



# **Controlador CNC Mach4**

## **Guia de programação do moinho**

### **Versão 1.1**

#### **Construção 3775**

Copyright © 2014 Newfangled Solutions, Artsoft USA, Todos os direitos reservados

As seguintes são marcas registradas da Microsoft Corporation: Microsoft, Windows. Quaisquer outras marcas comerciais utilizadas neste manual são de propriedade do respectivo detentor da marca comercial.

# Índice

Capítulo 1 Introdução .....	6
Glossário.....	7
Formatar.....	9
Rotativo vs. Linear.....	10
Capítulo 2: Lista de Códigos G.....	11
Descrições e Exemplos de Códigos G.....	14
G00 – Movimento Rápido.....	14
G01 – Movimento de Avanço Linear .....	14
G02/G03 – Movimento de Avanço do Arco.....	15
G04 – Permanecer.....	17
G09 – Parada Exata .....	18
G10 L1 – Configuração do Desvio da Ferramenta .....	19
G10 L2 – Configuração do deslocamento do dispositivo de fixação .....	21
G10 L3 – Configuração de gerenciamento da vida útil da ferramenta.....	23
G10 L3 Formato 1 - Registro com exclusão de todos os grupos.....	24
G10 L3 Formato 2 – Adicionar ou alterar grupo de ferramentas.....	25
G10 L3 Formato 3 – Excluir dados de vida útil da ferramenta.....	26
G10 L10 – Valor de compensação de geometria para o código H.....	26
G10 L11 – Valor de compensação de desgaste para o código H .....	27
G10 L12 – Valor de compensação da geometria para o código D.....	27
G10 L13 – Valor de compensação de desgaste para o código D .....	28
G10 L20 – Configuração Adicional do Deslocamento do Dispositivo de Fixação.....	28
G10 L50 – Configuração de Parâmetros .....	30
G11 – Cancelar Modal G10.....	30
G12/G13 – Interpolação de Círculo.....	31
G15/G16 – Coordenadas Polares.....	32
G17/G18/G19 – Seleção de Plano .....	34
G20/G21 – Seleção da unidade.....	35
G28 – Retorno a Zero.....	36
G28.1 – Eixo inicial.....	37

G30 – 2º, 3º, 4º Retorno do Zero.....	37
G31/G31.X – Função de apalpação.....	38
G32 – Rosqueamento.....	39
G40 – Cancelamento da Compensação do Cortador.....	40
G40.1 – Compensação da Cortadora Tipo Arco .....	40
G40.2 – Compensação da Cortadora Tipo Offset de Linha .....	42
G41/G42 – Compensação da Fresa Esquerda/Direita .....	42
G43/G44 – Desvio do comprimento da ferramenta.....	42
G49 – Cancelar Desvio do Comprimento da Ferramenta.....	42
G50 – Cancelamento de Escala .....	42
G51 – Função Escalar/Espelhar.....	43
G52 – Deslocamento do Sistema de Coordenadas Locais.....	44
G53 – Sistema de Coordenadas da Máquina.....	45
G54-G59 – Deslocamento do Fixador .....	45
G54.1 – Offsets Adicionais de Fixação.....	45
G60 – Aproximação Unidirecional.....	46
G61 – Modo de Parada Exata.....	47
G64 – Modo de Velocidade Constante .....	47
G65 – Chamada de Macro.....	47
G66 – Chamada Modal de Macro.....	48
G67 – Cancelamento de Chamada Modal de Macro.....	48
G68 – Rotação do Sistema de Coordenadas.....	48
G69 – Cancelamento da Rotação do Sistema de Coordenadas .....	49
G73-G89 – Ciclos Fixos.....	50
G90/G91 – Modo de Posição Absoluta/Incremental .....	50
G90.1/G91.1 – Modo de Centro de Arco Absoluto/Incremental.....	52
G92 – Configuração do Sistema de Coordenadas Locais .....	53
G93 – Avanço de Tempo Inverso.....	54
G94 – Avanço Por Minuto .....	54
G95 – Avanço por revolução.....	54
G96 – Velocidade de Superfície Constante.....	54
G97 – RPM Constante.....	54

