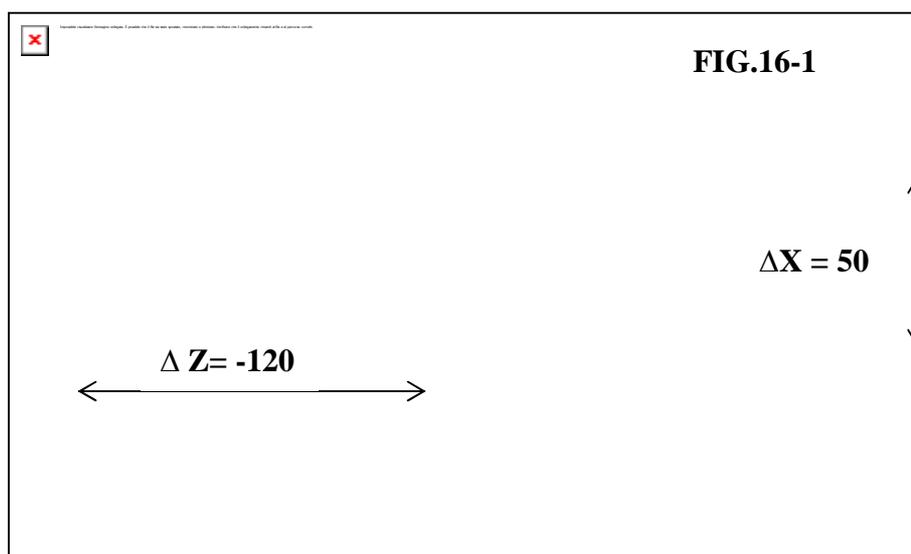
Qualora siano contemporaneamente attive una Matrice Statica ed una Dinamica è necessario che gli assi su cui esse agiscano o siano gli stessi o siano totalmente diversi.

Le Matrici Dinamiche saranno trattate nella seconda parte del capitolo (a partire dal **Paragrafo 16.5**) .

16.2 Esempi di Matrici

Qui di seguito riportiamo, a titolo d'esempio, alcune Matrici di uso generale. Si tenga comunque presente che la struttura matematica implementata nei CNC ECS, permette di gestire qualsiasi trasformazione di un punto nel piano o nello spazio.

16.2.1 Traslazione





Desiderando traslare un profilo di una quantità ΔX , ΔZ lungo i rispettivi assi, la matrice di trasformazione relativa diventa:

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & \Delta Z & \\ 2 & 0 & 1 & 0 & \Delta X & \\ 3 & 0 & 0 & 1 & 0 & \\ & 1 & 2 & 3 & 4 & \end{array}$$

Nell'esempio di **FIG.16-1** si ipotizzi di voler traslare il profilo **P** delle seguenti entità:

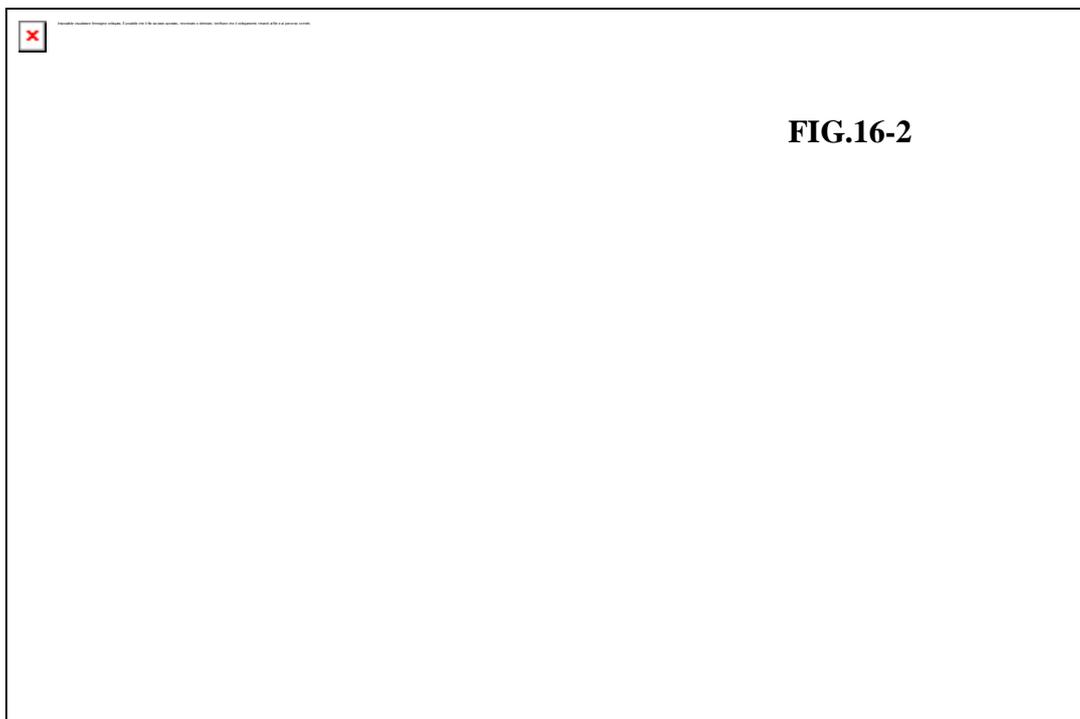
$$\Delta X = 50$$

$$\Delta Z = -120$$

la relativa matrice diventa:

$$\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & -120 \\ 0 & 1 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}$$

16.2.2 Rotazione attorno all'Origine





La matrice di trasformazione relativa, in questo caso è:

$$\begin{matrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Se ad esempio (Vedi **FIG.16-2**) il punto P avesse coordinate: Z150 X235 e se lo si volesse ruotare attorno all'origine di 38° in verso orario ($\alpha=-38^\circ$) la matrice di rotazione diventerebbe:

$$\begin{matrix} 0,788 & 0,6157 & 0 & 0 \\ -0,6157 & 0,788 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Per cui applicando tale trasformazione al punto P si otterrebbe un punto P' di coordinate:

$$Z_{p'} = -0,788 * (150) + 0,6157 * (235) = 261,8895$$

$$X_{p'} = 0,6157 * (150) + 0,788 * (235) = 92,825$$

$$Q_{p'} = \dots = \text{non considerata dal CNC}$$

16.2.3 Rotazione attorno ad un punto



FIG.16-3

La matrice di trasformazione relativa, in questo caso, è:

$$\begin{array}{cccc}
 \mathbf{COS}(\alpha) & \mathbf{-SIN}(\alpha) & \mathbf{0} & \mathbf{Z_c * (1 - COS(\alpha)) + X_c * SIN(\alpha)} \\
 \mathbf{SIN}(\alpha) & \mathbf{COS}(\alpha) & \mathbf{0} & \mathbf{X_c * (1 - COS(\alpha)) - Z_c * SIN(\alpha)} \\
 \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0}
 \end{array}$$

Se ad esempio il profilo di **FIG.16-3**, si applicasse una rotazione con centro **Z_c**; **X_c** fossero rispettivamente 90 e 50 e l'angolo di rotazione -33°, la matrice di rotazione relativa diverrebbe:

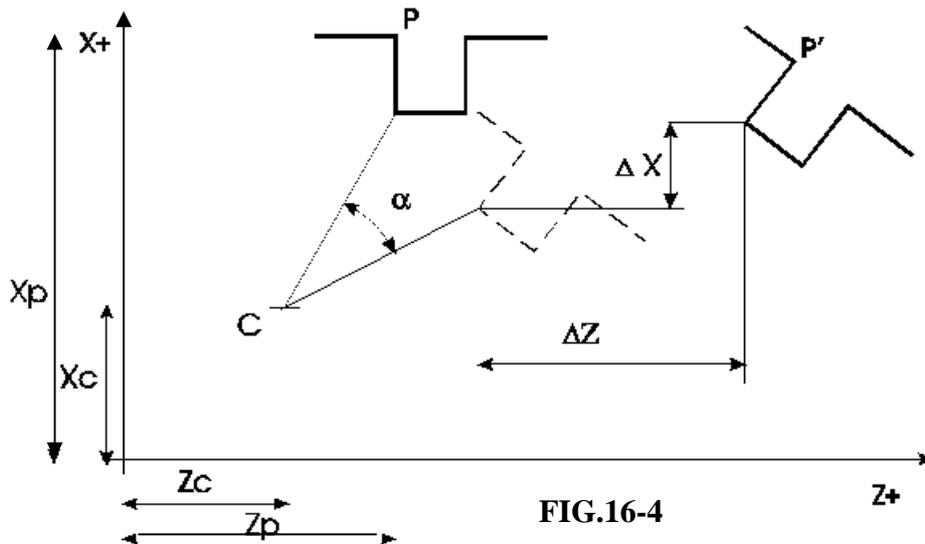
$$\begin{array}{cccc}
 0.8387 & 0.5446 & 0 & -12.712 \\
 -0.5446 & 0.8387 & 0 & 57.084 \\
 0 & 0 & 1 & 0
 \end{array}$$

Per cui, applicando tale trasformazione al punto **P** di **Fig.16.3** si otterrebbe un punto **P'** di coordinate:

$$Z_{p'} = 0.8387 * (120) + 0.5446 * (160) - 12.712 = 175.068$$

$$X_{p'} = -0.5446 * (120) + 0.8387 * (160) + 57.084 = 125.924$$

$$Q_{p'} = \dots = \text{non considerata dal CNC}$$



16.2.4 Rototraslazione

Corrisponde ad una matrice che è la combinazione di una matrice di **Rotazione** (vedi **Paragrafo 16.2.3**) e di una matrice di **Traslazione** (vedi **Paragrafo 16.2.1**).

La matrice di trasformazione relativa diventa:

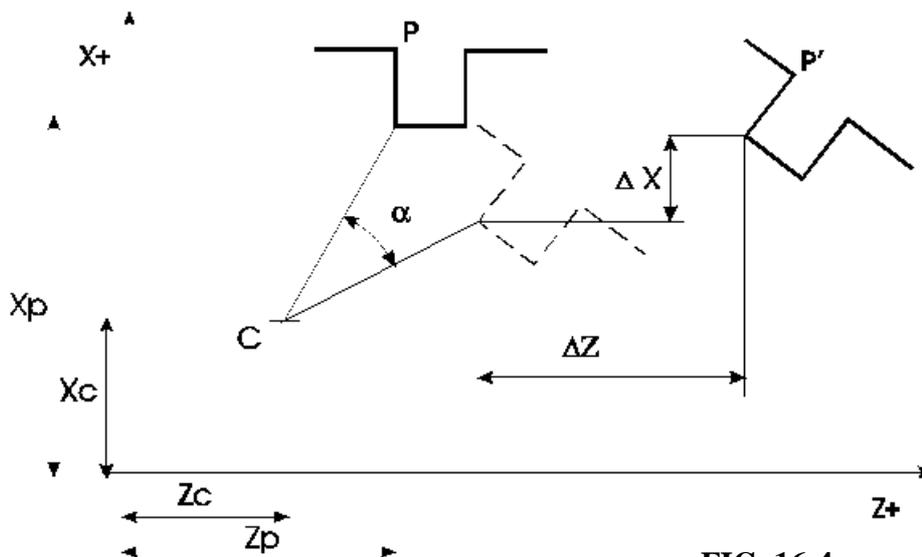


FIG. 16-4

$\text{COS}(\alpha)$	$-\text{SIN}(\alpha)$	0	$\Delta Z + Z_c * (1 - \text{COS}(\alpha)) + X_c * \text{SIN}(\alpha)$
$\text{SIN}(\alpha)$	$\text{COS}(\alpha)$	0	$\Delta X + X_c * (1 - \text{COS}(\alpha)) + Z_c * \text{SIN}(\alpha)$
0	0	1	0

Nota:

Applicando la matrice di rototraslazione descritta si ottiene per prima cosa la rotazione della figura. Alla figura così ruotata vengono quindi applicate le entità di traslazione ΔZ , ΔX .

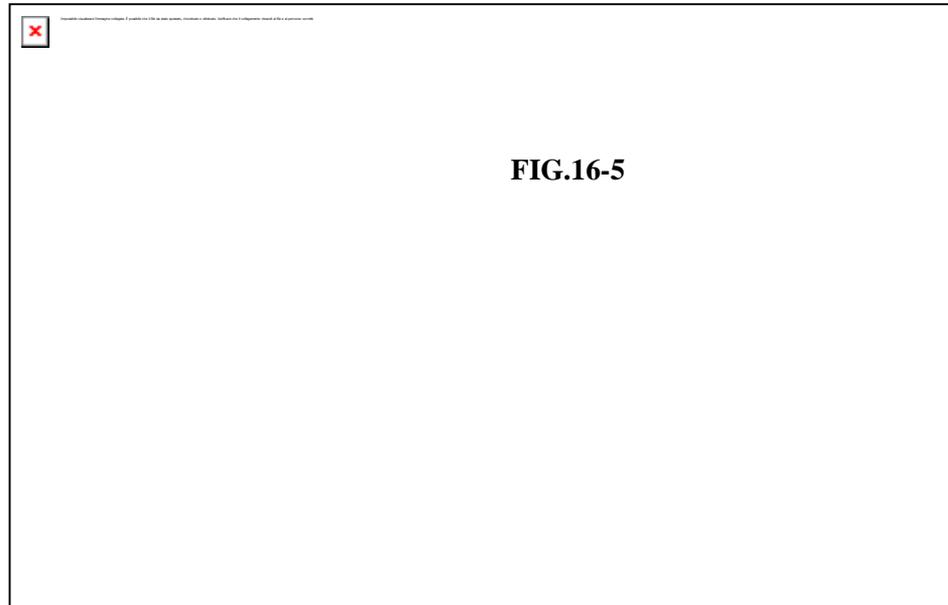
16.2.5 Fattore di Scala

È possibile costruire una matrice di trasformazione che tenga conto del fattore di scala "S", la matrice relativa diventa:

S	0	0	0
0	S	0	0
0	0	S	0

Nota:

Per $S > 1$ il fattore di scala effettua ingrandimenti, con $S < 1$, viceversa, riduzioni.



Supponiamo di voler applicare alla **FIG.16-5** un fattore di scala $S=0,5$, cioè un fattore di scala che provochi una riduzione della figura del 50% su tutti gli assi.

La matrice relativa è:

$$\begin{array}{cccc} 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 \end{array}$$

Il risultato è la figura tratteggiata in **FIG.16-5**.

16.2.6 Immagine Speculare

La specularità è programmabile mediante l'istruzione logica: **<MIR:...>**, già illustrata nel capitolo 5. La specularità su uno o più assi può essere ottenuta anche mediante l'applicazione di una matrice:

a) Specularità sull'asse Z

$$\begin{array}{cccc} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}$$



b) Specularità sull'asse X

1	0	0	0
0	-1	0	0
0	0	1	0

Note:

- La matrice **a)** avrà l'effetto di invertire di segno le quote di Z.
- La matrice **b)** di invertire di segno le quote di X.

16.3 Programmazione di Matrici Statiche

La programmazione di matrici Statiche di trasformazione prevede, in un part-program, tre tipi di istruzioni:

- 1.) **<MAT: nome; coefficienti matrice>**

mediante la quale si assegnano una o più matrici Statiche con i rispettivi parametri.

- 2.) **<MTX: primo asse, secondo asse; terzo asse>**

mediante la quale si indicano gli assi interessati alla trasformazione. Di norma saranno gli assi Z, X e Q. Il CNC prende per default : **<MTX :Z ;X ;Q>**.

- 3.) **<TCT: ON; nome>**

mediante la quale si abilita la trasformazione e la si disabilita (**<TCT:OFF>**)

- 4.) **<MAT: OFF; nome>**

mediante la quale si elimina la matrice Statica precedentemente definita.

La sintassi con cui si assegna una matrice Statica ha il seguente formato:

<MAT: nome; a11; a12;...;a21;...;a31;...a34>

<MAT: nome;< exp11>;< exp12>; ...;<exp34>>

in cui:

nome	nome della matrice (massimo 6 caratteri alfanumerici)
a11..a34	sono i numeri che rappresentano i 12 coefficienti della matrici di trasformazione . Al posto della costante numerica si può programmare una variabile R o una espressione tra variabili R (exp11...exp34), ad esempio:

....

N20 <MAT:TRASL; 1; 0; 0; 230; 0; 1; 0; 150; 0; 0; 1; 0>

....



Definisce una matrice di traslazione che una volta abilitata effettua una traslazione di $\Delta Z=230$; $\Delta X=150$.

Note:

- Nei CNC 1802 / 2802 sono memorizzabili fino a 5 Matrici (tra Statiche e Dinamiche) a cui devono essere assegnati nomi diversi (max 6 caratteri)

- Le matrici memorizzate non hanno alcun effetto sul programma se non vengono abilitate dall'istruzione <TCT: ON;nome matrice>

- In caso di **Reset, Cambi modo**, Inizio esecuzione di un nuovo programma (%), tutte le matrici Statiche definite vengono cancellate (Di fatto è forzato un <TCT:OFF>).

16.3.1 Spazio di applicabilità di una Matrice Statica

Una volta definita una di matrice Statica, è necessario indicare con apposita istruzione, quali sono gli assi CNC coinvolti nella trasformazione.

Tale istruzione definisce lo spazio di applicabilità della matrice .

il formato è:

<MTX: sigla primo asse; sigla secondo asse; sigla terzo asse> oppure

<MTX: <exp>; <exp>; <exp>> oppure

<MTX: numero; numero; numero>

dove:

primo asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti a₁₁... a₁₄ (vedi par. 16.1)
secondo asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti a₂₁... a₂₄
terzo asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti a₃₁... a₃₄ .

Al posto della sigla assi può essere programmata una espressione con variabili oppure il numero identificativo dell'asse (da 0 a 11).