G98 – Retorno ao Ponto Inicial.....	55
G99 – Retorno ao Ponto R.....	55
Capítulo 3: Ciclos Fixos .....	56
G80 – Cancelamento de Ciclo Fixo.....	58
Perfuração.....	59
G81 – Perfuração.....	59
G82 – Ponto de Face .....	60
G83 – Perfuração Peck .....	61
G73 – Bico de Alta Velocidade .....	63
Tocando.....	65
G84 – Rosqueamento à Direita .....	65
G74 – Rosqueamento com a Mão Esquerda.....	66
G84.2/G84.3 – Rosqueamento Rígido Direita e Esquerda .....	67
Tedioso.....	68
G76 – Perfuração fina.....	68
G85 – Perfuração, Avanço Retrair.....	70
G86 – Perfuração, Retração Rápida.....	71
G87 – Perfuração Traseira .....	72
G88 – Perfuração, Retração Manual.....	74
G89 – Perfuração, Intervalo e Taxa de Avanço Retrair.....	0,75
Capítulo 4: Compensação do cortador.....	76
Capítulo 5: Lista de Códigos M.....	82
Descrições do Código M.....	82
M00 – Parada Obrigatória do Programa .....	82
M01 – Parada de Programa Opcional .....	82
M02 – Fim do programa .....	82
M03 – Avanço do Fuso/Sentido Horário .....	83
M04 – Rotação do Fuso/Sentido-Horário .....	83
M05 – Parada do Fuso.....	83
M06 – Troca de Ferramenta .....	83
M07 – Névoa de Refrigerante Ligada.....	83
M08 – Fluido de Arrefecimento Ligado.....	83

M09 – Todo o líquido refrigerante desligado.....	84
M19 – Orientação do Fuso.....	84
M30 – Fim do programa e retrocesso .....	84
M48 – Ativar Sobreposições de Taxa de Avanço/Velocidade do Fuso.....	84
M49 – Desativar Sobreposições de Taxa de Avanço/Velocidade do Fuso.....	84
M62 – Saída Sincronizada Ligada .....	84
M63 – Saída Sincronizada Desligada.....	84
M64 – Saída Imediata Ligada.....	84
M65 – Saída Imediata Desligada .....	85
M66 – Aguardar entrada .....	85
M98 – Chamada de Subprograma.....	86
M99 – Retorno do Subprograma / Reexecução.....	88
Códigos M personalizados.....	88
Capítulo 6: Macro Personalizada.....	89
Variáveis .....	89
Variáveis do sistema.....	91
Aritmética e Lógica .....	97

## Capítulo 1 Introdução

G Code é uma linguagem de programação especial que é interpretada por máquinas de controle numérico computadorizado (CNC) para criar movimento e outras tarefas. É uma linguagem que pode ser bastante complexa às vezes e pode variar de máquina para máquina. O básico, no entanto, é muito mais simples do que parece à primeira vista e, em sua maior parte, segue um padrão adotado pela indústria. Mach4 deu um grande salto mais perto desse padrão.

Um ponto importante a ser lembrado ao ler este manual: Ao descrever o movimento de uma máquina, ele sempre será descrito como o movimento da ferramenta em relação à peça de trabalho. Em muitas máquinas, a peça de trabalho se moverá em mais eixos do que a ferramenta; no entanto, o programa sempre definirá o movimento da ferramenta em torno da peça de trabalho. As direções dos eixos seguem a regra da mão direita, veja a figura A.

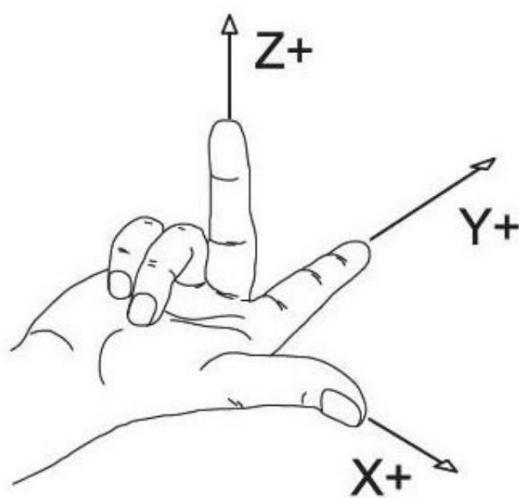


Figura A: Regra da mão direita

## **Glossário**

Bloquear	Uma única linha de código G
Ciclo Fixo	Ciclo complexo definido por um único bloco de código, usado para simplificar a programação
Habitar	Pausa do programa com duração definida por "P" em segundos. Se "P" contém um ponto decimal, o tempo é em segundos.
EOB	Fim de bloco. Necessário no final de cada bloco do Código G. Em Mach4, este é um retorno de carro
Taxa de alimentação	Velocidade, definida por F, na qual um eixo se moverá
Grupo	Coleção de códigos G que controlam a mesma função ou modo, ou seja, modos de posicionamento G90 e G91
Modal	Ativo até que um código do mesmo grupo seja chamado
Normal	Uma linha perpendicular a um plano, apontando na direção positiva.
Origem	Ponto em um sistema de coordenadas onde X, Y e Z são zero
RPM	Revoluções por minuto
UPM	Unidades por minuto (polegadas, milímetros, graus, etc.)
Palavra	Uma única palavra do Código G é uma letra seguida por um número. G01, X1.0, etc. são palavras
G	A função preparatória, G seguida de um código numérico, especifica modos de usinagem e funções
M	A função diversa, M seguida por um código numérico, define o fluxo do programa e pode controlar funções auxiliares, como refrigeração. Também pode executar funções específicas da máquina e macros do usuário ou construtor.
X,Y,Z,A,B,C,U, V, W	Os comandos de movimento seguidos por um valor numérico definem o ponto final de um comando de movimento. (A, B, C são rotativos, U, V, W são substituições lineares para A, B, C)
S	Velocidade do fuso, seguida do valor numérico de rpm ou velocidade de superfície desejada
T	Chamada de ferramenta, seguida pelo próximo número de ferramenta a ser usado
H	O deslocamento da altura da ferramenta a ser usado geralmente corresponde ao número da ferramenta
D	O deslocamento do diâmetro da ferramenta a ser usado geralmente corresponde ao número da ferramenta