Esempi:

N50 <MTX: Z;X;Q>

Viene applicata la matrice Statica rispettivamente agli assi Z, X e Q

N80 <MTX: U;V;Q>

Abbina la matrice Statica di trasformazione agli assi **U, V, Q**; per cui i primi 4 coefficienti effettuano la trasformazione sull'asse **U**, i secondi 4 sull'asse **V** ed i terzi quattro sull'asse **Q**



Note:

- L'istruzione <MTX:...> è modale e viene sostituita solo da una successiva programmazione della stessa istruzione
- All'istruzione <MTX:...> debbono essere abbinati sempre **3 assi CNC** appartenenti a **3 diverse direzioni**. La matrice non può essere dunque applicata ad assi che non siano agganciati in con tornatura (**FRE**).
- La matrice di trasformazione viene applicata solamente agli assi definiti nell'istruzione <MTX: ...>

16.3.2 Abilitazione alla Trasformazione

Per abilitare una matrice Statica, preventivamente memorizzata con l'istruzione <MAT:...>, viene utilizzata l'istruzione:

<TCT: ON;nome matrice>

dove:

nome matrice rappresenta il nome della matrice assegnato alla stessa con l'istruzione <MAT:nome; ..>

Per **disabilitare la trasformazione** è sufficiente programmare:

<TCT:OFF>

La parte di programma compreso tra l'istruzione <TCT:ON;nome> e l'istruzione <TCT:OFF> subisce le trasformazioni previste dalla matrice preventivamente memorizzata, ad esempio:

```
..
N50<MAT:TRASL; 1; 0; 0; 120; 0; 1; 0; 50; 0; 0; 1; 0>
N60 <MTX:Z;X;Q>
N70 T12 M6
N80 X... Z...
N90 Z...
...
N110 X... Z...
N120 <TCT:ON;TRASL>
N130 X...Z...
N140 X...Z...
...
N190 X...Z...
N200 <TCT:OFF>
...
```



Commenti:

N50	Viene memorizzata la matrice di traslazione di nome TRASL con i coefficienti di traslazione pari a $\Delta Z = 120$; $\Delta X = 50$;
N60	Abbina la matrice di traslazione agli assi Z, X e Q(asse mandrino).
N70 - N110	La parte di programma tra N70 ed N110 viene eseguito senza effettuare alcuna trasformazione. La matrice di trasformazione è stata memorizzata ma non ancora abilitata.
N120	Abilitazione della matrice di traslazione
N130 - N190	La parte di programma tra N130 ed N190 subisce le trasformazioni previste dalla matrice TRASL. Gli assi Z.. e X.. vengono rispettivamente traslati di 120 mm e 50 mm rispettivamente rispetto a quanto programmato nelle operazioni comprese tra N130 ed N190.
N200	Disabilitazione della matrice di trasformazione.

16.4 Matrici Statiche di Trasformazione fornite da ECS

ECS fornisce, con i CNC 1802 / 4802, una libreria di sottoprogrammi basati sull'uso di matrici Statiche di trasformazione.

Esse permettono di realizzare, unitamente all'istruzione **<RPT: ..; .. ; ...>**, le seguenti operazioni

- **Traslazione / Traslazione multipla** (**L<TRANS>**)
- **Rotazione / Rotazione multipla** (**L<ROT>**)
- **Rototraslazione / Rototraslazione multipla** (**L<ROTRAS>**)
- **Rapporto di Scala** (**L<SCALE>**)

Qui di seguito riportiamo le variabili abbinate a tali sottoprogrammi:

<DTZ>	Traslazione lungo l'asse che appare per primo nella istruzione <MTX:...> che definisce lo "spazio" di applicabilità della matrice. Più frequentemente sarà l'asse Z, ma ciò dipende dalla configurazione della M.U. e dalla scelta effettuata dal programmatore. Ad esempio se si programma <MTX:U;W;Q> , <DTZ> verrebbe applicato all'asse U e <DTX> all'asse W.
--------------------	--

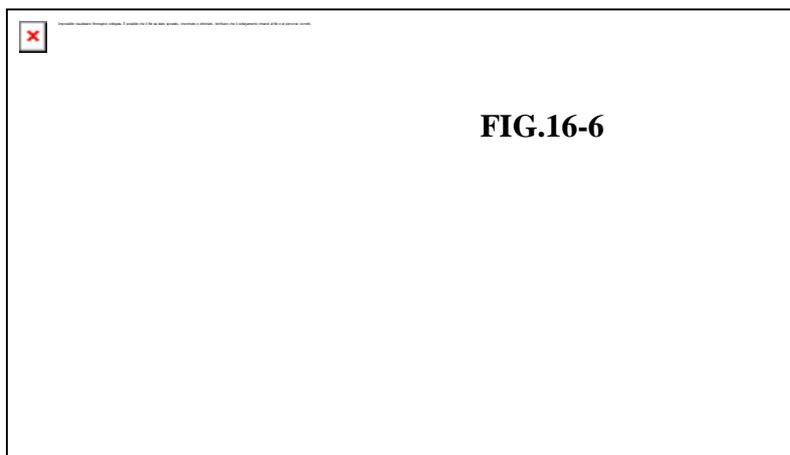


<DTX>	Traslazione lungo l'asse che appare per secondo nell'istruzione <MTX:...>. Più frequentemente sarà l'asse X, tuttavia valgono le considerazioni fatte per <DTZ>.
<ZCE>	Coordinata assoluta del centro di rotazione lungo l'asse che appare per primo nell'istruzione <MTX:...>
<XCE>	Coordinata assoluta del centro di rotazione lungo l'asse che appare per secondo nell'istruzione <MTX:...>
<ANR>	Angolo di rotazione espresso in gradi e parti decimali (± 359.999 gradi) tra la figura originale e la figura che si vuol ripetere (è un angolo incrementale) + = Antiorario - = Orario
<SCA>	Rapporto di scala, deve essere programmato sempre positivo
<%NRP>	Numero di ripetizioni che si vogliono effettuare
<%CON>	Contatore del numero di ripetizioni

Note:

- Alla variabile <%NRP=...> deve essere assegnato valore 1 nel caso di una singola ripetizione
- Il contatore del numero di ripetizioni <%CON=...>, nel caso di traslazioni e/o rotazioni multiple, deve essere settato a 1: <%CON=1> in una riga di programma **esterna** al LOOP di ripetizione e ripristinato a 1 al termine della ripetizione.
- Una volta usciti dal LOOP di ripetizione, immediatamente dopo la riga contenente l'istruzione <RPT:...>, è necessario disabilitare la matrice di trasformazione mediante l'istruzione <TCT:OFF>

16.4.1 Traslazione semplice, Sottoprogramma <TRANS>





Esempio:

```
%  
N0 <MTX:Z;X;Q>  
N10 ....  
...  
N100 ....  
N110 L<TRANS><DTX=...><DTZ=...><%NRP=1>  
N120 <RPT:N10;N100>  
N130 <TCT:OFF>  
...
```

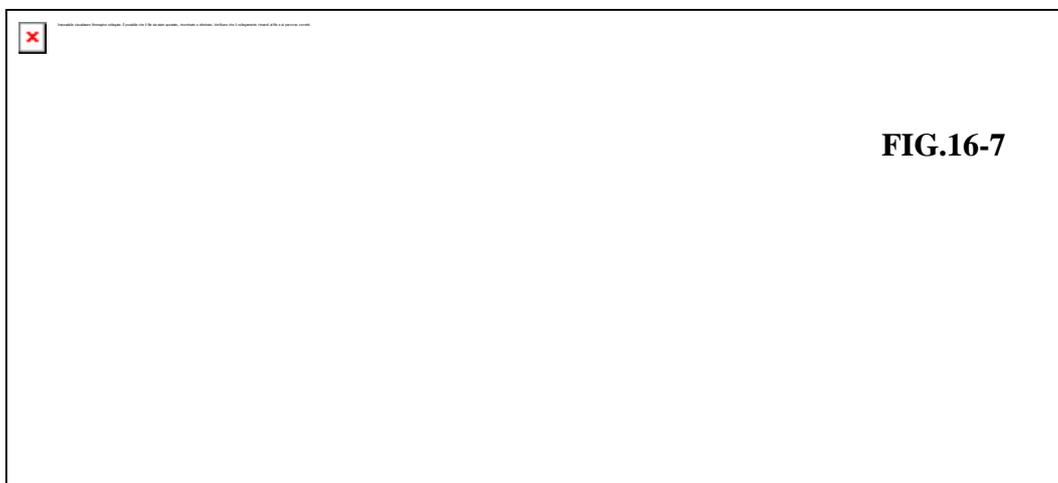
Commenti:

- | | |
|-------------|--|
| N0 | Definizione dello spazio di applicazione della matrice |
| N110 | Lancio sottoprogramma di nome " TRANS " che genera ed abilita la matrice di traslazione. Vengono assegnati i parametri di traslazione. |
| N120 | Ripetizione della parte di programma contenuta tra N10 ed N100 con i parametri di traslazione programmati. Supponendo che tra N10 ed N100 fosse programmato il pezzo A, viene ottenuto il pezzo B. |
| N130 | Disabilitazione della matrice di trasformazione |

Note:

- Non dimenticare di disabilitare una matrice di trasformazione, mediante l'istruzione <**TCT:OFF**> , al momento che l'effetto di trasformazione non è più voluto.

16.4.2 Traslazione multipla, Sottoprogramma <TRANS>





Esempio:

```
%  
N0 <MTX:Z;X;Q> <%CON=1>  
N10 ..  
...  
N100 ..  
N110 L <TRANS> <DTX = 180> <DTZ=120> <%NRP=3>  
N120 <%CON=%CON+1>  
N130 <RPT:N10; N120;<%NRP>>  
N140 <TCT:OFF> <%CON=1>  
..
```

Commenti:

- | | |
|-------------|---|
| N0 | Definizione dello spazio di abilitazione della matrice. Viene settata la variabile <%CON=1> ; %CON è il contatore delle ripetizioni fatte (quindi una variabile intera) |
| N110 | Lancio del sottoprogramma TRANS che genera ed abilita la matrice di traslazione, da notare che viene assegnata la variabile numero ripetizioni <%NRP=...>. |
| N120 | Incremento del contatore %CON |
| N130 | Ripetizione della figura A per 3 volte, ciascuna volta la figura verrà eseguita con una traslazione sull'asse X di 180/3=60 mm e sull'asse Z di 40 mm. |

Note:

- **DTX** e **DTZ** rappresentano la traslazione totale, cioè quella tra pezzo originale e l'ultimo pezzo da ripetere.

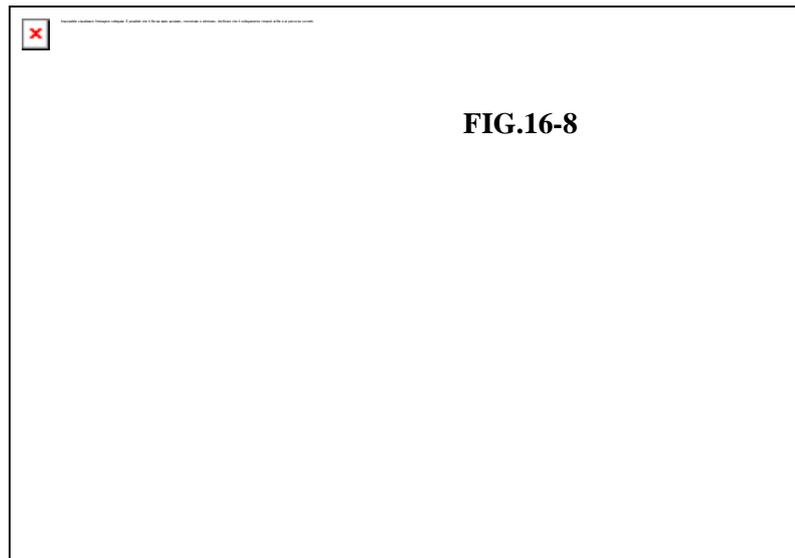
16.4.3 Rotazione semplice, Sottoprogramma <ROT>

Esempio:

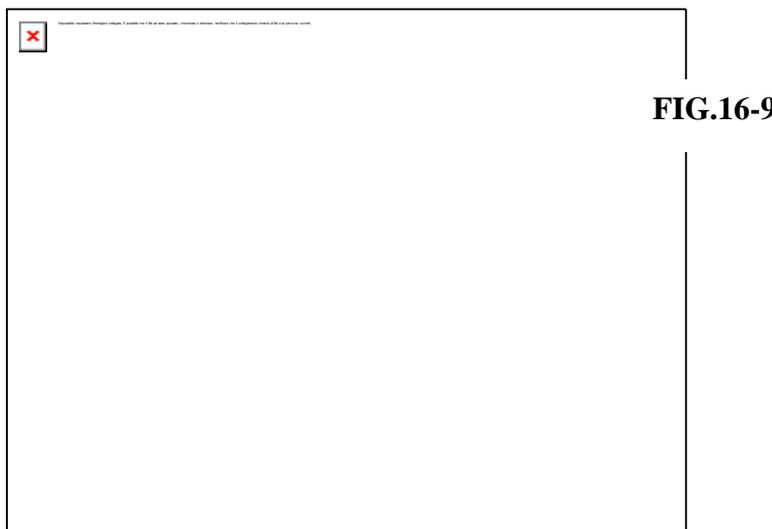
```
N0 <MTX:Z;X;Q>  
N10 .. { Inizio del profilo/lavorazione da traslare }  
N100 .. { Fine del profilo/lavorazione da traslare }  
N110 L<ROT> <ZCE=50> <XCE=-100> <ANR= -30> <%NRP=1>  
N120 <RPT:N10;N100>  
N130 <TCT:OFF>  
...
```

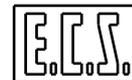
Commenti :

- N0** Definizione dello spazio di applicabilità della matrice.
- N120** Viene ottenuta la figura B identica ad A ma ruotata dell'angolo **ANR** rispetto al centro di rotazione di coordinate **XCE**, **ZCE**. Se si desidera la rotazione attorno all'origine è sufficiente assegnare **<XCE=0> <ZCE=0>**.



16.4.4 Traslazione con Rotazione multipla, Sottoprogramma <ROT>





Esempio:

```
%  
N0 <MTX:Z;X;Q> <%CON=1>  
N10...  
...  
N100...  
N110 L <ROT> <XCE=50><ZCE= -120> <ANR= -120><%NRP=3>  
N120 <%CON=%CON+1>  
N130 <RPT:N10; N120;<%NRP>>  
N140 <TCT:OFF>  
N150 <%CON=1>  
..
```

Note:

- L'angolo da programmare <ANR=..> è l'angolo totale, cioè quello tra la figura originale e l'ultima figura da ripetere.

16.4.5 Ripetizione con Rototraslazione, Sottoprogramma <ROTRAS>

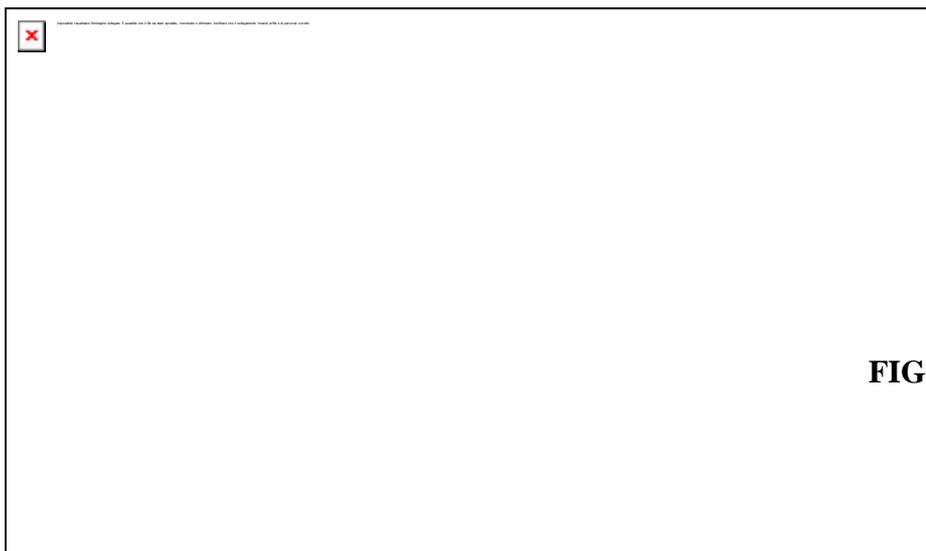


FIG.16-10



Esempio:

```
%  
N0 <MTX: Z;X;Q >  
N10 ..  
...  
N100 ..  
N110 L<ROTRAS> <XCE=100> <ZCE=50> <ANR=-45> <DTX=60> <DTZ=80> <%NRP=1>  
N120 <RPT:N10;N100>  
N130 <TCT:OFF>  
...
```

Commenti :

N0	Spazio di applicazione della matrice
N120	Si ottiene la rototraslazione del profilo "A", generando il profilo "B". La matrice di rototraslazione prima effettua la rotazione del profilo "A" ottenendo quello "A'" che viene però solo calcolato ma non eseguito, quindi la traslazione di "A'" per ottenere finalmente il profilo "B".

16.4.6 Rapporto di Scala, Sottoprogramma <SCALE>

Esempio:

```
%  
N0 <MTX: X; Y; Z>  
N10 L<SCALE><SCA=0.8>  
N20 ....  
.....  
N100 ....  
N110 ....  
N130 <TCT:OFF>  
.....
```

Commenti :

N10	Viene lanciato il sottoprogramma <SCALE> programmando un rapporto di scala di 0.8. Tutte le quote degli assi X e Z programmate successivamente verranno moltiplicate di un fattore di scala pari a 0.8, si ottiene quindi una riduzione delle quote programmate pari al 20%.
------------	--



- N20 - N110** Tutte le quote X e Z programmate tra l'operazione N20 e l'operazione N110 vengono ridotte di un fattore di scala 0.8 (Vedi FIG.16-5).
- N130** Disattivazione della matrice <SCALE>, da questo momento in poi le coordinate X e Z programmate vengono eseguite senza alcuna riduzione

Nota:

Il fattore di scala impostato tramite il sottoprogramma <SCALE> non agisce sul raggio utensile e sulle origini.

16.4.7 Matrici Dinamiche

Come già anticipato con il termine di **Matrici Dinamiche** si intendono quelle matrici che, essendo attivate a livello Interpolatore, oltre ad avere tutte le prerogative delle matrici Statiche non comportano alcuna limitazione nella trasformazione di archi di cerchio su piani comunque orientati nello spazio.

Ad esempio tramite Matrici Dinamiche è possibile realizzare:

- **Camme a tamburo** che comprendono interpolazioni lineari e circolari che coinvolgono un asse lineare programmato in millimetri ed un asse circolare programmato in gradi.
- **Figure geometriche** formate da rette e cerchi **con rapporti di scala differenziati tra gli assi del piano di contornatura** (in tal caso non è però possibile la compensazione vettoriale del raggio utensile).
- **Lavorazioni di contornatura** lineare e/o circolare sul piano di contornatura ZC (asse mandrino)

In generale le matrici dinamiche permettono di rototraslare nello spazio profili programmati nel piano utilizzando i linguaggi allo scopo disponibili (**ISO** e **GAP**) ciò mantenendo valida la compensazione vettoriale del raggio utensile.

16.5 Programmazione delle Matrici Dinamiche

La programmazione delle **matrici dinamiche** prevede tre tipi di istruzioni:

1) <MAT: nome; coefficienti matrice>

mediante la quale si assegnano una o più matrici con i rispettivi parametri. L'istruzione e la relativa sintassi è identica a quella usata per le **matrici statiche**.

2) <DMX: 1° asse; 2° asse; 3° asse>



mediante la quale si indicano gli assi interessati alla trasformazione dinamica, è analoga all'istruzione: <MTX:...> delle matrici statiche.

3) <DTC: ON; nome>

mediante la quale si abilita la matrice di trasformazione e la si disabilita con <DTC:OFF>.

4.)< MAT: OFF; nome>

mediante la quale si elimina la matrice precedentemente definita.

16.5.1 Definizione di una Matrice Dinamica

La sintassi con cui si assegna una matrice ha il medesimo formato di quello già descritto nel **Paragrafo 16.3** per le matrici statiche:

<MAT: nome; a₁₁; a₁₂; ...;a₂₁;...;a₃₁;...;a₃₄> oppure:

<MAT: nome; <exp1>; <exp2>;...<exp34>>

in cui:

nome	nome della matrice dinamica (max 6 caratteri).
a₁₁...a₃₄	rappresentano i 12 coefficienti della matrice di trasformazione. Al posto di un coefficiente può essere utilizzata una variabile R o una espressione tra variabili (exp1...exp34). Informazioni di tipo più generale sono disponibili nel Paragrafo 16.1 .

Note:

- Sono assegnabili fino a 5 matrici (tra statiche e dinamiche) contraddistinte da differenti nomi.
- Le matrici dinamiche memorizzate non hanno alcun effetto sul programma se non vengono abilitate dall'istruzione <DTC:ON; nome matrice>.
- Possono convivere, ed essere quindi applicate contemporaneamente nello stesso Part-Program, una matrice statica abilitata con <TCT:ON; nome> ed una dinamica abilitata con <DTC:ON; nome>. La matrice statica agirà sugli assi definiti dall'istruzione <MTX:...>, mentre la matrice dinamica agirà sugli assi definiti dall'istruzione <DMX:...>. La terna degli assi prescelti per la trasformazione mediante matrice statica può essere diversa dalla terna prescelta per gli assi trasformati dalla matrice dinamica.
- Il [RESET], un cambio modo e il carattere “%” che cancellano le eventuali matrici statiche definite non hanno alcun effetto sulle matrici dinamiche che sono, per questo, definite "supermodali".

Una matrice dinamica può essere infatti eliminata solo tramite il seguente comando:

<MAT: OFF; nome>



<MAT: OFF; numero>

<MAT: OFF; <exp>

in cui

OFF	“carattere chiave” per l’eliminazione della matrice
nome	nome della matrice da eliminare
numero	numero d’ordine della matrice da eliminare. Il numero d’ordine è assegnato dal CNC al momento della definizione della matrice stessa e va da 0 a 4.
<exp>	Espressione comunque complessa che definisce il numero di ordine della matrice da eliminare.

Emettendo un comando <MAT:OFF,....> il CNC segnala allarme in uno dei seguenti casi:

- 1) La matrice da eliminare, definita come “nome” oppure “numero” oppure <exp> non esiste.
- 2) La matrice da eliminare è attiva.

Si osservi che il CNC, eliminando una matrice dalla sua memoria, sposta di un posto indietro le eventuali matrici definite dopo quella eliminata.

16.5.2 Spazio d’applicabilità di una Matrice Dinamica

Gli assi della M.U. soggetti alla trasformazione dinamica sono definiti dalla seguente istruzione:

<DMX: sigla 1° asse; sigla 2° asse; sigla 3° asse> oppure:

<DMX: <exp>; <exp>; <exp> oppure:

<DMX: numero; numero; numero>

dove:

1° asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti $a_{11}...a_{14}$ (Vedi per dettagli Paragrafo 16.1).
2° asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti $a_{21}...a_{24}$.
3° asse	rappresenta l'asse a cui vengono abbinati i coefficienti $a_{31}...a_{34}$.

Al posto della sigla assi può essere utilizzata una variabile R o un'espressione oppure il numero d’ordine dell'asse utilizzato in taratura (file **AXS.TAR**).



Note:

- L'istruzione <DMX:...> é modale e viene sostituita solo da una successiva programmazione della stessa istruzione.
- All'istruzione <DMX:...> debbono essere abbinati sempre 3 assi CNC appartenenti a 3 diverse direzioni.
- La matrice di trasformazione viene applicata solamente agli assi definiti nell'istruzione <DMX:...>.

16.5.3 Abilitazione alla Trasformazione

Per **abilitare una matrice**, preventivamente memorizzata con l'istruzione <MAT:...>, viene utilizzata l'istruzione:

<DTC:ON;nome matrice>

dove:

nome rappresenta il nome della matrice assegnato alla stessa con l'istruzione <MAT:...>.

Per disabilitare la trasformazione è sufficiente programmare:

<DTC:OFF>

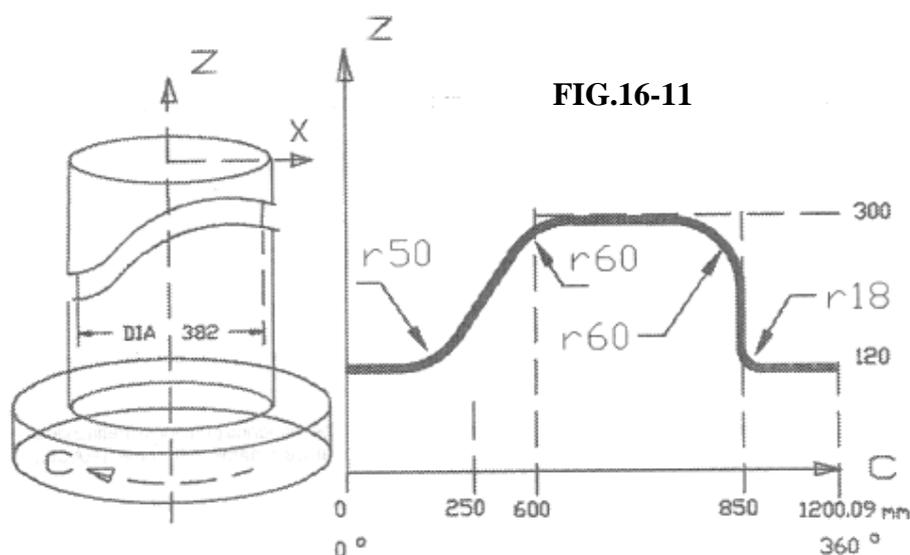
Note:

- Nel blocco <DTC:ON;nome> oppure <DTC:OFF> Non è permesso scrivere altre istruzioni
- Una volta abilitata una matrice, la trasformazione verrà effettuata fino a quando non viene incontrata l'istruzione <DTC:OFF>.
- L'istruzione di attivazione delle matrici dinamiche <DTC:ON;nome> é "modale" e viene disattivata oltre che dall'istruzione <DTC:OFF> anche dal tasto [RESET], dal carattere "%" oppure ":N".
- Eventuali cambi modo del CNC ([MAN], [JOG], [AUTO]) non disattivano l'istruzione <DTC:ON;nome>.

Nelle pagine che seguono vengono riportati esempi di applicazione delle matrici dinamiche nei casi di uso più generale. Tali matrici sono richiamabili come sottoprogrammi con la sintassi **L<nome>**.

16.6 Programmazione Cilindrica

La programmazione cilindrica permette la lavorazione di profili qualsiasi disposti sul manto di un cilindro muovendo contemporaneamente l'asse rotante "C" e l'asse "Z". È il tipico caso di camme cilindriche a canalino o camme a tamburo. Per programmare una camma cilindrica è necessario disporre del disegno della camma sviluppato in piano con l'ascissa che rappresenta l'asse circolare (espresso in millimetri) e l'ordinata l'asse lineare (vedi esempio di FIG.16-11).



Il profilo può essere programmato utilizzando la contornatura convenzionale o il linguaggio **GAP**, considerando ambedue le coordinate (C e Z del nostro esempio) **esprese in millimetri**.

Il sottoprogramma **L<TRACIL>** attuerà la trasformazione, utilizzando una specifica matrice dinamica.

Il formato di richiamo del sottoprogramma è il seguente:

N... L<TRACIL> <DIA=...>

dove:

<DIA=...> valore del **diametro di lavoro** del cilindro.

Detto ciò il programma di lavorazione della camma rappresentata in **FIG.16-11** diventa:

N10 T9 M6

N20 G92 S3000

N30 S150 M03 G96 F0.3 M42

N40 G1 Z400 X0



N50 X390
N60 Z0
N70 G0 X395 M5
N80 T1 M6
N90 L<TRACIL> <DIA=382>
N100 Z110 C0 M3 S1000
N110 X382 F150 G01
N120 G42 C0 Z120
N130 C250 Z120 RA50
N140 C600 Z300 RA60
N150 C850 RA60
N160 Z120 RA18
N170 C1200.09
N180 G0 G40 C1200.09 Z110
N190 X395
N200 <DTC:OFF>
N210 M02

Commenti:

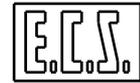
N0-N70 Viene montato l'utensile T9 (utensile di tornitura) e lavorato il cilindro con diametro finito = 390 mm.

N80 Viene montato l'utensile ruotante T1

N90 Chiamata alla routine <TRACIL> che esegue lo STOP mandrino principale, definizione del piano di contornatura ZC, attivazione della matrice dinamica di nome **TRACIL**, predisposizione dei comandi per utensile ruotante.

N100-N160 Programmazione del profilo: si noti che le quote programmate sono tutte in millimetri e gli archi di raccordo sono stati programmati con il **GAP**. Le quote dell'asse C saranno, istante per istante trasformate dalla matrice <TRACIL> in gradi.

N200 Disabilitazione della trasformazione dinamica :<DTC:OFF>



Note:



CAPITOLO 17

17. G37: Transmit

17.1 Generalità

La funzione **G37** o “**Transmit**” consente di lavorare un qualsiasi profilo su un piano polare individuato da un asse lineare ed uno rotativo, programmandolo su un piano cartesiano virtuale. L'asse lineare deve essere quello diametrale, l'asse rotativo il mandrino o un asse coincidente con esso (asse C).

La **G37** è dunque estremamente utile per eseguire fresature sulla superficie di sfacciatura di un pezzo precedentemente tornito o in generale su un generico pezzo piazzato sul mandrino inteso, in questo caso, come tavola per fresatura.

17.2 Programmazione

Un Part-Program che utilizza la **G37** fa dunque riferimento ad un piano di programmazione normale all'asse rotante che avrà come ascissa l'asse diametrale e come ordinata un'asse fittizio ruotato di 90 gradi nel verso antiorario, per chi guarda di fronte il mandrino. L'asse fittizio utilizzato come ordinata potrà comunque assumere un nome generico definito dal programmatore. Insieme ai due assi del piano di contornatura è possibile programmare anche un terzo asse che deve però avere direzione normale al piano “polare”.

L'istruzione che “configura” la funzione **Transmit** è caratterizzata dalla seguente sintassi:

< G37 : Asse1 ; Asse2 ; Asse3 ; Assev ; tacc >	dove:
Asse1	Sigla o numero d'ordine dell'asse radiale. Parametro obbligatorio.
Asse2	Sigla o numero d'ordine dell'asse rotante. Parametro obbligatorio.
Asse3	Sigla o numero d'ordine dell'eventuale asse normale al piano polare che si intende contemporaneamente programmare. Parametro non obbligatorio.
Assev	Sigla da adottare come ordinata del piano virtuale di programmazione. La sua programmazione non è obbligatoria. Se assente si utilizza, come ordinata del piano virtuale, “ Asse2 ”.



tacc Parametro che consente di ottimizzare il comportamento del sistema in particolare per quanto concerne movimenti prossimi all'origine polare.

Diminuendo il valore di questo parametro le prestazioni del sistema sono più brillanti ma possono insorgere “colpi agli assi” (in particolare avvicinandosi all'origine polare) al contrario aumentandolo il sistema diviene “più rilassato” riducendosi di fatto l'accelerazione sul profilo.

E' conveniente impostare valori compresi tra 0.01 e 3 . Come default (se non programmato) **Tacc** è posto uguale a 0.8.

Esempi di programmazione:

1) <G37: Asse1; Asse2> → <G37:X;C>

Durante la **Transmit** è in questo caso possibile solo programmare gli assi del piano di contornatura usando per le ordinate la sigla dell'asse rotativo.

2) <G37:Asse1; Asse2; ;AsseV> → <G37:X;C;Y>

Durante la **Transmit** è sempre possibile programmare solo gli assi del piano di contornatura usando però , per le ordinate, la sigla Y.

3) <G37:Asse1; Asse2; Asse3 ;;tacc> → <G37:X; C; Z;; 0.05>

Durante la **Transmit** è possibile programmare anche un terzo asse (Z) di direzione ortogonale al piano di contornatura. Il parametro **Tacc** è imposto uguale a 0.05 sec .

Considerazioni sulle caratteristiche degli assi coinvolti

Per un corretto funzionamento della **Transmit** gli assi coinvolti devono rispettare i seguenti orientamenti (campo **DRZ** del file **AXS.TAR**):

Asse Radiale	Asse Rotante
DRZ = 1 (*)	DRZ = 2 (*)
DRZ = 2	DRZ = 3
DRZ = 3	DRZ = 1

(*) Condizione tipica in caso di Apparato Tornio

L'asse Rotante deve essere inoltre definito in **AXS.TAR** “Lineare in Gradi “ (**TYP=IGR**) o “Tondo” (**TYP=INT**).

La **Transmit** attivata attraverso l'istruzione **G37**, è disattivata programmando **G36**.

Esempio di Programmazione:

N.. X100 C0 {ultimo movimento senza **G37** attiva}



N.. <G37:X;C;Y>	{macro che predispose la G37 ad agire sul piano virtuale X Y}
N.. G37	{attivazione funzione Transmit }
N.. G1 X50 Y30	{primo movimento: occorre sempre progr. ambedue gli assi}
N.. G1 Y80	{ulteriori movimenti nel piano cartesiano}
...	
N.. G36	{Disattivazione funzione Transmit }

Dopo che la **G37** è stata attivata è possibile programmare nel solito modo qualsiasi tipo di spostamento in contornatura (**G1,G2** o **G3**) con eventuale compensazione del raggio utensile ed utilizzo di sintassi **GAP / EXPERT / LIP**.

Quando la **G37** è attiva I due assi del piano virtuale associati sono riconoscibili dalla comparsa sullo schermo del CNC, accanto alle quote (sia in Formato Base che Completo), dell'icona: **TRN**

Qualora per le ordinate sia stata definito un asse virtuale diverso da quello rotante (parametro "Assev") tale asse verrà automaticamente visualizzato in entrambi i formati (Base e Completo) sin tanto che la funzione **Transmit** rimarrà attiva.

All'interno della **G37** è possibile effettuare ricerche e riposizionamenti. In fase di riposizionamento la selezione "**Salta Assi**" è comunque disabilitata d'ufficio.

Premendo [**RESET**] o programmando "%" la prestazione è disabilitata.

17.2.1 Piazzamento e Origine di un Pezzo di forma generica

Lavorando con **Transmit** attiva, dalla release **SW V4.00**, è possibile formare una o più origini in punti qualsiasi del pezzo piazzato sulla tavola. A tal fine attivando i Volantini la **Transmit**, allorché attiva, viene momentaneamente sospesa. L'operatore può così muovere singolarmente i 2 assi reali portandosi agevolmente sul punto in cui desidera formare l'origine. Allo sgancio di volantini la **Transmit** sarà invece automaticamente riattivata.

In altri termini con **G37** attiva è ora possibile gestire sino a 20 origini riferite ai due assi virtuali che vengono visti come 2 generici assi la cui origine assoluta (zero macchina) è posta idealmente al centro della tavola. Disattivando la **Transmit** (tramite l'istruzione **G36**), ritorneranno invece attive le origini applicate ai 2 assi reali associati alla **Transmit**.

Per gestire tutto ciò sono stati introdotti due nuovi file origini: **G37ORG.TAB** per il CNC e **VG37ORG.TAB** per l'ambiente videografico. Entrambi i file sono creati dal CNC con le quote associate ai 2 assi virtuali poste a 0 (origini al centro tavola).

In **G37** i tasti dell'ambiente "**Gestione Origini**" : "**Forma Origine**", "**Modifica Origine**", "**Visualizza Origine attiva**", "**Visualizza tutte le Origini**", lavorano, oltre che su gli assi non **Transmit** , sui due assi Virtuali della **Transmit**. Le origini dei due assi polari reali sono lasciate invariate o non visualizzate.

Invece i tasti "**Copia Origini**", "**Azzerà Origini**", "**Salva Origini**", "**Ripristina Origini**", e "**Cancella Origini**", lavorano sia sulle origini dei due assi Virtuali che su quelle dei due assi reali (oltre che sugli assi non **G37**).



Note:

Il file generato dal salvataggio origini, è ripristinabile, per quanto riguarda gli assi virtuali della **G37**, solo dal relativo tasto funzione (non si può caricare le origini salvate **G37** da programma , cioè con **L<xxx.ORI>**).

Le manovre “**Salva Origini**” e “**Ripristina Origini**” non sono consentite con **G37** attiva.

17.2.2 Limiti

Quando **G37** è attiva il centro della fresa non può trovarsi a lavorare entro un cerchio di 1 mm di raggio attorno all'origine polare.

Al momento dell'attivazione la quota radiale di X deve essere maggiore di 1.

Non è permesso l'uso di matrici dinamiche, mentre possono essere usate le matrici statiche.

L'origine attiva (**G54.N.**) al momento dell'inserimento della **Transmit** deve cadere sull'asse longitudinale e finché la funzione è attiva l'origine non può essere cambiata. Se si vuole lavorare con un sistema di riferimento diverso si deve usare **G58 / G59** o una matrice statica di rototraslazione .

Non è possibile programmare altri assi CNC contemporaneamente ad assi **Transmit** ad esclusione dell'asse ortogonale al piano virtuale (dichiarato con il parametro **Asse3**).

È obbligatorio, prima di attivare la **G37**, aver programmato le modalità **G64** e **G94** (Feed in mm/min.).

Dalla release **SW V4.0**, con **Transmit** attiva, è possibile programmare anche la modalità **G95** (Feed in mm/giro e Speed in rpm).

In presenza di più mandrini o meccaniche complesse può risultare opportuno per il costruttore “inglobare” tutte le operazioni necessarie all'attivazione / disattivazione della **Transmit** tramite le due Funzioni:

G636 - Ingresso in Transmit e

G637 - Uscita da Transmit .

Con **G67** attiva non è inoltre possibile:

- Programmare un'Elica;
- Cambiare piano di contornatura;
- Attivare la funzione **Block Retrace**;
- Attivare le modalità **G67** e **G62**.
- Attivare la “**Grafica Real Time**”.

La vuotatura / finitura di cave con profilo generico è operativa purché il profilo o l'area da svuotare non passi vicino o non inglobi l'origine polare.



17.2.3 Macro di Fresatura

Con **Transmit** attiva è possibile utilizzare il seguente set di macro di fresatura:

- * Fresalesatura interna (**G88**)
- * Fresatura per esterni (**G188**)
- * Svuotatura di tasche circolari (**G179,G189, G190**)
- * Svuotatura di tasche rettangolari (**G175,G185**)
- * Svuotatura di cave circolari o a “fagiolo” (**G186 e G187**)
- * Esecuzione di Cicli Fissi su Flangia (Macro “**FORFLA**”)
- * Esecuzione di Cicli Fissi su Righe o Matrici (Macro “**FORMAT**”)

17.2.3.1 Fresa-alesatura Interna (**G88**)

La funzione **G88...** permette di alesare un foro con una fresa, semplicemente posizionando l’utensile sull’asse del foro stesso.