- F Seguido por um valor numérico para definir a taxa de avanço. A magnitude e o valor serão determinados pela configuração do modo de alimentação
- P Seguido por um valor numérico, especifica o tempo de permanência em milissegundos. (também usado em outras funções) Se o valor contiver um ponto decimal, o tempo de permanência será em segundos.
- N Números de sequência. Usado para organização do programa e vá para os comandos



## ***Formatar***

Ao escrever programas em G Code, existem algumas regras a serem observadas, bem como algumas diretrizes gerais de formatação que devem ser seguidas ou pelo menos consideradas.

A primeira parte de qualquer programa deve ser um bloco de inicialização segura. Essa linha de código é usada para garantir que alguns modos sejam desabilitados e outros sejam definidos para sua configuração mais comum. Um exemplo de bloco de início seguro seria assim:

```
G00 G90 G17 G54 G40 G49 G80
```

Este bloco de código informa à máquina que queremos estar no modo rápido e usando a posição absoluta no plano XY do deslocamento de fixação 1. Ao mesmo tempo, queremos cancelar qualquer deslocamento de diâmetro e comprimento da ferramenta e garantir que todos os ciclos fixos ativos sejam cancelado.

G00 - Modo rápido

G90 - Modo de posição absoluta

G17 – seleção do plano XY

G54 – Offset de Fixação 1

G40 – Cancelar compensação da fresa (diâmetro da ferramenta)

G49 – Deslocamento de comprimento cancelado

G80 – Cancelamento de ciclo fixo

Recomenda-se que este bloco de início seguro seja usado no início do programa e também antes ou imediatamente após cada troca de ferramenta. É comum reiniciar um programa a partir de uma troca de ferramenta, ter a linha de partida segura lá pode reduzir muito a chance de uma máquina não agir conforme o esperado, cujos resultados podem ser agravantes na melhor das hipóteses e uma falha na pior. O bloco de início seguro mostrado aqui é apenas um exemplo. Cada máquina e cada programador são um pouco diferentes e cada um terá seu próprio bloco de inicialização.

Saltar para o final do programa não é muito necessário. Normalmente, haverá alguns blocos de código para retornar o eixo Z à posição inicial e talvez mover a peça de trabalho para mais perto do operador para facilitar o carregamento e descarregamento das peças. Desligar o fuso e o refrigerante ou qualquer outro acessório também é uma boa ideia aqui. O bloco final de um programa é um código de fim de programa, geralmente M30, mas existem outras opções. Certifique-se de que este bloco final seja seguido por um final de bloco. É fácil esquecer este último EOB em um programa para Mach, porque é apenas um retorno de carro e nem sempre prontamente aparente. Uma maneira de garantir que sempre haja um EOB no bloco final do programa é segui-lo com %. Assim:

```
.  
.   
.   
M30  
%
```

Este sinal de porcentagem é um símbolo familiar para os programadores CNC na indústria; porém qualquer símbolo ou caractere pode ser utilizado pois não será lido pelo controle devido ao programa terminar antes dele. Se não houver EOB após o sinal de porcentagem, ele não aparecerá no programa quando carregado no Mach.

Entre o início e o fim está o corpo do programa. Existem algumas regras aqui. Cada bloco de código conterá uma combinação de palavras. Vários códigos G podem ser especificados em um único bloco, porém se mais de um do mesmo grupo modal for especificado, o último do bloco será válido, com exceção do grupo 00. Os códigos G modais permanecem ativos até que outro do mesmo grupo grupo é chamado. Por exemplo; G01 é modal, portanto não é necessário colocá-lo em blocos consecutivos. Uma vez ativo, cada bloco de posicionamento sucessivo estará no modo G1, a menos que outro código do grupo um seja chamado (G00, G02, G03, etc.). Todos os códigos G que não estão no grupo 0 se comportam dessa maneira.

Apenas um código M pode ser especificado em um único bloco. O mesmo vale para todas as outras palavras.

Geralmente zeros à esquerda não são necessários no Código G. Por exemplo, G01 e G1 são iguais. O mesmo vale para códigos M, comandos de posição, taxas de avanço, etc. Ao especificar valores para posição, taxa de avanço, variáveis, etc., é uma boa prática sempre usar um ponto decimal e zero à direita, em vez de X1, use X1.0. Embora o ponto decimal não seja necessário (em Mach  $X1 = X1.0$ ), é ALTAMENTE recomendado.

## ***Rotativo vs. Linear***

As designações de eixo A, B e C são tipicamente eixos rotativos que são paralelos aos eixos X, Y e Z, respectivamente.

O controle linear desses eixos está disponível com a designação de eixo U, V e W. Qualquer comando de movimento que aceite os eixos A, B ou C também aceitará U, V ou W.

## Capítulo 2: Lista de Código G

Código	Grupo	Descrição	Modal	Página
G00	1	Movimento Rápido	Y	14
G01	1	Movimento de Alimentação Linear	Y	14
G02	1	Movimento de alimentação de arco no sentido horário	Y	15
G03	1	Movimento de alimentação do arco no sentido anti-horário	Y	15
G04	0	Habitar	N	17
G09	0	parada exata	N	18
G10 L1	0	Configuração de Deslocamento da Ferramenta	S/N	19
G10 L2	0	Configuração de deslocamento de fixação	S/N	21
G10 L3	0	Configuração de gerenciamento de vida útil da ferramenta	Y	23
...	0	G10 L3 Formato 1 - Excluir e Adicionar	Y	24
...	0	G10 L3 Formato 2 - Adicionar ou Alterar	Y	25
...	0	G10 L3 Formato 3 - Excluir Grupo	Y	26
G10 L10	0	Valor de compensação de geometria para código H S/N		26
G10 L11	0	Valor de compensação de desgaste para código H	S/N	27
G10 L12	0	Valor de compensação de geometria para o código D S/N		27
G10 L13	0	Valor de compensação de desgaste para o código D	S/N	28
G10 L20	0	Configuração Adicional de Deslocamento de Fixação	S/N	28
G10 L50	0	Configuração de parâmetro	Y	30
G11	0	Cancelar Modal G10	N	30
G12	1	Círculo no sentido horário	Y	31
G13	1	Círculo no Sentido Anti-Horário	Y	31
G15	17	Coordenada Polar Cancelar	Y	32
G16	17	Coordenadas polares	Y	32
G17	2	Selecionar Plano XY	Y	34
G18	2	Seleção de Plano ZX	Y	34
G19	2	Seleção de Plano YZ	Y	34
G20	6	Polegada	Y	35
G21	6	Milímetro	Y	35
G28	0	Retorno Zero	N	36
G28.1	0	Eixo inicial	N	37
G30	0	2º, 3º, 4º Retorno Zero	N	37
G31	1	função de sonda	N	38
G32	1	Rosqueamento*	N	39
G40	7	Cancelamento de compensação do cortador	Y	40
G40.1	18	Compensação do cortador de tipo de arco	Y	40
G40.2	18	Compensação do cortador de tipo de deslocamento de linha	Y	42
G41	7	Compensação do Cortador Esquerda	Y	42
G42	7	Direito de compensação do cortador	Y	42

G43	8	Deslocamento do Comprimento da Ferramenta + Habilitar	Y	42
G44	8	Desvio do Comprimento da Ferramenta - Ativar	Y	42
G49	8	Deslocamento do Comprimento da Ferramenta Cancelar	Y	42
G50	11	Cancelar dimensionamento	Y	42
G51	11	Eixos de Escala	Y	43
G52	0	Deslocamento do Sistema de Coordenadas Locais	Y	44
G53	0	Sistema de Coordenadas da Máquina	N	45
G54	14	Deslocamento de Fixação 1	Y	45
G54.1	14	Desvios de Fixação Adicionais	Y	45
G55	14	Deslocamento de Fixação 2	Y	45
G56	14	Deslocamento de Fixação 3	Y	45
G57	14	Deslocamento de Fixação 4	Y	45
G58	14	Deslocamento de Fixação 5	Y	45
G59	14	Deslocamento de Fixação 6	Y	45
G60	0	Aproximação Unidirecional	N	46
G61	15	Modo de Parada Exata	Y	47
G64	15	Modo de corte (velocidade constante)	Y	47
G65	0	Chamada de macro	N	47
G66	12	Chamada Modal de Macro	Y	48
G67	12	Cancelamento de Chamada Modal de Macro	Y	48
G68	16	Rotação do Sistema de Coordenadas	Y	48
G69	16	Cancelar Rotação do Sistema de Coordenadas	Y	49
G73	9	Perfuração pica-pau de alta velocidade	Y	63
G74	9	Rosqueamento esquerdo*	Y	66
G76	9	Perfuração fina*	Y	68
G80	9	Cancelamento de ciclo fixo	Y	58
G81	9	Perfuração	Y	59
G82	9	rosto manchado	Y	60
G83	9	Perfuração Peck de Poço Profundo	Y	61
G84	9	Taping RH	Y	65
G84.2	9	Rosqueamento Rígido RH*	Y	67
G84.3	9	Rosqueamento Rígido LH*	Y	67
G85	9	Mandrilar, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	Y	70
G86	9	Perfuração, retração em rápido, fuso desligado	Y	71
G87	9	Perfuração Traseira*	Y	72
G88	9	Perfuração, retração manual	Y	74
G89	9	Perfurar, Permanecer, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	Y	75
G90	3	Modo de Posição Absoluta	Y	50
G90.1	4	Modo Absoluto do Centro do Arco	Y	52
G91	3	Modo de Posição Incremental	Y	50
G91.1	4	Modo Incremental do Centro do Arco	Y	52