Il foro verrà alesato garantendo il valore del sovrametallo eventualmente impostato tramite l’istruzione <**DRA:...**>.

Formato:

N...G88 <**RAP=..**> <**ENT=...**> <**RAL=..**> <**DIA=...**> <**ROT=..**> <**KFD=..**>

N... X... C...

dove:

G88 Rappresenta appunto il ciclo di fresalesatura interna.

X..C.. Rappresentano le coordinate del centro del foro da fresalesare.

Tali quote devono essere riferite agli assi del piano di contornatura prescelto. In particolare l’asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l’istruzione <**G37:...**>

RAP Assumono lo stesso significato ad essi attribuito nei cicli fissi standard **G81-G89** ovvero:

ENT e

RAL **RAP** = quota di accostamento al pezzo raggiunta dall’asse di profondità a velocità di rapido.

ENT = quota di fine lavorazione raggiunta a velocità di lavoro.

RAL = quota di estrazione dell’utensile a fine ciclo.

DIA Rappresenta il diametro del foro da fresalesare.

ROT Rappresenta il verso di percorrenza del movimento di contornatura.

In particolare:

ROT=2 ----> interpolazione circolare oraria

ROT=3 ----> interpolazione circolare antioraria

KFD

Rappresenta un coefficiente moltiplicativo della Feed impostata che permette di definire la Feed nel movimento di entrata. Ciò risulta estremamente utile quando la fresa deve “aggredire” il pezzo senza preforo.

Ad esempio se **KFD=1** significa che la velocità di avanzamento programmata viene mantenuta costante sia durante il movimento di penetrazione che durante la fresalesatura, se **KFD=0.5** che, durante la penetrazione, la velocità di avanzamento è dimezzata.

Note:

- Il ciclo **G88** si scatena dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dall'istruzione **G80** come tutti gli altri cicli fissi.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G88** avviene tramite l'istruzione <**CFF=CF nome asse**> come per tutti i cicli fissi.

Descrizione del ciclo G88

Si consideri la **FIG17-1**.

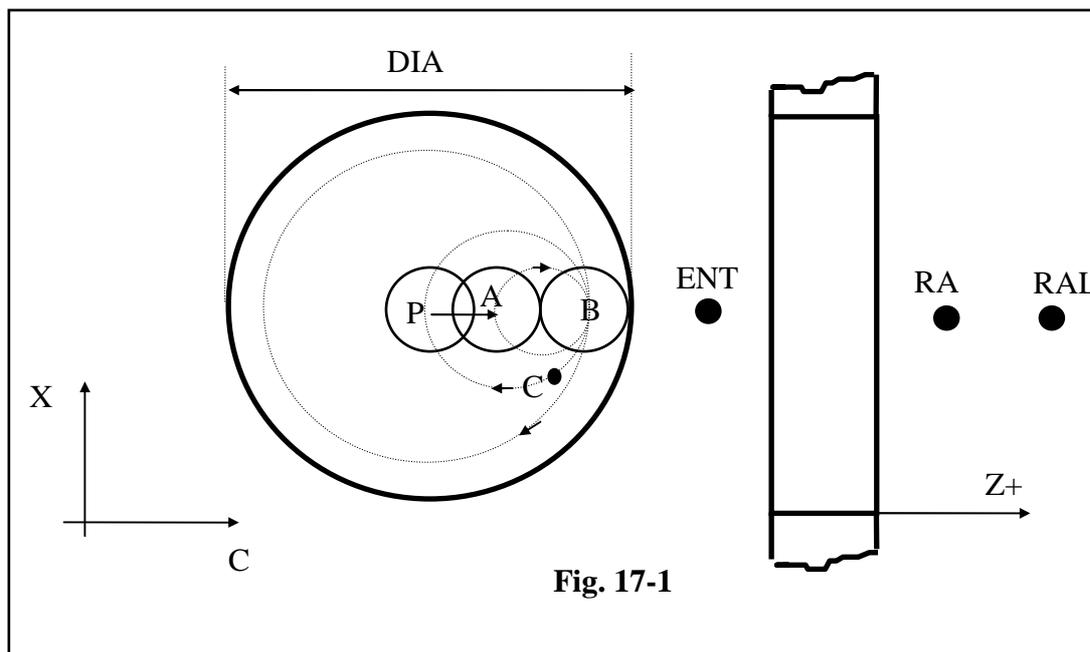


Fig. 17-1

Si tratta di alesare un foro sino al diametro **DIA**. Il punto **P** è il centro del foro ed ha coordinate **X** e **C**.

A tal fine è utilizzata una fresa di raggio **R**.

Perché la lavorazione sia possibile dovrà essere ovviamente rispettata la seguente relazione:

$$2 * R \leq (\text{DIA} - \text{eventuale sovrametallo impostato con l'istruzione } \langle \text{DRA:} \dots \rangle)$$



In caso ciò non fosse verificato il CNC provvederà a segnalare allarme.

Il ciclo della **G88** è costituito dalle seguenti fasi:

Fase 1

Posizionamento punto - punto rapido degli assi del piano di contornatura (nell'esempio X e C) sul punto **P** (centro del foro).

Fase 2

Discesa in rapido del mandrino (nel nostro caso l'asse Z), fino alla quota **RAP**.

Fase 3

Discesa in lavoro del mandrino fino alla quota di entrata **ENT** con Feed modificata dal coefficiente **KFD** ($F_{entrata} = F_{programmata} * KFD$).

Fase 4

Posizionamento semicircolare P-B in lavoro, in modo che il tagliente della fresa attacchi il diametro **DIA** del foro con un movimento tangenziale ed avviato. Non vengono così lasciati segni sulla superficie fresata.

Fase 5

L'asse della fresa compie in lavoro, un giro completo nel senso specificato da **ROT**, lavorando tutto il foro di diametro **DIA**.

Fase 6

Quando la fresa torna nel punto **B**, dopo aver fatto un giro completo, viene percorso in lavoro l'arco **B-C (30°)** di disimpegno.

Fase 7

Viene completato il disimpegno con l'arco C - P in rapido

Fase 8

Quando l'asse della fresa è tornato in **P**, il mandrino viene estratto in rapido fino alla quota **RAL** come avviene negli altri cicli fissi.

Importanti osservazioni tecnologiche

Se il programmatore è sicuro che per il foro da alesare vale:

$$(\text{DIA} / 2 - \text{eventuale sovrametallo DRA}) > \text{raggio fresa (R)}$$

ed inoltre: **sovrametallo da asportare < diametro fresa**

Allora è possibile minimizzare il tempo ciclo programmando il parametro **RAP** uguale ad **ENT**.

In questo caso il ciclo è infatti più veloce in quanto la precedente **Fase 3** vede la discesa dell'utensile alla quota **ENT** avvenire tutta in rapido.

Anche le altre fasi subiranno comunque modifiche migliorative divenendo:

Fase 4

Spostamento **P-A** radiale in rapido dell'asse della fresa, lungo la direzione positiva del primo asse dichiarato nel piano di contornatura finché l'asse raggiunge il punto **A**. In questo momento il tagliente



della fresa si trova ancora distante $2 * R$ dalla parete da fresare. Tale distanza é la minima consentita per realizzare un attacco tangenziale al profilo.

Fase 5

In lavoro l'asse della fresa compie un semicerchio **A-B** di raggio **R**, in modo che il tagliente della fresa attacchi il diametro **DIA** del foro (+ eventuale sovrametallo) con un movimento tangenziale ed avviato.

Fase 6

L'asse della fresa compie in lavoro, un giro completo nel senso **ROT**, lavorando tutto il foro.

Fase 7

Quando la fresa torna sul punto B, dopo aver fatto un giro completo, viene percorso in lavoro l'arco B-C (30°) di disimpegno.

Fase 8

Viene completato il disimpegno con l'arco **C-P** in rapido.

Fase 9

Quando l'asse della fresa è tornato sul punto P, il mandrino viene estratto in rapido fino alla quota **RAL**.

Note:

- Se il raggio della fresa si avvicina a **DIA /2**, l'avvicinamento radiale **P-A** diventa sempre più corto, fino a scomparire del tutto, a partire da quando si verifica l'eguaglianza $3 * R = DIA / 2$.

- Quando si usa la **G88** devono essere escluse le compensazioni del raggio della fresa (cioè non devono essere attivate le istruzioni **G41/G42/G47/G48**).

La Compensazione Raggio è infatti attivata automaticamente.

17.2.3.2 Fresa-Alesatura per Esterni (G188)

La funzione **G188** permette di fresare cilindri esterni, posizionando l'utensile in funzione di un angolo di attacco programmato.

Formato:

N...G188 <DIA=..> <ENT=..> <RAP=...> <RAL=...> <ANA=..> <SME=..>
<ROT=..> <KFD=..> <INI=..> <ASF=..> <ALT=..> |<DRA:..>|

N... X.. C..

dove:

G188 Rappresenta appunto il ciclo di fresatura esterna.

X.. C.. Rappresentano le coordinate del centro del cilindro da fresare esternamente. Tali quote devono essere riferite ad assi del piano di contornatura prescelto. In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <**G37:...**>



DIA	Rappresenta il diametro del cilindro da fresare
RAP, ENT e RAL	Assumono lo stesso significato ad essi attribuito nei cicli fissi standard (G81-G89).
ANA	Rappresenta l'angolo di attacco al cilindro. Esso è l'angolo misurato tra il "semiasse" positivo abbinato alla direzione di ordine inferiore ed il raggio del cerchio condotto dal centro del cilindro al punto di attacco della fresatura.
SME	Rappresenta il sovrametallo presente sul pezzo.
ROT	Rappresenta il verso di percorrenza del movimento di contornatura. In particolare: ROT=2 -----> interpolazione circolare oraria ROT=3 -----> interpolazione circolare antioraria
KFD	Rappresenta un coefficiente moltiplicativo della Feed impostata che permette di definire la Feed per ottenere la velocità di attacco.
INI	Permette la svuotatura con incrementi in profondità costanti fino al raggiungimento della profondità programmata con il parametro ENT . L'incremento avviene sempre dalla quota RAP verso la quota ENT . Per ottenere un'unica passata è sufficiente programmare INI=0 .
ASF	Rappresenta l'angolo di sformatura (sempre positivo). Programmabile per valori compresi tra 0 e 80°, con ASF=0 non viene eseguita alcuna conicità di sformatura.
ALT	Rappresenta l'altezza del cilindro su cui si vuole la conicità di sformatura. Se si è impostato ASF=0 non è necessario programmare il parametro ALT .
DRA	Rappresenta il sovrametallo che si desidera lasciare sul pezzo dopo la lavorazione

Note:

- Il ciclo **G188** si scatena dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dalla istruzione **G150**.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G188** avviene tramite l'istruzione <**CFF=CF nome Asse**> come per tutti i cicli fissi della serie **G80**.

Descrizione del ciclo G188

Si consideri la **Fig. 17-2**.

Si tratta di fresare esternamente il cilindro fino al diametro **DIA** utilizzando una fresa raggio **R**.

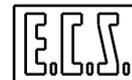
Il ciclo **G188** è costituito dalle seguenti fasi:

Fase 1

Posizionamento punto a punto in rapido degli assi del piano di contornatura sul punto C che è il centro del cilindro da fresare.

Fase 2

Discesa rapida del mandrino (nel nostro caso asse Z) fino alla quota **RAP**.



Fase 3

Posizionamento punto a punto in rapido dell'asse fresa sul punto - Pin - le cui coordinate sono sviluppate dalla macro in funzione delle coordinate del centro del cerchio, dei parametri **DIA**, **ANA** e **SME**, di una costante fissa di 2 mm e del raggio utensile.

Fase 4

Discesa in lavoro del mandrino fino alla quota di entrata **ENT** con Feed eventualmente modificata dal coefficiente **KFD** (Feed attacco = Feed programmata*KFD)

Fase 5

Posizionamento semicircolare **Pin - A** in lavoro in modo che il tagliante della fresa attacchi il diametro **DIA** del cerchio con movimento tangenziale ed avviato. Non vengono così lasciati segni sulla superficie fresata.

Fase 6

L'asse della fresa compie in lavoro, un giro completo nel senso specificato dal parametro **ROT**, lavorando tutto il cerchio di diametro **DIA**.

Si ricorda che **ROT=2** significa senso di percorrenza orario mentre **ROT=3** antiorario.

Fase 7

Quando la fresa torna sul punto A, dopo aver fatto un giro completo, viene percorso in lavoro l'arco A-B (30 °) di disimpegno tangenziale.

Fase 8

Viene completato il disimpegno percorrendo in rapido l'arco B - Pin

Fase 9

Quando l'asse fresa è tornato in Pin, il mandrino viene estratto in rapido fino alla quota **RAL** come avviene nei cicli fissi della serie **G8x**.

Nota:

- Analogamente a quanto avviene nella **G88**, anche usando la **G188** deve essere esclusa la compensazione del raggio della fresa (**G41**, **G42**, **G47** e **G48**). La compensazione raggio è infatti inserita automaticamente.

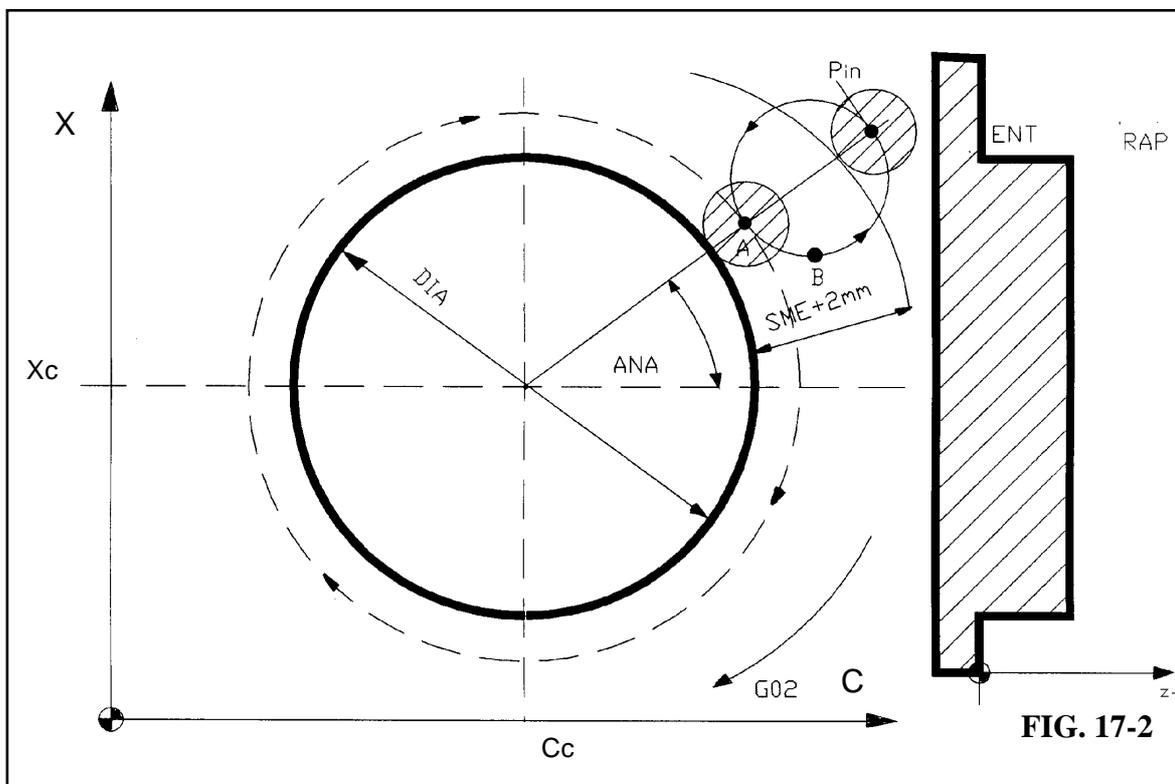


FIG. 17-2

17.2.3.3 Svuotatura di Tasche Circolari (G189)

La funzione **G189** permette di svuotare (sgrossare) una tasca circolare, posizionando l'utensile sull'asse del suo centro.

Nota Importante

Il tipo di approccio tecnologico adottato nella macro richiede o che si utilizzi una fresa a tagliente centrale o che si esegua un preforo nel punto di attacco.

Formato:

N...G189 <DIA=..> <RAP=..> <ENT=...> <RAL=...> <RIC=...> <R0T=...>
<KFD=...> <ASF=...> <INI=...> <ALT=...> [<DRA:..>]

N... X.. C..

dove:

- | | |
|----------------|---|
| G189 | Rappresenta appunto il ciclo per la fresatura di una tasca circolare. |
| X.. C.. | Rappresentano le coordinate del centro della tasca da svuotare, devono giacere sul piano di contornatura prescelto. In particolare l'asse delle |



	ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <G37:...>
DIA	Rappresenta il Diametro della tasca circolare da svuotare.
RAP	
ENT e	Assumono lo stesso significato ad essi attribuito nei cicli fissi standard (G81-G89).
RAL	
RIC	Specifica il ricoprimento minimo dell'utensile tra due passate contigue.
ROT	Questo parametro rappresenta il verso di percorrenza dell'utensile in lavoro. In particolare: ROT=2 ----> significa rotazione oraria ROT=3 ----> significa rotazione antioraria
KFD	Tale parametro rappresenta un coefficiente moltiplicativo della Feed impostata che permette di definire la Feed durante la fase di entrata .
INI	Tale parametro permette la svuotatura con incrementi in profondità costanti fino al raggiungimento della profondità programmata con il parametro ENT . L'incremento avviene sempre dalla quota RAP verso la quota ENT . Per ottenere un ciclo unico (unica profondità) è sufficiente programmare INI=0 .
ASF	Angolo di sformatura (sempre positivo). Programmabile per valori compresi tra 0 e 80°, con ASF=0 non viene eseguita alcuna conicità di sformatura.
ALT	Altezza della tasca su cui si vuole la conicità di sformatura. Con ASF=0 non è necessario programmare il parametro ALT .
DRA	Questo parametro definisce l'eventuale sovrametallo da lasciare sul profilo.

Note:

- Il ciclo **G189** viene scatenato dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dalla istruzione **G150**.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G189** avviene tramite l'istruzione <**CFF=CF nome asse**>, come nei cicli fissi.