G92	0	Configuração do sistema de coordenadas locais	Y	53
G92.1	0	Sistema de Coordenadas Local Cancelar	Y	53
G93	5	Alimentação de tempo inverso	Y	54
G94	5	Alimentação por minuto	Y	54
G95	5	Alimentação por revolução*	Y	54
G96	13	Velocidade de Superfície Constante*	Y	54
G97	13	Velocidade constante	Y	54
G98	10	Retorno do Ponto Inicial	Y	55
G99	10	Retorno do Ponto R	Y	55

\* Implementação baseada na configuração da máquina e do controle

## Descrições e Exemplos de Código G

Observação:

Para maior clareza, os movimentos rotacionais foram omitidos deste manual.

Todos os comandos de movimento também podem conter movimento dos eixos A, B e/ou C.

### G00 – Movimento Rápido

Movimentos rápidos são usados para mover de ponto a ponto no espaço livre, não cortando material. Esses movimentos não requerem uma entrada de taxa de alimentação, pois ocorrem na velocidade máxima da máquina. No modo de posição absoluta (G90) X, Y e Z definem o ponto final do movimento no sistema de coordenadas do usuário. No modo de posição incremental (G91) X, Y e Z definem a distância e direção para mover a partir da posição atual.

Formato: G00 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_

Exemplo: Programar um movimento rápido para X1.0, Y3.0

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y3.0</b>	Rápido para a posição XY
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

### G01 – Movimento de avanço linear

Movimentos de avanço linear são movimentos ponto a ponto em uma linha reta em um feed especificado por F. Os movimentos são interpolados para que todos os eixos em movimento alcancem o ponto final ao mesmo tempo. No modo de posição absoluta (G90) X, Y e Z definem o ponto final do movimento no sistema de coordenadas do usuário. No modo de posição incremental (G91) X, Y e Z definem a distância e direção para mover a partir da posição atual.

Formato: G01 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ F\_\_.

Exemplo: Programe um movimento de avanço de X1, Y3, para X10, Y-1 a uma taxa de avanço de 15 UPM.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G94</b>	Modo de alimentação por minuto
<b>G0 X1.0 Y3.0</b>	Rápido para a posição XY
<b>G1 X10.0 Y-1.0 F15.0</b>	Mover para a posição XY na taxa de avanço
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G02/G03 – Arc Feed Move**

Usado para cortar um arco em uma federação especificada por F. Um arco é definido por seus pontos inicial e final, seu raio ou ponto central, uma direção e um plano. A direção é determinada por G02, no sentido horário, e G03, no sentido anti-horário, quando visto da direção positiva do plano (se o plano XY for selecionado, olhe para baixo de modo que a direção positiva do eixo X esteja apontando para a direita e a direção positiva do eixo Y esteja apontando para frente). Veja a figura 2-1 para uma representação gráfica do movimento de um G02. O ponto inicial é a posição atual da máquina. Especifique o ponto final com X, Y e Z. Os valores inseridos para o ponto final dependerão da configuração atual de G90/G91 (abs/inc) da máquina. Apenas os dois pontos no plano atual são necessários para um arco. Adicionar o terceiro ponto criará uma interpolação helicoidal.

Em seguida, especifique o raio ou o ponto central do arco, apenas um ou outro, não ambos.

- Para especificar o raio, use R e insira o raio real do arco desejado, consulte Formato 2. Quando um arco é criado conhecendo apenas os pontos inicial e final e um raio existem duas soluções possíveis, um arco com varredura menor que 180° e outro com varredura maior que 180°. O sinal do valor do raio, positivo ou negativo, determina qual arco será cortado, veja a figura 2-2. Um valor positivo para R corta um arco com varredura menor que 180°. Um valor negativo para R corta um arco com varredura maior que 180°.
- Uma maneira mais precisa e confiável de definir um arco é especificando o ponto central, isso é feito com os argumentos I, J e K, consulte o Formato 1. O ponto central deve ser definido no plano atual. I, J e K correspondem a X, Y, Z, respectivamente; a seleção do plano atual determinará quais dois serão usados. O plano XY (G17) usaria I e J, por exemplo. Mach tem duas configurações de como I, J e K devem ser especificados, absoluto e incremental. Esta configuração pode ser alterada pelo código G, G90.1 e G91.1, ou na guia geral na configuração Mach. Esta configuração é independente da configuração G90/G91. Se o modo de centro do arco estiver definido como incremental, então I, J, K são a distância e a direção do ponto inicial até o ponto central do arco. Se o modo de centro do arco for definido como absoluto, então I, J, K são a posição absoluta do ponto central do arco no sistema de coordenadas do usuário atual.

Formato 1: (G17) G02/03 X\_\_ Y\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_  
 (G18) G02/03 X\_\_ Z\_\_ I\_\_ K\_\_ F\_\_  
 (G19) G02/03 Y\_\_ Z\_\_ J\_\_ K\_\_ F\_\_

Formato 2: (G17) G02/03 X\_\_ Y\_\_ R\_\_ F\_\_  
 (G18) G02/03 X\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_  
 (G19) G02/03 Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_

Exemplo: Programar um arco centrado em 1,0, 0,0 no plano XY com raio 2. Ponto inicial em 3,0,0,0 e varrer 90 graus no sentido anti-horário. Taxa de alimentação 10 UPM. (Modo de centro do arco definido como incremental)

Formato 1:

**G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80**

Linha de partida segura

**T1 M6**

troca de ferramenta

<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X3.0 Y0.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o plano rápido Z
<b>G94</b>	Modo de alimentação por minuto
<b>G1 Z0.0 F10.0</b>	Mergulho Z na taxa de avanço
<b>G3 X1.0 Y2.0 I-2.0 J0.0 F10.0</b>	movimento de arco
<b>G0 Z.5</b>	Retrair Z para plano rápido
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Formato 2:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X3.0 Y0.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o plano rápido Z
<b>G94</b>	Modo de alimentação por minuto
<b>G1 Z0.0 F10.0</b>	Mergulho Z na taxa de avanço
<b>G3 X1.0 Y2.0 R2.0 F10.0</b>	movimento de arco
<b>G0 Z.5</b>	Retrair Z para plano rápido
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Uma interpolação helicoidal é definida de forma muito semelhante a um arco. A única diferença é a adição da terceira coordenada do ponto final. Esta terceira coordenada definirá a altura da hélice. Veja o formato a seguir para ver como isso se parece no plano XY:

Formato 1: (G17) G02/03 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_

Formato 2: (G17) G02/03 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_

Exemplo: Programar uma hélice com raio 1.0 e ponto central 0.0, 0.0 no plano X,Y, ponto inicial 0.0, .5, altura 1.0 com Z inicial em 0.0. Taxa de alimentação 10 UPM. A varredura do arco deve ser de 270° no sentido horário. Veja a figura 2-2 para o caminho da ferramenta.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X0.0 Y.5</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o plano rápido Z
<b>G94</b>	Modo de alimentação por minuto
<b>G1 Z0.0 F10.0</b>	Mergulho Z na taxa de avanço
<b>G2 X-.5 Y0.0 Z-1.0 I0.0 J-.5 F10.0</b>	interpolação helicoidal
<b>G0 Z.5</b>	Retrair Z para plano rápido
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso



**G04 – Morar**

Uma pausa é simplesmente uma pausa no programa. A duração da pausa é especificada por P ou X em milissegundos sem ponto decimal. Se for usado um ponto decimal, então P ou X especifica os segundos. A pausa também pode ser especificada com U sem ponto decimal para milissegundos. Nenhum movimento da máquina ocorrerá durante uma pausa. Nenhum código auxiliar será desligado, ou seja, se o fuso estiver ligado, ele permanecerá ligado, o refrigerante permanecerá ligado, etc.

A pausa deve ser o único código G no bloco.

Formato 1: G04 P\_\_

Formato 2: G04 X\_\_

Formato 3: G04 U\_\_

Exemplo: Programe uma pausa de 5 segundos após o posicionamento em X1.0, Z1.0 (sem ponto decimal para especificar milissegundos).

<b>G0 G54 G18 G40 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T0101</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Z1.0</b>	Rápido para a posição XZ
<b>G4 P5000</b>	Permanecer por 5 segundos
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Exemplo: Programe uma pausa de 5 segundos após o posicionamento em X1.0, Z1.0 (usando o ponto decimal para especificar os segundos).