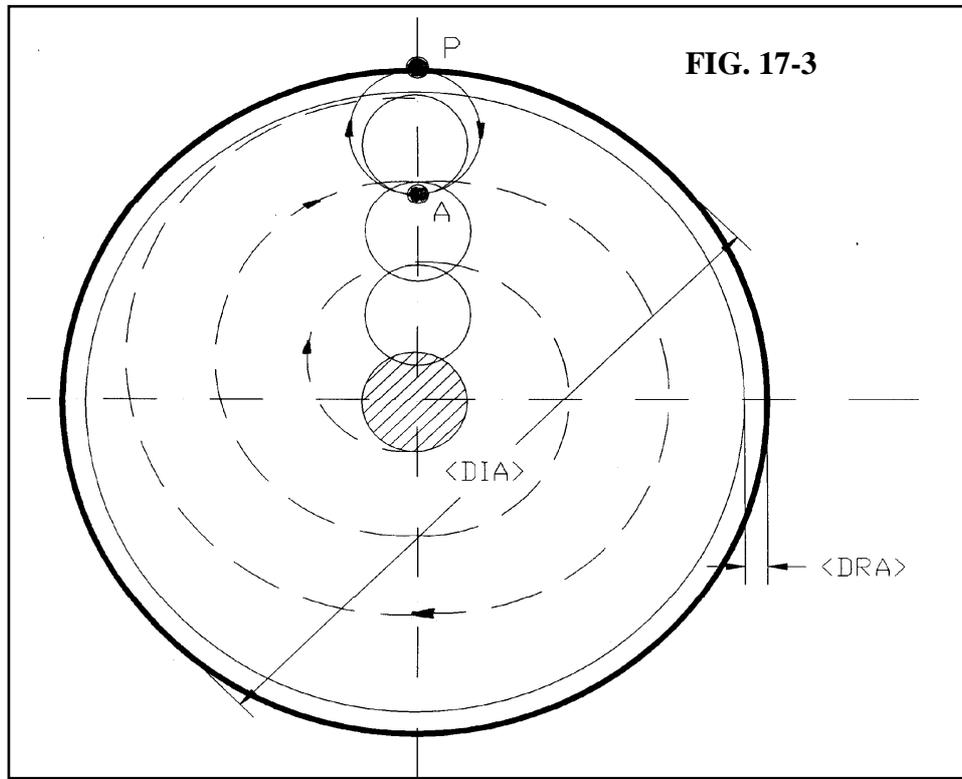
Descrizione del ciclo G189

Si consideri la **FIG.17-3**.

Si tratta di svuotare una tasca circolare di diametro **DIA**..

Il punto **C** è il centro del foro che ha coordinate **X..** e **C...**

A tal fine viene utilizzata una fresa di raggio **R** (**2*R<<DIA**).



Il ciclo della **G189** è riassumibile nelle seguenti fasi:

Fase 1

Posizionamento in rapido degli assi X ed C sul punto C.

Fase 2

Discesa in rapido del mandrino (nell'esempio asse Z), fino alla quota **RAP**.

Fase 3

Discesa in lavoro ($F_{\text{effettiva}} = F_{\text{programmata}} * KFD$) del mandrino fino alla quota di entrata **RAL**

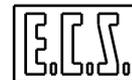
Fase 4

Avvio fresatura con movimento dell'utensile nel senso specificato da **ROT** lungo percorso a spirale generato dalla macro in funzione del ricoprimento **RIC** e del numero di passate calcolato, sino alla svuotatura di un diametro foro pari a: $DIA - (2 * DRA)$.

Se non è stato programmato **DRA** ovvero posto **DRA=0** (semplice sgrossatura di alleggerimento) avremo:

Fase 5

Posizionamento semicircolare in lavoro, in modo che il tagliente della fresa si distacchi di 2mm dal diametro **DIA**



Fase 6

Ritorno in rapido del mandrino sino a quota **RAP** ed eventuale ulteriore spostamento a quota **RAL**.

Se invece il **DRA** programmato è diverso da 0 avremo:

Fase 5

Posizionamento semicircolare A-P in lavoro, in modo che il tagliente della fresa attacchi il diametro **DIA** con movimento tangenziale avviato.

Fase 6

L'asse fresa compie in lavoro un giro completo nel senso **ROT**, lavorando tutto il diametro **DIA** asportando il sovrametallo **DRA**.

Fase 7

Distacco tangenziale in lavoro lungo semicerchio P-A con ritorno dell'asse fresa sul punto "A".

Fase 8

Ritorno in rapido del mandrino sino a quota **RAP** con eventuale ulteriore spostamento a quota **RAL**.

Importanti osservazioni tecnologiche

- Il movimento di asportazione (spirale) verrà sviluppato sempre lungo l'asse definito per secondo nel piano di contornatura.

- Programmando la **G189** deve essere esclusa la compensazione del raggio fresa (**G41, G42, G47 e G48**). La compensazione raggio è infatti, all'interno della macro, automatica.

17.2.3.4 Svuotatura di Tasche Circolari (G179)

La funzione **G179** permette di svuotare (sgrossare) una tasca circolare, eseguendo passate concentriche, a partire dall'esterno della cava, con movimento dell'asse di profondità progressivo secondo un angolo programmato.

Ne consegue che, qualora la lavorazione venga eseguita con utensili sprovvisti di tagliente centrale, non è necessario, come per la macro G189, l'esecuzione di un preforo al centro, in quanto, come già citato, avvenendo l'incremento di profondità in modo graduale, la fresa, anche se in dotata di soli taglienti laterali, sarà comunque in grado di asportare con efficacia il materiale.

Formato:

N...G179 <DIA=...> <RAP=..> <ENT=...> <RAL=...> <RIC=...> <ROT=..>
<KFD=...> <ASF=...> <INI=...> <ALT=...> <ANL=....> [<DRA:...>]

N... X.. C..

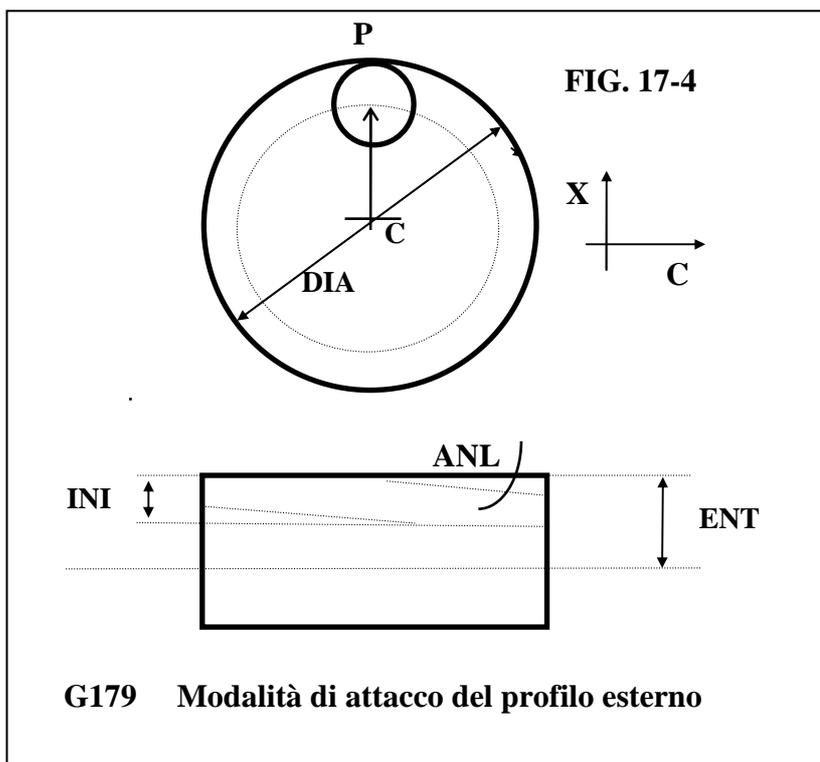
dove, a meno di <ANL>, tutti i restanti parametri assumono il medesimo significato già descritto per la macro **G189**.

ANL Definisce l'angolo positivo (in gradi) di incremento in profondità della fresa a partire dalla posizione di attacco **P** (vedi **FIG. 17-4**)

Note:

- Il ciclo **G179** viene scatenato dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dalla istruzione **G150**.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G179** avviene tramite l'istruzione <**CFF=CF nome asse**> come nei cicli fissi.



Descrizione del Ciclo G179

Per semplicità si ipotizzi una lavorazione caratterizzata da **ANA=0** (tasca orientata con lati paralleli agli assi del piano di contornatura) ed **ASF=0** (tasca senza alcuna conicità di sformatura).

Per una miglior comprensione fare riferimento alla soprastante **Fig. 17-4**.



Fase 1

Posizionamento in rapido degli assi X ed C sul punto **C**.

Fase 2

Discesa in rapido del mandrino sino alla quota **RAP**.

Fase 3

Posizionamento in rapido sul punto **P** sul contorno della cava (eventualmente tenendo conto del sovrametallo programmato **DRA**).

Fase 4

Movimento di sgrossatura in lavoro (**F effettiva = F programmata * KFD**) con incremento progressivo dell'asse di profondità sino al raggiungimento dell'incremento programmato **INI**. Una volta raggiunta la profondità assegnata, la profondità viene mantenuta costante sino al completamento della passata al centro della cava **C**, e la feed diviene quella impostata.

Il movimento dell'utensile avviene nel senso specificato col parametro **ROT** lungo un percorso a spirale generato dalla macro in funzione del ricoprimento impostato **RIC**.

Fase 5

Movimento in lavoro fino a posizionarsi sul contorno della cava e ripetizione di quanto descritto in

Fase 4

Fase 6

Le operazioni descritte nelle **FASI 4 e 5** vengono ripetute sino al raggiungimento della quota **ENT**.

Fase 7

Ritorno in rapido del mandrino sino alla quota **RAL**.

Note ed Osservazioni Tecnologiche

- Qualora l'angolo di incremento **ANL** sia stato programmato troppo piccolo e pertanto non venga raggiunto l'incremento programmato **INI** scatterà uno specifico allarme (**25030**) ed occorrerà procedere nel modo seguente:
 - Incrementare **ANL** oppure
 - Diminuire **INI** oppure
 - Aumentare la sovrapposizione delle passate **RIC** in modo da allungare la traiettoria e diluire l'incremento di profondità su un tratto più lungo.
- Nel caso di tasca non passante, rimarrà sul fondo un sovrametallo dovuto al particolare meccanismo di penetrazione dell'utensile. In questo caso per ottenere la completa finitura del fondo si potrà procedere all'esecuzione di un ciclo di sgrossatura **G189** oppure di un ciclo di finitura **G190**.



- Qualora si assegni **<ANL=0>** si avrà incremento in profondità secondo l'asse dichiarato con l'istruzione **<CFE=CF..>** in modo analogo a quanto avviene per la **G189**. L'esecuzione della sgrossatura avverrà comunque sempre dal contorno esterno verso l'interno senza esecuzione di attacchi tangenziali.
- Programmato la **G179** deve essere preventivamente esclusa la compensazione del raggio fresa (**G41, G42, G47 e G48**). La compensazione è infatti automatica, è pertanto sufficiente aver definito l'utensile in tabella.

17.2.3.5 Finitura di Tasche Circolari (G190)

Nei precedenti capitoli sono stati descritte le macro **G179** e **G189** utilizzate per la **sgrossatura di cave circolari** mediate terrazzamenti e con possibilità di programmare la conicità di sformatura.

In particolare in caso venga programmata una sformatura e si utilizzi una fresa cilindrica tali macro non garantiscono però un buon livello di finitura né tantomeno una predefinita altezza di cresta.

La macro descritta in questo capitolo, identificata come **G190**, provvede alla finitura di una tasca circolare consentendo l'uso di utensili sia **torici** che **sferici** e garantendo, in caso sia stata programmato un angolo di sformatura, un'altezza di cresta, tra due passate contigue, pari ad un valore programmato.

Formato:

N... **G190** **<DIA=.. > <RAP=...> <ENT=...> <RAL=...> <KFD=...> <RGS=... > <ROT=...>**
<ASF=...> <ALT=...> <RUT=... > <SME=...> [<DRA:...>]

N..X.. C..

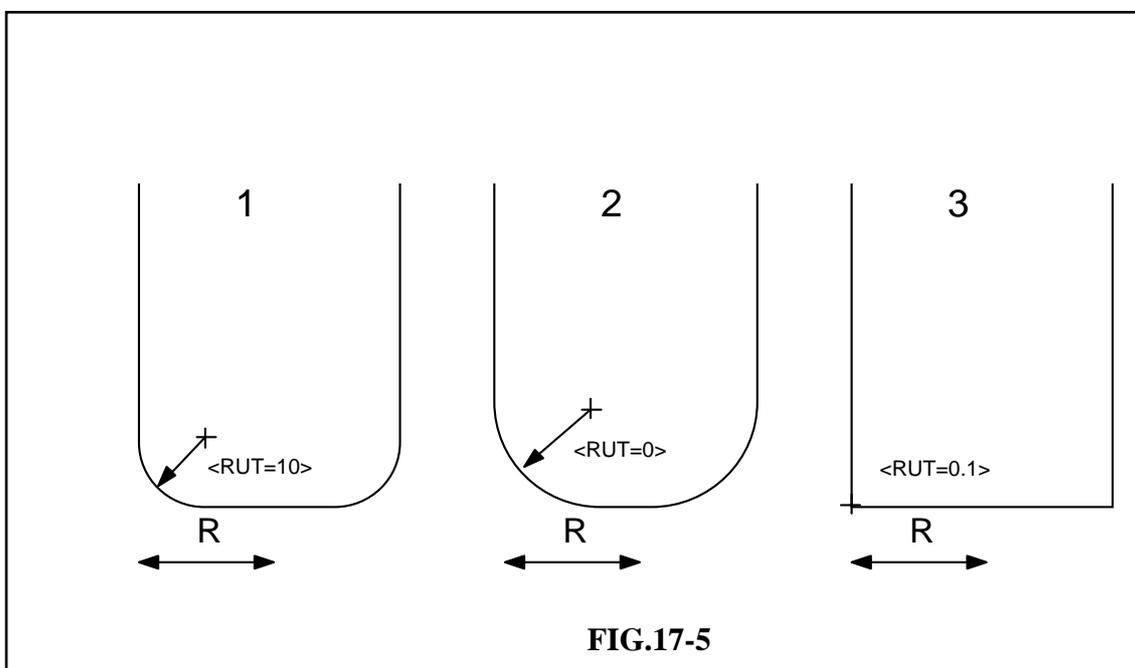
Descrizione Parametri:

- G190** Identifica appunto la macro che provvede alla finitura di una tasca circolare.
- X... C...** Rappresentano le coordinate del centro della tasca da cui partirà il movimento di attacco al profilo da rifinire. Le coordinate devono essere riferite al piano di prescelto. In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione **<G37:...>**
- RGS** Rappresenta l'altezza massima della cresta che si vuole rimanga tra due passate contigue espressa in **micron**.
Se si è programmato **ASF=0**, cioè assenza di conicità di sformatura, **RGS** diventa l'incremento di passata in profondità (quindi simile al parametro **INI** delle **G179-G189**) in questo caso deve essere espresso in **mm**.
- RUT** Assume significati diversi a seconda della forma dell'utensile utilizzato (vedi **Fig. 17-5**).
In caso di utensili Sferici è il raggio. Per un utensile Torico è il raggio del tagliente. In un utensile cilindrico deve essere invece posto leggermente superiore a 0 (tipicamente 0,1 mm).
- SME** Rappresenta il sovrametallo presente sul pezzo

Tutti i restanti parametri della macro mantengono lo stesso significato già descritto per le **G179** / **G189**.

Note:

- La macro **G190** viene annullata dalla macro **G150**.
- Programmando una **G190** la compensazione raggio utensile (**G41,G42,G47** e **G48**) deve essere disattiva. All'interno del ciclo la compensazione raggio è infatti automatica. È pertanto sufficiente che sia stato definito in tabella il raggio dell'utensile utilizzato.
- La lavorazione prevede, per ogni passata, un attacco di tipo radiale con scostamento, sempre radiale di 2 mm prima di un ulteriore "affondamento" dell'utensile nel pezzo.
- L'utilizzo di un utensile di tipo cilindrico è da sconsigliare con la macro **G190**



17.2.3.6 Svuotatura di Tasche Rettangolari (G185)

La funzione **G185** permette di svuotare (sgrossare) una tasca rettangolare comunque orientata sul piano di contornatura.

Nota Importante

Il tipo di approccio adottato nella macro richiede o che si utilizzi una fresa a tagliente centrale o che si esegua un preforo nel punto di attacco.



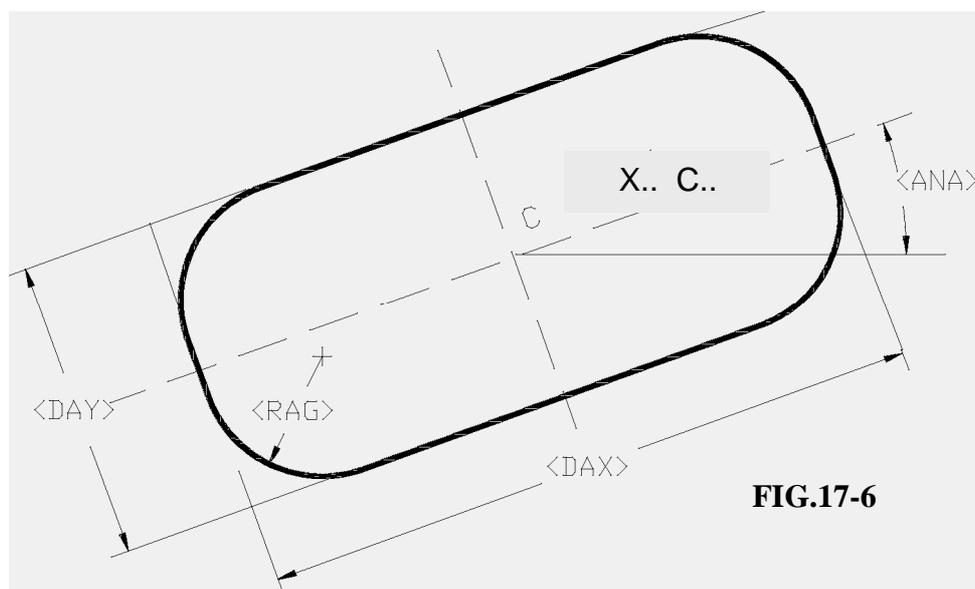
Formato:

N...G185 <DAX =..> <DAY=...> <RAP=..> <ENT=...> <RAL=...> <RIC=...>
<KFD=...> <ROT=..> <RAG=.. > <ANA=...> <INI=...> <ASF=...>
<ALT=...> [<DRA:...>]

N... X.. C.. dove:

G185	Rappresenta appunto il ciclo per la fresatura di una tasca rettangolare.
X.. C..	Rappresentano le coordinate assolute del centro della cava da svuotare, devono giacere sul piano di contornatura prescelto. In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <G37:...>
DAX	Rappresenta la dimensione del lato della tasca secondo il primo asse del piano di contornatura. Se la cava é orientata dell'angolo ANA , la dimensione DAX é riferita all'asse su cui giacerebbe prima della rotazione.
DAY	Rappresenta la dimensione del lato della tasca secondo il secondo asse del piano di contornatura. Valgono le stesse considerazione espresse per il parametro DAX .
RIC	Rappresenta il valore di ricoprimento minimo tra due passate contigue.
RAP, ENT e RAL	Assumono lo stesso significato ad essi attribuito nei cicli fissi standard (G81-G89).
KFD	Tale parametro rappresenta un coefficiente moltiplicativo della Feed impostata che permette di definire la Feed durante la fase di discesa in profondità .
ROT	Questo parametro rappresenta il verso di percorrenza dell'utensile in lavoro nella cava. In particolare: ROT=2 -----> significa rotazione oraria ROT=3 -----> significa rotazione antioraria
RAG	Rappresenta il raggio di raccordo sugli spigoli della cava. Se programmato uguale a 0 oppure di valore inferiore al raggio utensile, gli spigoli verranno raccordati con il raggio utensile.
ANA	Rappresenta l'angolo formato tra il primo asse del piano di contornatura ed il lato di DAX della tasca. Se misurato in verso antiorario é positivo, é negativo in verso orario. Con ANA=0 si otterrà una tasca con gli assi paralleli agli assi del piano di contornatura.
INI	Tale parametro permette la svuotatura con incrementi in profondità costanti fino al raggiungimento della profondità programmata con il parametro ENT . L'incremento avviene sempre dalla quota RAP verso la quota ENT . Per ottenere un ciclo unico (unica profondità) è sufficiente programmare INI=0 .