<b>G0 G54 G18 G40 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T0101</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Z1.0</b>	Rápido para a posição XZ
<b>G4 P5.</b>	Permanecer por 5 segundos
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**Observação:** Definir P ou X com uma variável de código G implicará em um ponto decimal e, portanto, produzirá uma pausa em segundos. (por exemplo, G04 P#2)

**G09 – Parada Exata**

G09 é uma parada exata não modal. As acelerações da máquina fazem com que os cantos sejam ligeiramente arredondados; quando um canto agudo verdadeiro é necessário, G09 deve ser usado. Embora semelhante ao G61 em função, G09 não é modal enquanto G61 é. Quando G09 é incluído em um bloco de movimento, o movimento do eixo é desacelerado até o ponto final do movimento e a posição é verificada para estar exatamente conforme especificado. Essa verificação de posição no final do movimento garante que a máquina realmente alcance a posição desejada antes de passar para o próximo bloco

Formato: G01 G09 X\_\_ Y\_\_ F\_\_

Exemplo: Programe um quadrado de 2,0 polegadas centrado em X0,0, Y0,0 com cantos agudos verdadeiros em X1,0, Y1,0 e X 1,0, Y-1,0, taxa de avanço 15,0 UPM

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G94</b>	Modo de alimentação por minuto
<b>G0 X-1.0 Y1.0</b>	Rápido para a posição XY
<b>G1 G9 X1.0 F15.0</b>	Mover para a posição na taxa de avanço, parada exata ativa
<b>A-1,0</b>	Mover para a posição na taxa de alimentação
<b>G9 X-1.0</b>	Mover para a posição na taxa de avanço, parada exata ativa
<b>Y1.0</b>	Mover para a posição na taxa de alimentação
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

A Figura 9-1 mostra como seria esse quadrado, ligeiramente exagerado.

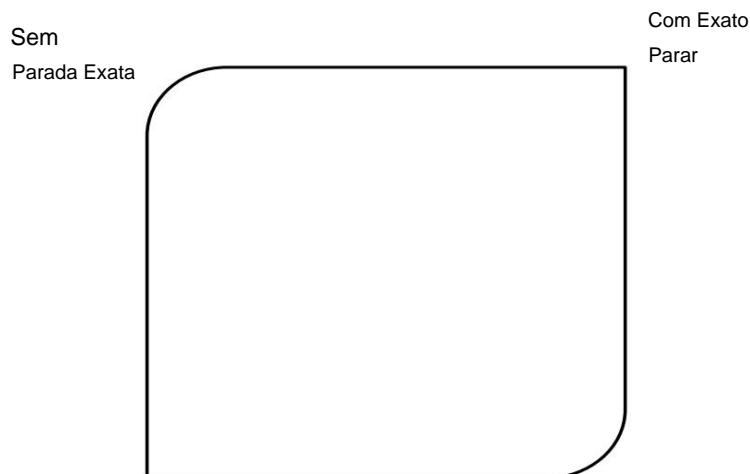


Figura 9-1: Quadrado com parada exata em dois cantos

**G10 L1 – Configuração de compensação**

**da ferramenta** A configuração de compensação da ferramenta com G10 L1 é um superconjunto do G10 L1 comum usado em controladores Fanuc mais antigos e é a única maneira de definir as compensações X e Y e os valores de desgaste de um programa. Para compatibilidade com controles mais novos, uma maneira mais moderna de definir compensações de altura e diâmetro e suas respectivas compensações de desgaste é fornecida por G10 L10, G10 L11, G10 L12 e G10 L13.

Formato: G10 L1 P\_\_ Z\_\_ W\_\_ D\_\_ R\_\_ X\_\_ U\_\_ Y\_\_ V\_\_ Q\_\_

Ou a versão modal:

G10 L1

P\_\_ Z\_\_ W\_\_ D\_\_ R\_\_ X\_\_ U\_\_ Y\_\_ V\_\_ Q\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L1 especifica a configuração de correção da ferramenta, P é o número de correção a ser definido (offset #1 = P1, offset #2 = P2, etc.).

Os argumentos restantes especificam o tipo de deslocamento e o valor do deslocamento.