ASF	Rappresenta l'angolo di sformatura (sempre positivo). Programmabile per valori compresi tra 0 e 80°, con ASF=0 non viene eseguita alcuna conicità di sformatura.
ALT	Definisce l'altezza della tasca su cui si vuole la conicità di sformatura. Con ASF=0 non è necessario programmare il parametro ALT .
DRA	Questo parametro definisce l'eventuale sovrametallo da lasciare sul profilo.



Note:

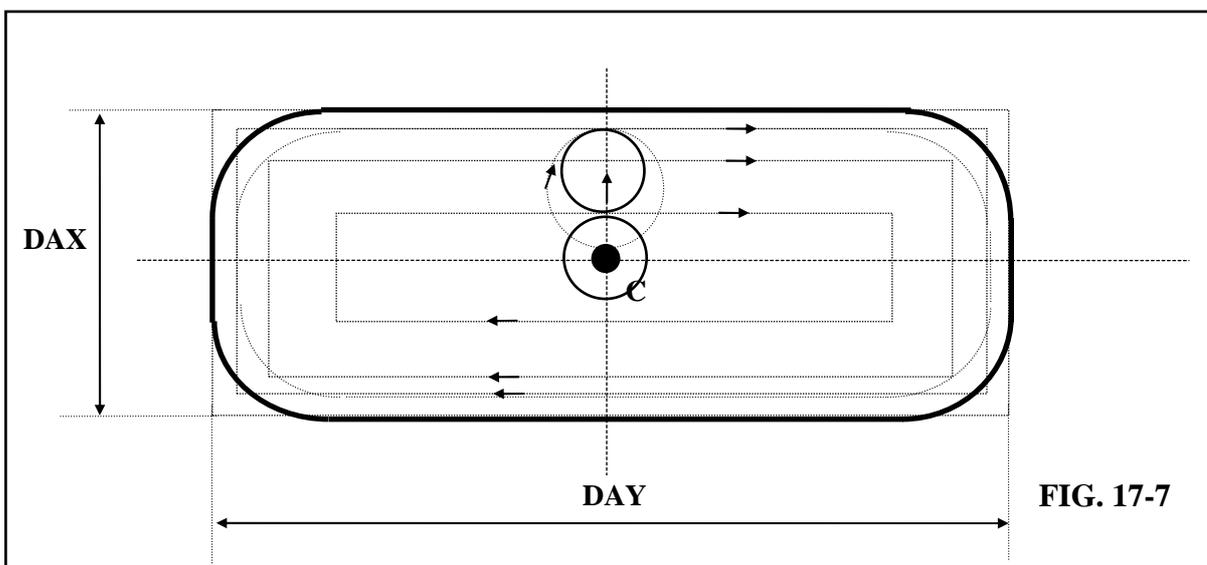
- Il ciclo **G185** viene scatenato dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dalla istruzione **G150**.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G185** avviene tramite l'istruzione **<CFF=CF nome asse>** come nei cicli fissi.

Descrizione del Ciclo G185

Per semplicità si ipotizzi una lavorazione caratterizzata da **ANA=0** (tasca orientata con lati paralleli agli assi del piano di contornatura) ed **ASF=0** (tasca senza alcuna conicità di sformatura).

Per una miglior comprensione fare riferimento alla **FIG. 17-7**.



Fase 1

Posizionamento in rapido degli assi X ed C sul punto C

Fase 2

Discesa in rapido del mandrino sino alla quota **RAP**.

Fase 3

Discesa in lavoro (**F effettiva = F programmata * KFD**) sino alla quota **ENT**.

Fase 4

Avvio fresatura con movimento dell'utensile nel senso specificato col parametro **ROT** lungo un percorso rettangolare generato dalla macro in funzione del ricoprimento impostato (**RIC**).

La fresatura prosegue per rettangoli concentrici sino a che la traiettoria rettangolare non porterebbe l'utensile a sfondare il profilo programmato o il sovrametallo **DRA** impostato.

Da questo punto in poi l'utensile percorre il profilo della tasca eseguendo il numero di passate necessarie per asportare tutto il materiale rispettando sempre il ricoprimento impostato con il parametro **RIC**.

Se la macro è stata richiamata ponendo **DRA # 0** il sovrametallo dichiarato verrà lasciato a fine lavorazione.

L'attacco dell'ultima passata è sempre di tipo tangenziale e avviene sul punto mediano del lato più lungo della tasca.

Fase 5

Distacco della fresa dal profilo di 2 mm..

Fase 6

Ritorno in rapido del mandrino sino a quota **RAP** od eventualmente **RAL**.

Osservazioni Tecnologiche

- La macro **G185** opera la svuotatura di una cava per cui ipotizza l'utilizzo di un utensile cilindrico.
- Programmando la **G185** deve essere preventivamente esclusa la compensazione del raggio fresa (**G41, G42, G47 e G48**). La compensazione é infatti automatica, é pertanto sufficiente aver definito l'utensile in tabella.

17.2.3.7 Svuotatura di Tasche Asolate (G185)

Una tasca asolata (Vedi **FIG. 17-8**) è di fatto una tasca rettangolare con raccordi sui lati minori di raggio pari alla metà del lato . Di conseguenza per il loro svuotamento è possibile utilizzare sempre la macro **G185**.

È sufficiente infatti impostare $RAG = 0.5 * (DAX \text{ o } DAY)$

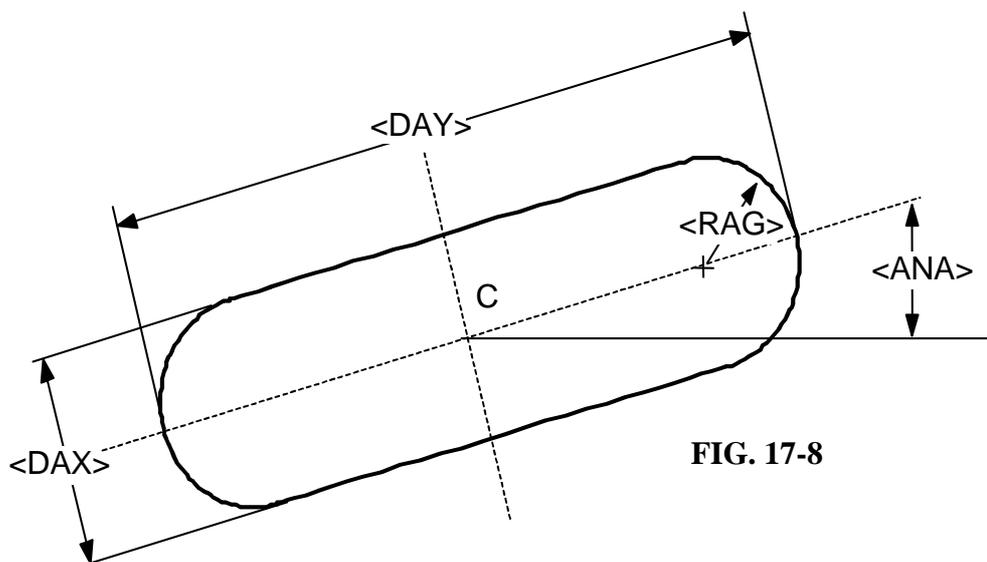


FIG. 17-8

17.2.3.8 Svuotatura di Tasche Rettangolari (G175)

La funzione **G175** permette di svuotare (sgrossare) una tasca rettangolare comunque orientata sul piano di contornatura, eseguendo passate concentriche, a partire dall'esterno della cava, con movimento dell'asse di profondità progressivo secondo un angolo programmato.

Ne consegue che, qualora la lavorazione venga eseguita con utensili sprovvisti di tagliente centrale, non è necessario, come per la macro G185, l'esecuzione di un preforo al centro, in quanto, come già citato, avvenendo l'incremento di profondità in modo graduale la fresa, anche se in dotata di soli taglienti laterali, sarà in grado comunque di asportare con efficacia il materiale.

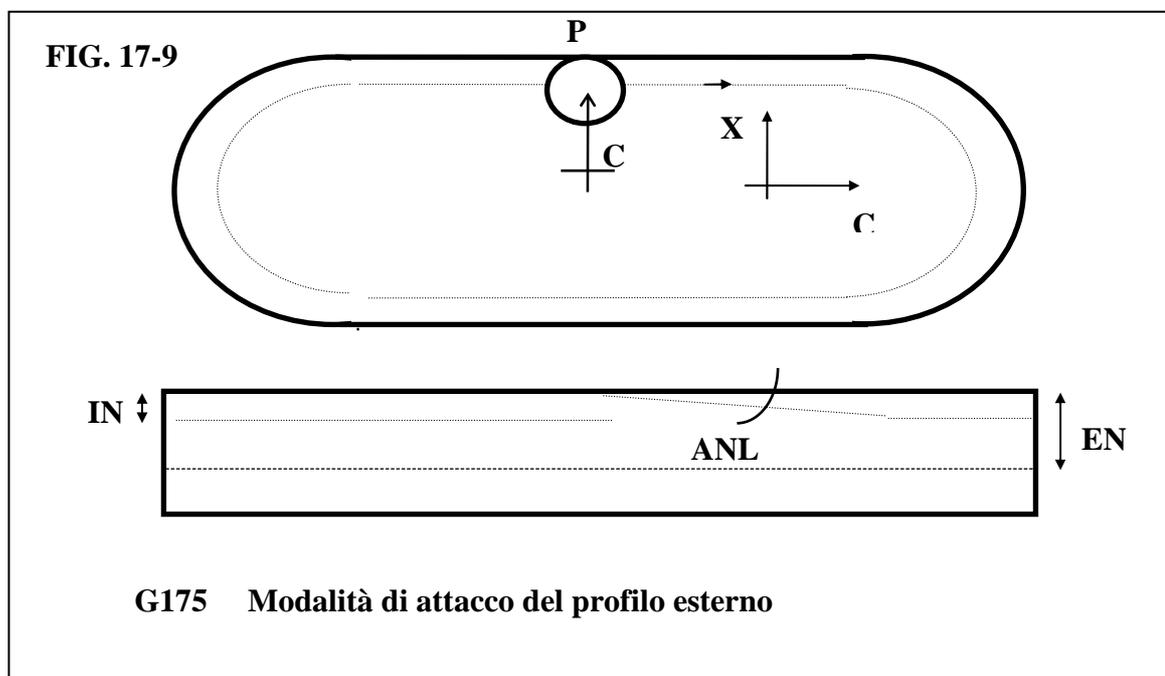
Formato:

N...G175 <DAX =..> <DAY=...> <RAP=..> <ENT=...> <RAL=...> <RIC=...>
<KFD=...> <ROT=..> <RAG=.. > <ANA=...> < INI=...> <ASF=...>
<ALT=...> <ANL=....> [<DRA:...>]

N... X.. C..

dove, a meno di <ANL>, tutti i restanti parametri assumono il medesimo significato già descritto per la macro **G185**.

ANL Definisce l'angolo positivo (in gradi) di incremento in profondità della fresa a partire dalla posizione di attacco **P** (vedi **FIG. 17-9**)





Note:

- Il ciclo **G175** viene scatenato dopo il posizionamento degli assi appartenenti al piano di contornatura e viene annullato dalla istruzione **G150**.

- L'assegnazione dell'asse su cui agirà il ciclo **G175** avviene tramite l'istruzione **<CFF=CF nome asse>** come nei cicli fissi.

Descrizione del Ciclo G175

Per semplicità si ipotizzi una lavorazione caratterizzata da **ANA=0** (tasca orientata con lati paralleli agli assi del piano di contornatura) ed **ASF=0** (tasca senza alcuna conicità di sformatura).

Per una miglior comprensione fare riferimento alla soprastante **FIG. 17-9**.

Fase 1

Posizionamento in rapido degli assi X ed C sul punto C

Fase 2

Discesa in rapido del mandrino sino alla quota **RAP**.

Fase 3

Posizionamento in rapido sul punto **P** sul contorno della cava (eventualmente tenendo conto del sovrametallo programmato **DRA**).

Fase 4

Movimento di sgrossatura in lavoro (**F effettiva = F programmata * KFD**) con incremento progressivo dell'asse di profondità sino al raggiungimento dell'incremento programmato **INI**. Una volta raggiunta la profondità assegnata, la profondità viene mantenuta costante sino al completamento della passata al centro della cava **C**, e la feed diviene quella impostata.

Il movimento dell'utensile avviene nel senso specificato col parametro **ROT** lungo un percorso rettangolare generato dalla macro in funzione del ricoprimento impostato **RIC**.

Fase 5

Movimento in lavoro fino a posizionarsi sul contorno della cava e ripetizione di quanto descritto in

Fase 4

Fase 6

Le operazioni descritte nelle **Fasi 4 e 5** vengono ripetute sino al raggiungimento della quota **ENT**.

Fase 7

Ritorno in rapido del mandrino sino alla quota **RAL**.

Note ed Osservazioni Tecnologiche

- Qualora l'angolo di incremento **ANL** sia stato programmato troppo piccolo e pertanto non venga raggiunto l'incremento programmato **INI** scatterà uno specifico allarme (**25030**) ed occorrerà procedere nel modo seguente:



Incrementare **ANL** oppure

Diminuire **INI** oppure

Aumentare la sovrapposizione delle passate **RIC** in modo da allungare la traiettoria e diluire l'incremento di profondità su un tratto più lungo.

- Nel caso di tasche non passanti, rimarrà sul fondo un sovrametallo dovuto al particolare meccanismo di penetrazione dell'utensile. In questo caso per ottenere la completa finitura del fondo si potrà procedere all'esecuzione di un ciclo di sgrossatura **G185**.
- Qualora si assegni **<ANL=0>** si avrà incremento in profondità secondo l'asse dichiarato con l'istruzione **<CFF=CF..>** in modo analogo a quanto avviene per la **G185**. L'esecuzione della sgrossatura avverrà comunque sempre dal contorno esterno verso l'interno senza esecuzione di attacchi tangenziali.
- Programmando la **G175** deve essere preventivamente esclusa la compensazione del raggio fresa (**G41, G42, G47 e G48**). La compensazione é infatti automatica; é pertanto sufficiente aver definito l'utensile in tabella.

17.2.3.9 Svuotatura di Cave Circolari (G187)

La macro **G187** viene utilizzata per asportare materiale all'interno di una pocket circolare (a "fagiolo") del tipo di quella illustrata in **FIG. 17-10**

Formato:

N... **G187** **<RAP=...>** **<ENT=...>** **<RAL=...>** **<KFD=...>** **<ANA=...>** **<DIA=...>**
<ROT=...> **<RIC=...>** **<INI=...>** **<ASF=...>** **<ALT=...>** [**<DRA:...>**]

N..X.. C.. I.. J... (o K...)

Descrizione Parametri:

G187	Identifica appunto la macro che provvede alla svuotatura di una cava circolare.
X... C...	Rappresentano le coordinate del centro del raccordo da cui si vuole attaccare la cava. Le coordinate devono essere riferite al piano di contornatura programmato. In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <G37:...>
RAP	
ENT e RAL	Assumono lo stesso significato attribuitogli nei cicli fissi (G81-G89) ed agiscono sull'asse definito tramite l'istruzione <CFF=CF..> .
KFD	Coefficiente modificatore della Feed programmata durante la fase di discesa in profondità.
I.. J..	Coordinate assolute del centro degli archi concentrici che definiscono la cava circolare Devono essere programmate mediante istruzioni I... J...



Devono essere programmate insieme al movimento assi nello stesso blocco della **G187** o nell'istruzione immediatamente successiva.

- ROT** Verso di percorrenza della cava .
ROT può assumere valori 2 o 3.
ROT = 2 cava percorsa in senso orario (**G2**)
ROT = 3 cava percorsa in senso antiorario (**G3**)
- ANA** Angolo compreso tra il centro degli archi concentrici ed i centri dei due raccordi .
Deve essere programmato positivo se misurato in verso antiorario o negativo se misurato in senso orario a partire dal punto iniziale **PIN(X..C..)**
- DIA** Larghezza della cava.
- RIC** Ricoprimento minimo tra due passate contigue.
- INI** Consente la svuotatura con incrementi in profondità costanti sino alla profondità programmata con l'istruzione **<ENT=...>**. L'incremento avviene sempre dalla quota **RAP** verso la quota **ENT**. Per ottenere un ciclo unico (unica passata) è sufficiente programmare **INI=0**.
- ASF** Angolo di sformatura. Deve essere programmato sempre positivo con valori compresi tra 0 ed 80°. Con **ASF=0** non viene eseguita alcuna conicità di sformatura.
- ALT** Altezza della tasca su cui si vuole la conicità di sformatura. Se è stato programmato **ASF=0** non è necessario programmare questo parametro.
- DRA** Programmazione dell'eventuale sovrametallo da asportare nella passata finale di finitura.

Note:

La macro **G187** viene annullata dalla macro **G150**.

Nella lavorazione si ipotizza l'utilizzo di un utensile cilindrico.

Programmando una **G187** la compensazione raggio utensile (**G41, G42, G47 e G48**) deve essere disattiva. All'interno del ciclo la compensazione raggio è infatti automatica. È pertanto sufficiente che sia stato definito in tabella il raggio dell'utensile utilizzato.

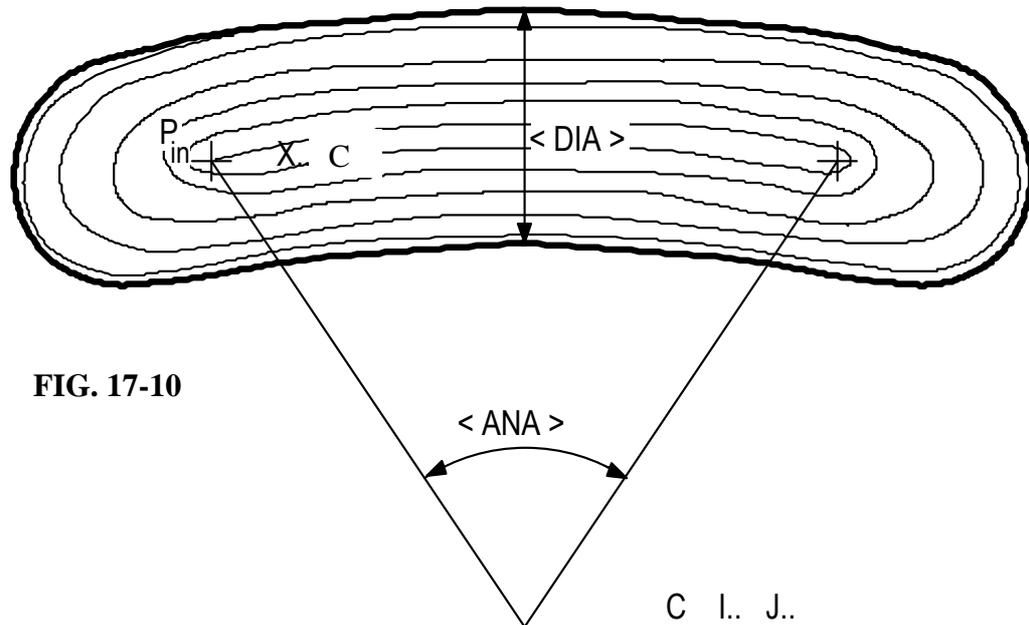


FIG. 17-10

Descrizione del ciclo

Fase 1

Posizionamento in rapido degli assi X ed C sul punto **Pin**

Fase 2

Posizionamento in rapido del mandrino sino alla quota **RAP**.

Fase 3

Posizionamento in lavoro (**F effettiva = F programmata * KFD**) sino alla quota **ENT**.

Fase 4

Avvio fresatura con movimento dell'utensile nel senso specificato col parametro **ROT** lungo un percorso a spirale allungata generato dalla macro in funzione del ricoprimento impostato (**RIC**).

La fresatura prosegue sino a che la traiettoria dell'utensile lo porterebbe a sfondare il profilo programmato o il sovrametallo **DRA** impostato.

Se la macro é stata richiamata ponendo **DRA # 0** il sovrametallo dichiarato verrà lasciato alla fine della lavorazione..

Fase 5

Distacco della fresa dal profilo di 2 mm..

Fase 6

Ritorno in rapido del mandrino sino a quota **RAP** od eventualmente **RAL**.

Osservazioni Tecnologiche



- La macro **G187** opera la svuotatura di una cava per cui ipotizza l'utilizzo di un utensile cilindrico.

- Programmando la **G187** deve essere preventivamente esclusa la compensazione del raggio fresa (**G41, G42, G47 e G48**). La compensazione è infatti automatica, è pertanto sufficiente aver definito l'utensile in tabella.

17.2.3.10 Finitura di Tasche Rettangolari o Asolate (G186)

Nei paragrafi precedenti sono state descritte le macro **G185, G175 e G187** utilizzate per la **sgrossatura di cave rettangolari o asolate** mediante terrazzamenti e con possibilità di programmare la conicità di sformatura.

In particolare in caso venga programmata una sformatura e si utilizzi una fresa cilindrica le sopraccitate macro non garantiscono però un buon livello di finitura né tantomeno una predefinita altezza di cresta lungo la sformatura.

La macro descritta in questo capitolo, identificata come **G186**, provvede alla finitura di una tasca rettangolare consentendo l'uso di utensili sia **torici** che **sferici** e garantendo un'altezza di cresta, tra due passate contigue, pari ad un valore programmato.

Formato:

N... **G186** <DAX=.. > <DAY=.. > <RAP=...> <ENT=...> <RAL=...> <KFD=...> <RGS=...>
> <ROT=...> <RAG=.. > <ANA=...> <ASF=...> <ALT=...> <RUT=... >
<SME=...> [<DRA:...>]

N..X.. C..

Descrizione Parametri:

- G186** Identifica appunto la macro che provvede alla finitura di una tasca rettangolare.
- X... C...** Rappresentano le coordinate del centro della tasca da cui partirà il movimento di attacco al profilo da rifinire. Le coordinate devono essere riferite al piano di contornatura programmato. In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <**G37:...**>
- RGS** Rappresenta l'altezza massima della cresta che si vuole rimanga tra due passate contigue espressa in **micron**.
- Se si è programmato **ASF=0**, cioè assenza di conicità di sformatura, **RGS** diventa l'incremento di passata in profondità (quindi simile al parametro **INI** della **G185**) e in questo caso deve essere espresso in **mm**.
- RUT** Assume significati diversi a seconda della forma dell'utensile utilizzato (vedi descrizione macro **G 190** nel **Capitolo 11.9**).
- In caso di utensili Sferici è il raggio. Per un utensile Torico è il raggio del tagliente. In un utensile cilindrico deve essere invece posto leggermente superiore a 0 (tipicamente 0,1 mm).
- SME** Rappresenta il sovrametallo presente sul pezzo.



Tutti i restanti parametri della macro mantengono lo stesso significato già visto per le macro **G175, G185 e G187**.

Note:

- La macro **G186** viene annullata dalla macro **G150**.
- Programmando una **G186** la compensazione raggio utensile (**G41, G42, G47 e G48**) deve essere disattiva. All'interno del ciclo la compensazione raggio è infatti automatica. È pertanto sufficiente che sia stato definito in tabella il raggio dell'utensile utilizzato.
- La lavorazione prevede, per ogni passata, un attacco di tipo tangenziale nel punto centrale del lato maggiore della tasca.

17.2.3.11 Fori disposti su arco di cerchio (Macro FORFLA)

La macro "FORFLA" (FORatura FLAnge) è utilizzabile per eseguire un gruppo di lavorazioni contigue, a passo angolare costante, lungo una circonferenza di raggio e centro noti. Con la macro "FORFLA" possono essere eseguiti i cicli fissi da **G81** a **G89** (Vedi per dettagli **Capitolo 12**) nonché le macro **G88, G188, G189, G185, G186, G190** e per maschiatura rigida **G184**.

In particolare essa è programmabile in due distinte modalità

1. Definendo direttamente le coordinate del punto iniziale, il centro dell'arco e l'angolo associato all'ultima lavorazione.
2. Definendo il Raggio e l'Angolo associati al punto iniziale, il centro dell'arco e la differenza angolare tra due fori contigui.

Formato:

N.. L < FORFLA > X.. C.. I.. J.. <AIN= +/- ...> <ARC=..> <RDF=..><ANA=..> <%NHL=..>

dove:

L<FORFLA >	Rappresenta appunto la Macro per l'esecuzione di lavorazioni disposte su un arco di cerchio. La macro FORFLA è gestita come un sottoprogramma ne consegue che è autocancellante e deve quindi essere riprogrammata ad ogni ricorrenza.
RDF	Raggio della flangia . E' significativo esclusivamente nella seconda definizione. Viene automaticamente posto = 0 dopo ogni esecuzione della macro o dopo un Reset .
X..C..	Rappresentano le coordinate assolute del punto P di partenza. Il punto P deve giacere nel piano di contouring e deve essere scelto su una delle 2 estremità dell'arco (essere cioè un punto estremo). In particolare l'asse delle ordinate deve rispettare quanto definito tramite l'istruzione <G37:...> Le 2 coordinate saranno comunque prese in considerazione dalla Macro solo in presenza del parametro RDF=0 .
ANA	Angolo formato tra il primo asse del piano di contornatura e il primo foro. Questo parametro sarà preso in considerazione dalla macro solo in presenza del parametro RDF diverso da 0 . Se misurato in verso antiorario è positivo, è negativo in verso orario. E' inizializzato a 0 a fine Macro e dopo un Reset .

I.,J.,	Rappresentano le coordinate del centro del cerchio riferite al piano di contornatura prescelto.
AIN	A seconda del valore assunto da RDF rappresenta: <ul style="list-style-type: none"> - l'angolo sotteso tra il foro iniziale e quello finale dell'arco di cerchio (RDF=0). - L'angolo sotteso tra due fori contigui (RDF#0). In entrambi i casi è espresso in gradi e decimi di grado. In caso sia RDF=0 Impostandolo uguale a 0° o 360° equivarrà a richiedere lavorazioni uniformemente distribuite lungo tutta la circonferenza, sempre comunque a partire dal foro iniziale. Il posizionamento avverrà comunque in verso antiorario per angoli AIN dichiarati positivi ed in verso orario per angoli dichiarati negativi.
ARC	Modalità di posizionamento su fori successivi. Se = 0 Lineare con movimento eseguito in rapido. Se = 1 Sull'arco che collega i due punti. Il movimento, essendo un G02 o un G03 , è eseguito in lavoro. Il Parametro ARC è posto automaticamente = 0 al termine della FORFLA o dopo un Reset
%NHL	Rappresenta il numero di lavorazioni che si intende attuare. Il valore massimo accettato è 32000 .

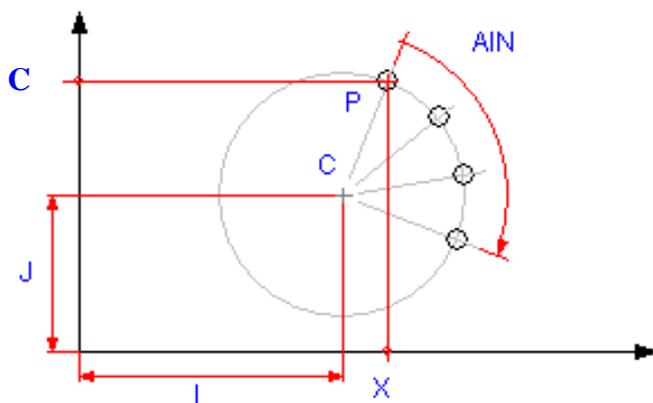


FIG. 17-11
Significato parametri FORFLA
 Allorché si definisca il foro iniziale
 direttamente con le sue coordinate

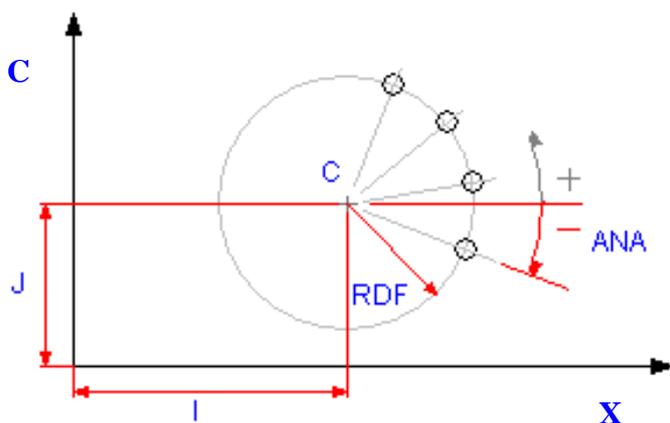


FIG. 17-12
Significato parametri FORFLA
 Allorché si definisca il foro iniziale
 con raggio e angolo



17.2.3.12 Lavorazioni su Righe o Matrici (Macro FORMAT)

La macro "FORMAT" (FORatura MATrici) é utilizzabile per eseguire un gruppo di lavorazioni disposte a passo costante su linee oppure su matrici .Con la macro "FORMAT" possono essere eseguiti tutti i cicli fissi da G81 a G89, nonché le macro G88, G188, G189, G185, G186, G190 e la maschiatura rigida G184.

Formato:

N... L<FORMAT>> X_(PA) C_(PA) <PXL=...> <PYL=... > <%NHL=...> <PXR=...> <PYR=... > <%NRG=...>

dove:

L<FORMAT>	Rappresenta appunto la macro per l'esecuzione di lavorazioni su righe o matrici. La macro "FORMAT" é gestita come un sottoprogramma ne consegue che é autocancellante e deve quindi essere riprogrammata ad ogni ricorrenza.
X_(PA) e C_(PA)	Rappresentano le coordinate del primo punto della riga o della matrice.
PXL	Rappresenta la componente dell'interasse "R" lungo il primo asse del piano di contornatura (deve essere espressa con segno).
PYL	Rappresenta la componente dell'interasse "R" lungo il secondo asse del piano di contornatura (deve essere espressa con segno).
%NHL	Rappresenta il numero di lavorazioni da eseguire su ogni riga, compresa la prima. %NHL = 1 significa un'unica lavorazione coincidente con il punto di partenza. %NHL può assumere come valore max 32000.
PXR	Rappresenta la componente dell'interasse "S" lungo il primo asse del piano di contornatura (deve essere espressa con segno).
PYR	Rappresenta la componente dell'interasse "S" lungo il secondo asse del piano di contornatura . (deve essere espressa con segno).
%NRG	Rappresenta il numero di righe compresa la prima (%NRG max = 32000).

Con riferimento alla **FIG. 17-13** si osserva quanto segue :

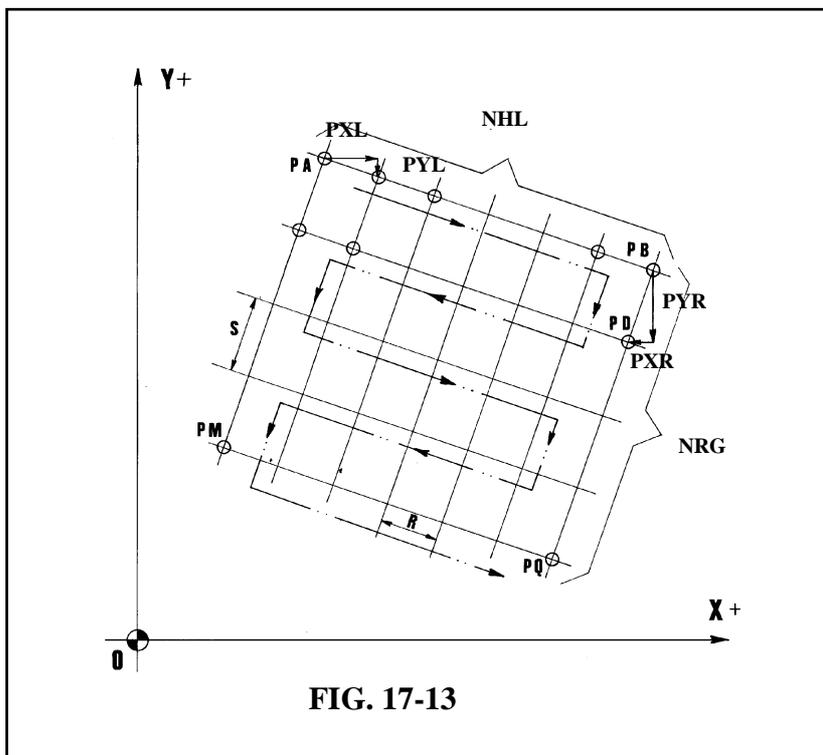
- Tutte le righe del reticolato devono essere tra loro equidistanti e parallele: cioè il loro passo "S" deve essere costante.

- Anche l'interasse "R" dei nodi lungo tutte le righe, deve essere costante.

- La macro "FORMAT" ammette che "S" sia diverso da "R" .

- Nell'esecuzione della macro il CNC si posiziona via, via su tutti gli %NHL punti della prima riga a cominciare dal punto di partenza PA. Poi si posiziona all'inizio della seconda riga (punto PD) e procede lungo di essa fino all'esaurimento di tutte le %NRG linee del reticolo.

L'andamento risulta pertanto a greca.



17.2.3.12.1 Note in caso di interruzione della lavorazione durante l'esecuzione di una macro (FORFLA / FORMAT)

Durante l'esecuzione dei cicli **FORFLA** o **FORMAT** è possibile visualizzare il numero del foro (%NHL) o della riga in esecuzione (%NRG solo per la macro **FORMAT**).

Tale visualizzazione risulta molto utile in caso di ripresa della lavorazione all'interno di tali macro.

La procedura da seguire per visualizzare tali informazioni è la seguente:

1. Dal menù principale si attiva il menù video tramite il tasto



2. Tramite il tasto  si attiva la visualizzazione nelle due finestre dedicate alla visualizzazione dei dati relativi al **Programma in Esecuzione** (finestre poste immediatamente sopra i tasti funzione [F1] – [F10]).



3. Tramite il tasto  si attiva quindi la visualizzazione dei contatori %NHL e %NRG che sono visualizzati nella finestra di destra in luogo dei dati relativi all'eventuale terzo livello di ripetizione (Vedi **FIG. 17-14**).

%NHL	=	16 / 16
%NRG	=	2 / 2
TOT.	=	32 / 32

FIG. 17-14 Finestra informazioni FORMAT
“Ultima lavorazione eseguita”

4. Per quanto concerne l'attivazione della modalità di ricerca guidata (**SEARCH**) e successivamente della procedura di “**Riposizionamento**” si invita a consultare il **Capitolo 16** del manuale “**Norme d'Uso**” codice **720P409**.



Note



CAPITOLO 18

18. Utensile Rotante (o Motorizzato)

L'utensile motorizzato in un tornio viene tipicamente utilizzato, in abbinamento ad un asse "C", per eseguire lavorazioni di fresatura. Il **CNC 4802** può essere configurato per gestire **2 Mandrini (Principale e Secondario)** entrambi dotati di trasduttore nonché un **Utensile Motorizzato** privo di trasduttore (gestito da PLC). Per eseguire lavorazioni di fresatura sono dunque disponibili le seguenti soluzioni:

- 1) Solo Utensile motorizzato privo di trasduttore,
- 2) Mandrino secondario utilizzato come utensile motorizzato (Gestibile dunque come asse),
- 3) Entrambi i dispositivi descritti nei precedenti punti 2) e 3).

18.1 Utensile Motorizzato gestito da PLC

La rotazione Oraria ed Antioraria nonché l'arresto di tale dispositivo è attuato attraverso specifiche funzioni **M** definite dal costruttore della Macchina Utensile (attraverso inizializzazione delle variabili **##106**, **##107** e **##108** nel file **COST**). La velocità di rotazione è invece impostata attraverso la 2° e 3° Funzione Ausiliaria (inizializzando in **COST** la variabile **##110**)

18.2 Utilizzo del Mandrino Secondario

In questo caso la rotazione (oraria /antioraria arresto), l'orientamento, il cambio gamma, ecc. viene attuato con le stesse Funzioni utilizzate per la gestione del mandrino Principale, in particolare:

- **M03, M04, M13, M14, M5 (rot. oraria/antioraria, con e senza refrigerante , arresto)**
- **M19 (Orientamento Mandrino)**
- **M40...M45 (Cambio Gamma)**
- **S... (Velocità di rotazione)**
- **G92 S... (Massima speed.)**
- **<WAT:MND> (Attesa mandrino fermo)**

E' però necessario che esso sia stato precedentemente selezionato attraverso l'apposita istruzione **G63x**.



G633 : Attiva il **Mandrino Principale** smistando le Funzioni Ausiliarie M..., S...ecc. su tale dispositivo. Tipicamente è la condizione di default (a meno diversamente specificato nel file **COST**) .

G634 : Attiva il **Mandrino Secondario** smistando le Funzioni Ausiliarie M..., S... ecc su tale dispositivo. Occorre osservare che il mandrino Secondario, può essere configurato (attraverso il campo **AMN** del file **AXS.TAR**) sia come mandrino di **Tornitura** che di **Fresatura**. In entrambi i casi essi supporteranno le modalità **G94, G95 e G96**.

G635 : Attiva l'**Utensile Motorizzato** gestito da PLC. In questo caso l'emissione delle **Funzioni Ausiliarie** standard precedentemente elencate comporta l'emissione di un allarme. In questo caso l'unica modalità accettata è la **G94**.

Note :

I pulsanti **[RESET]**, **[HOLD]** agiscono sul Mandrino Principale, su quello Secondario e sull'Utensile Motorizzato indipendentemente da quello attivo.

1. Cambiando modo al CNC (**[MDI]**, **[SET]**, **[JOG]**, **[AUTO]**) rimane attivo l'ultimo Mandrino selezionato.
2. Le istruzioni **<SMN:..>** hanno effetto anche con CNC in modalità **TEST** (Lettura).
3. Con le istruzioni **%** oppure: **N...** oppure premendo il pulsante **[RESET]** rimane attivo l'ultimo mandrino selezionato in esecuzione.
4. La sottostante Tabella riassume in modo sintetico le informazioni associate ai 2 mandrini e all'Utensile Motorizzato:

	Selezione	Modalità ammesse	Funzioni Ausiliarie accettate	Icona visualizzata	Stato CNC Visualizzato
Mandrino Principale	G633	G94, G95 e G96	Standard		MNP
Mandrino Secondario	G634	G94, G95 e G96	Standard	Se di Tornitura  se di Fresatura: 	MNS
Utensile Motorizzato	G635	G94	M Definite dal costruttore		UTR



CAPITOLO 19

19. Il concetto di “Apparato”

Con la release **SW V3.0** diviene possibile identificare, nella stessa macchina utensile, distinti sottoinsiemi di assi e mandrini. Tali sottoinsiemi, in seguito identificati come “**Apparati**”, potranno essere gestiti dal CNC con modalità diverse.

Più in particolare in un CNC che “nasce” come **Tornio** si potranno identificare:

- Un apparato “**Tornio Principale**” .
- Un apparato “**Tornio Secondario**”.
- Un apparato “**Fresa**” .

I due apparati “**Tornio**” potranno essere caratterizzati da due distinte coppie di assi (diametrale e longitudinale) o più genericamente averne uno in comune.

L’apparato “**Fresa**” avrà invece i propri assi alcuni dei quali potranno coincidere con quelli già definiti di tornitura.

Per quanto concerne i mandrini (vedi per dettagli **Capitolo 18**) essi potranno essere abbinati liberamente ai vari apparati.

E’ così possibile, ad esempio; abbinare il mandrino Principale all’apparato “**Tornio Principale**”, il mandrino Secondario all’apparato “**Tornio Secondario**” e l’Utensile Motorizzato all’apparato “**Fresa**”, oppure abbinare ai due apparati “**Tornio**” lo stesso mandrino (il principale) e il Mandrino Secondario all’apparato “**Fresa**”.

Nel caso invece di CNC che “nasce” come **Fresa** sarà possibile identificare:

- Un apparato “**Fresa**”.
- Un apparato “**Tornio Principale**”.

In questo caso tipicamente il mandrino Principale sarà di Fresatura, quello Secondario di Tornitura.

19.1 La selezione degli Apparati

La possibilità di gestire apparati diversificati (Fresa e Tornio) deve essere “sbloccata” attraverso specifiche opzioni.

Nel caso di CNC “nato Tornio” la configurazione di un apparato “Fresa” è sbloccata attraverso l’opzione “**OPZ_TORFRE**”.

Viceversa, in caso di CNC “nato Fresa” l’opzione da abilitare per permettere la gestione di un apparato Tornio è la “**OPZ_FRETOR**”.



L'apparato attivo è visualizzato nella finestra di Stato del CNC con la scritta (in verde) **LATHE** (Tornio) o **MILL** (Fresa).

Per quanto invece concerne la Selezione vera e propria degli apparati occorre utilizzare le seguenti Funzioni che il costruttore della M.U: deve avere preventivamente provveduto a personalizzare:

- G630** Seleziona apparato “**Fresa** “
- G631** Seleziona apparato “**Tornio Principale**”
- G632** Seleziona apparato “**Tornio Secondario**”

La sottostante Tabella riassume in modo sintetico le informazioni sin qui fornite:

	Funzione per la Selezione	Fresa con Opzione “OPZ_FRETOR”	Tornio con Opzione “OPZ_TORFRE”	Stato CNC visualizzato
Apparato “Fresa”	G630	Apparato Nativo	Attivabile se Configurato	“MILL”
Apparato “Tornio Principale”	G631	Attivabile se Configurato	Apparato Nativo	“LATHE”
Apparato “Tornio Secondario”	G632	Non attivabile	Attivabile se Configurato	“LATHE”



CAPITOLO 20

20. Indice Analitico

\$	
\$\$CNG55 - Part Program generato da G55 in ambiente CNC	7-15
\$\$PPG55 - Part Program generato da G55 in ambiente Grafico	7-15
%	
% - Inizio Programma	2-4; 4-6
(
() - Commenti per l'Operatore	2-5
/	
/ - Blocco opzionale.....	2-7
:	
:N - Fase di Lavorazione	2-9
[
[nnn] - Etichette.....	2-3
{	
{ } - Commenti per il Programmatore	2-5
A	
ABS - Funzione Valore Assoluto	4-4
ACC - Imposta Accelerazione Nominale e di Lavoro dell'Asse.....	3-11
ACP - Imposta Profilo di Accelerazione	3-11
ACS - Funzione ARCO-COSENSO.....	4-3
ASN - Funzione ARCO-SENSO	4-3
ATN - Funzione ARCO-TANGENTE.....	4-3
C	
CFF=CF.. - Definizione Asse di applicazione dei Cicli Fissi.....	12-2
COS - Funzione COSENSO	4-3
D	
D - Distanza.....	8-3
D.. - Programmazione quote incrementali	7-3
D0 - Sospendi Compensazione Lunghezza Utensile	6-3
DLN - Definizione Sovrametallo differenziato sul singolo asse	6-5
DMX - Associazione assi a Matrice Dinamica.....	16-18
DRA - Definizione Sovrametallo sul profilo.....	6-4
DTC - Abilitazione / Disabilitazione Matrice Dinamica	16-21



E

EAN RITORNA INCLINAZIONE RETTA	9-15
EAS RITORNA ASCISSA PUNTO o CENTRO CERCHIO	9-15
ENT - Quota di fine lavorazione.....	12-2
EOR RITORNA ORDINATA PUNTO o CENTRO CERCHIO	9-15
ERA RITORNA RAGGIO del CERCHIO.....	9-15
EXPERT - Linguaggio di Programmazione	8-1
EXPERT- Linguaggio di Programmazione	9-1

F

F.. - Velocità Avanzamento Assi	3-8
FORFLA – Macro Foratura Flangia	17-29
FORMAT - Lavorazioni su Righe o Matrici	17-31
FTI - Conversione di variabile Floating in Intera	4-1
FTL - Conversione di variabile Floating in Long Integer.....	4-1

G

G00 - Interpolazione Lineare in Rapido	7-2
G01 - Interpolazione Lineare in Lavoro	7-2
G02 - Interpolazione Circolare Oraria	7-4
G03 - Interpolazione Circolare Antioraria.....	7-4
G04.. F... - Impostazione Tempo di Sosta	3-1
G150 - Annullamento Cicli Ixx.....	17-9
G16 - Scelta Piano G16 - Definizione Libera del Piano di Contornatura	7-2
G17 - Definizione Piano di Contornatura nelle direzioni 1 e 2.....	7-1
G175 - Svuotatura Tasche Rettangolari senza preforo	17-23
G177 - Macro Lavorazione Gole	12-8
G179 - Svuotatura Tasche Circolari senza preforo	17-14
G18 - Definizione del Piano di Contornatura nelle direzioni 3 e 1.....	7-1
G184 - Maschiatura Rigida.....	12-17
G185 - Svuotatura Tasche Rettangolari con preforo.....	17-18
G186 - Finitura Tasche a "Fagiolo"	17-28
G187 - Svuotatura Tasche a "Fagiolo"	17-25
G188 - Fresa-Alesatura per Esterni	17-8
G189 - Svuotatura Tasche Circolari con preforo	17-11
G19 - Definizione del Piano di Contornatura nelle direzioni 2 e 3.....	7-1
G190 - Finitura Tasche Circolari.....	17-17
G221 - Ciclo di Misura generico ad un movimento.....	14-5
G222 - Ciclo di Presetting con probe fisso	14-9
G25 - Imposta Limite inferiore campo di lavoro	3-3
G26 - Imposta Limite superiore campo di lavoro	3-3
G300 - Fine Memorizzazione Profilo da Sgrossare	13-11
G301 - Inizio Memorizzazione Profilo da Sgrossare.....	13-11
G308 – Ripristina Cambio Utensili Automatico.....	6-15
G309 – Escludi Cambio Utensili Automatico	6-15
G33 - Movimento di Filettatura	11-1
G34 - Filettatura a passo variabile crescente	11-7
G35 - Filettatura a passo variabile decrescente.....	11-8
G36 - Disattivazione Funzione "Transmit"	17-3
G37 - Attivazione Funzione "Transmit"	17-1
G37 - Configurazione Funzione "Transmit"	17-1
G396 - Annulla Funzioni G397, G398 e G399.....	3-7



G397 - In G96 non adegua velocità mandrino in rapido	3-7
G398 - Modalità Gestione Mandrino	3-7
G399 - Modalità Gestione Mandrino	3-7
G40 - Annulla Compensazione Raggio utensile.....	10-5
G41 - Compensazione Raggio con pezzo a destra dell'utensile.....	10-5
G42 - Compensazione Raggio con pezzo a sinistra dell'utensile.....	10-5
G45 - Riattiva Compensazione Lunghezza Utensile	6-3
G46 - Annullamento Compensazione Raggio e Stacco Tangenziale	10-11
G47 - Attacco Tangenziale e Compensazione Raggio con pezzo a destra dell'utensile	10-11
G48 - Attacco Tangenziale e Compensazione Raggio con pezzo a sinistra dell'utensile	10-11
G53 - Attiva Origini Macchina.....	5-6
G54.XX - Seleziona Origine Attiva	5-1
G55 - Attivazione Modalità Spline.....	7-13; 7-16
G56 - Disattivazione Modalità Spline	7-14
G58 - Roto Traslazione Origini da Programma.....	5-4
G59 - Traslazione Origine da Programma.....	5-2
G59 N... - Carica Origini da Programma.....	5-4
G630 - Seleziona Apparato Fresa	19-2
G631 - Seleziona Apparato Torno Principale.....	19-2
G632 - Seleziona Apparato Torno Secondario.....	19-2
G633 - Attiva Mandrino Principale	18-2
G634 - Attiva Mandrino Secondario	18-2
G635 - Attiva Utensile Motorizzato	18-2
G636 - Ingresso in TRANSMIT	17-4
G637 - Uscita da TRANSMIT	17-4
G663 - Macro Istruzione di Filettatura	11-9
G664 - Sgrossatura Quadrilatera	13-1
G665 - Sgrossatura Profili Monotoni	13-9
G67 - Attivazione Modalità Profile Smoothing.....	7-9
G68 - Disattivazione Modalità Profile Smoothing	7-10
G69 Interpolazione tramite curve PH.....	7-12
G70 - Programmazione in Pollici	3-5
G71 - Programmazione in mm	3-5
G765 - Inizializzazione Parametri G766	13-27
G766 - Sgrossatura Profili Non Monotoni.....	13-27
G793 - Cancellazione di un Utensile in Tabella	6-14
G794 - Carica l'Utensile in Tabella al posto definito	6-13
G795 - Inizio Procedura caricamento dati Utensili	6-7
G797 - Caricamento Posto e Forma Utensile.....	6-8
G798 - Caricamento Commento Utensile	6-9
G798 - Caricamento Parametri Geometrici Utensile	6-8
G799 - Caricamento Dati CAMTORNI.....	6-11
G799 - Caricamento Dati Gestionali General Purpose	6-10
G799 - Caricamento Dati Vita ed Usura Utensile.....	6-9
G81 - Foratura Semplice	12-3
G82 - Foratura con Sosta.....	12-4
G83 - Foratura Profonda.....	12-5
G84 - Maschiatura con Compensatore	12-6
G85 - Alesatura con Ritorno in Lavoro	12-6
G87 - Alesatura con ritorno orientato e Disimpegno.....	12-7
G88 - Fresa-Alesatura Interna	17-5
G90 - Programmazione Assoluta.....	3-1
G91 - Programmazione Incrementale	3-2



G92 S... - Limitazione Massima Speed Mandrino	3-7
G94 - Feed Assi in mm/min e Speed Mandrino in rpm	3-6
G95 - Feed Assi in mm/giro ed S Mandrino in giri/min	3-6
G96 - Lavorazione a Velocità di Taglio costante	3-6
GAP - Linguaggio di Programmazione	8-1
<i>I</i>	
IFC - Salto Condizionato al blocco di un Sottoprogramma	4-7
IFF - Salto Condizionato ad un Blocco	4-7
INP INPUT DATI	2-6
<i>J</i>	
JMC - Salto Incondizionato al Blocco di un Sottoprogramma	4-7
JMP - Salto Incondizionato a Blocco	4-7
<i>K</i>	
K - Discriminante tra due soluzioni	8-4
<i>L</i>	
L - Elemento Virtuale Linea	9-1
L - Lunghezza utensile nella direzione dell'asse diametrale	6-2
L < nome_sottoprogramma > - Chiamata a Sottoprogramma	4-5
L < &Rxx > - Chiamata a Sottoprogramma in forma indiretta	4-5
L < TESTOF > - Disattiva Cicli di Misura	14-4
L < TESTON > - Inizializzazione Cicli di Misura	14-4
L2 - Lunghezza utensile nella direzione dell'asse degli spallamenti	6-2
Larga Tolleranza - Concetto di	14-2
LIM - IMPOSTA LIMITI GRAFICI	2-8
LTZ - Larga Tolleranza	14-2
<i>M</i>	
M0 - Arresto Programma	2-9
M02 - Fine Programma	2-9
M03 - Rotazione Oraria Mandrino	3-9
M04 - Rotazione Antioraria Mandrino	3-9
M05 - Arresto Mandrino	3-9
M06 - Cambio Utensile	3-9
M08 - Comanda Erogazione Refrigerante	3-10
M09 - Arresta Erogazione Refrigerante	3-10
M1 - Arresto Programma Escludibile	2-9
M10 - Comanda Bloccaggio Assi	3-10
M11 - Comanda Sbloccaggio Assi	3-10
M13 - Rotazione Antioraria Mandrino con refrigerante	3-10
M14 - Rotazione Oraria Mandrino con refrigerante	3-10
M17 - Chiusura Sottoprogramma	4-6
M19 - Orientamento Mandrino	3-10
M30 - Fine Programma	2-9
M4x - Comanda Attivazione Gamma di Velocita'	3-10
MAT - Definizione nome e coefficienti Matrice	16-8
MAT OFF - Elimina Matrice Statica	16-8
Matrice di Trasformazione - Concetti base	16-1
Matrice Dinamica - Concetti	16-2
Matrice Statica - Concetti	16-2



MIR:OFF - Disattivazione Specularità.....	6-16
MIR:ON - Attivazione Specularità.....	6-16
MIS - Definizione Tipo di Misura.....	14-3
MTX - Assegnazione assi Matrice Statica.....	16-8
<i>O</i>	
O - Elemento Virtuale Cerchio.....	9-1
OPZ_FRETOR - Opzione sblocco funzioni Fresa/Tornio.....	19-1
OPZ_TORFRE - Opzione sblocco funzioni Tornio / Fresa.....	19-1
<i>P</i>	
P- Elemento Virtuale Punto.....	9-1
PKV - Imposta Guadagno Proporzionale Kv	3-11
PRT - Abilitazione / Disabilitazione memorizzazione Misure	14-13
<i>Q</i>	
Quota di misura - Concetto di	14-2
Quota Nominale - Concetto di.....	14-2
<i>R</i>	
R - Raggio Arco/Cerchio.....	8-3
RA - Raccordo Implicito	8-22
RAL - Quota di estrazione Utensile a fine ciclo	12-2
RAP - Quota di accostamento in Rapido.....	12-2
RA-Raccordo Implicito	8-3
RB - Angolo di Inclinazione Incrementale.....	8-3
RC - Angolo di Inclinazione Assoluto	8-2
RET - Chiusura Sottoprogramma	4-6
RND - Funzione Arrotonda a Intero piu' prossimo	4-4
ROT - Macro Rotazione Semplice	16-14
ROTRAS - Macro Rototraslazione ripetuta	16-16
RPT - Ripetizione di una parte di Programma.....	4-10
<i>S</i>	
SCALE - Macro Rapporto di Scala	16-17
SGL - Imposta Soglie di Posizionamento e Fuga Assi	3-12
SIN - Funzione SENO	4-3
SIZ - Imposta Limiti in Grafica Real Time	2-8
SKP:OFF - Forza Esecuzione Blocchi Barrati	2-8
SKP:ON - Abilita Salto Blocchi Barrati.....	2-8
SM - Definizione di Smusso.....	8-7
SPL Filtro di Interpolazione Spline	7-16
SQR - Funzione Radice Quadrata	4-4
STP:OFF - Disabilita Arresto Programma con M01	2-9
STP:ON - Abilita Arresto programma con M01	2-9
Stretta Tolleranza - Concetto di.....	14-2
STZ - Stretta Tolleranza	14-2
Sx - Imposta Speed mandrino.....	3-9
<i>T</i>	
T1A - Imposta Tempo di Accelerazione (JERK)	3-11
TAC - Ripristina Accelerazione di Taratura.....	3-11
TAN - Funzione TANGENTE	4-3



Tangenza - Condizioni Varie	8-15
TCT - Abilita Disabilita Matrice Statica	16-8
TESTDAT.TAB - File su cui sono memorizzate le misure acquisite con cicli	14-13
TGR - Programmazione Raggio ed Angolo di Attacco e Stacco al profilo	10-12
TIM:OFF - Disattivazione Misurazione Tempo	4-16
TIM:ON - Attivazione Misurazione Tempo	4-16
TKV - Ripristina Guadagno Proporzionale Kv di Taratura	3-12
TRACIL - Trasformazione Cilindrica	16-22
TRANS - Macro Traslazione Semplice	16-12
TSG – Ripristina Soglie di Posizionamento e Fuga ai valori di Taratura	3-13
Tx - Selezione utensile	3-9
 W	
WAT:MND - Attesa Mandrino Fermo	18-1
 Z	
ZTL – Cancella da tabella Utensili Fuori Magazzino	6-16