Z	Deslocamento de altura
C	Compensação de desgaste de altura
D	<b>Desvio de diâmetro</b>
R	Compensação de desgaste do diâmetro
X	deslocamento X
U	Deslocamento de desgaste X
Y	Deslocamento Y
V	Deslocamento de desgaste Y
Q	Bolso para ferramentas

Todos os valores não precisam ser especificados, apenas aqueles a serem definidos. Se, por exemplo, um Z não for programado, simplesmente não será alterado no corretor da ferramenta.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente na correção da ferramenta. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao corretor de ferramenta desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

Exemplo: Defina a altura do deslocamento da ferramenta nº 5 para 1,5. Adicione 0,05 para compensar o desgaste do diâmetro #2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L1 P5 Z1.5</b>	Defina o deslocamento da ferramenta 5 altura para
<b>G91</b>	1,5 Defina o incremental para adicionar ao deslocamento
<b>G10 L1 P2 R.05</b>	Adicione 0,05 ao desgaste do diâmetro #2 do deslocamento da ferramenta
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Exemplo: Uso modal de G10 L1.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida
<b>G10 L1</b>	segura Iniciar sequência G10 L1.
<b>P5 Z1.5</b>	Defina a altura do deslocamento 5 da
<b>P2 R.05</b>	ferramenta para 1,5 Defina o desgaste do diâmetro nº 2 da
<b>G11</b>	ferramenta para 0,05 Cancele G10 L1 Fim do programa e
<b>M30</b>	rebobinagem

**G10 L2 – Configuração do Offset do**

**Dispositivo de Fixação** É possível definir os corretores do dispositivo de fixação e da ferramenta no programa. Isso pode ser muito útil para programar vários dispositivos de fixação que têm pontos zero conhecidos, máquinas com vários paletes, aplicação de compensação automática do desgaste da ferramenta e muitas outras situações que exigem alteração dos valores de deslocamento. G10 também é um dos códigos G menos compreendidos e, portanto, subutilizado. Alterar os valores de compensação em um programa requer um pouco de cautela, um erro pode facilmente resultar em peças arruinadas e ferramentas danificadas. No entanto, quando usado corretamente, o G10 pode adicionar flexibilidade e segurança a um programa e máquina, especialmente com capacidade de automação e iluminação ou operadores inexperientes.

Começando com a configuração do deslocamento do dispositivo de fixação, o bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G10 L2 P\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Ou a versão modal:

G10 L2

P\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L2 é a designação para a configuração do deslocamento do dispositivo de fixação. O valor de P especifica qual deslocamento está sendo definido. Para os 6 deslocamentos de fixação básicos, os valores P são os seguintes:

Deslocamento do acessório	P__
(G__) 54	1
55	2
56	3
57	4
58	5
59	6

Os dados para o deslocamento do dispositivo de fixação são definidos por X, Y, Z, A, B, C.

X	Deslocamento do eixo X
Y	Deslocamento do eixo Y
Z	Deslocamento do eixo Z
A	Um deslocamento do eixo
B	deslocamento do eixo B
C	deslocamento do eixo C

Todos os valores não precisam ser especificados, apenas aqueles a serem definidos. Se, por exemplo, um Z não for programado, ele simplesmente não será alterado no deslocamento de fixação.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente no deslocamento do dispositivo de fixação. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao deslocamento de fixação desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

Exemplo: Defina o deslocamento de fixação G56 para X-8.0, Y-3.0, Z-5.0, A45.0 em um programa.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L2 P3 X-8.0 Y-3.0 Z-5.0 A45.0</b>	Defina os valores de deslocamento do dispositivo de fixação G56
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Exemplo: A versão modal do G10 L2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L2 P3 X-8.0 Y-3.0 Z-5.0 A45.0</b>	
<b>P3 X-8.0 Y-3.0 Z-5.0 A45.0</b>	Defina os valores de deslocamento do dispositivo de fixação G56
<b>P4 X-2.0 Y-1.0 Z-3.0 A15.0</b>	Defina os valores de deslocamento do dispositivo de fixação G57
<b>G11</b>	Cancelar G10 L12
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

O turno de trabalho é definido usando G10 L2 P0.

Exemplo: Defina o deslocamento do turno de trabalho para X-7.0, Y-2.0, Z-3.0, A15.0 em um programa.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L2 P0 X-7.0 Y-2.0 Z-3.0 A115.0</b>	Definir valores de deslocamento do turno de trabalho
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G10 L3 – Configuração de gerenciamento da vida útil da**

**ferramenta** Os dados de gerenciamento da vida útil da ferramenta podem ser registrados, alterados ou excluídos em um programa de código G. O TLM é um recurso apenas industrial.

Existem 3 formatos de programa G10 L3 que fornecem as seguintes ações:

<b>Função</b>	<b>Descrição</b>
<b>Excluir todos os grupos de ferramentas e registrar novos dados</b>	Excluir todos os grupos de ferramentas e dados de ferramentas existentes antes de adicionar um novo grupo de ferramentas e dados de ferramentas. Isso substitui efetivamente todos os dados TLM.
<b>Adicionar ou alterar ferramentas ou dados de grupo</b>	Adicione ou altere dados TLM para um grupo de ferramentas.
<b>Excluir ferramentas ou dados de grupo</b>	Excluir dados TLM para um grupo de ferramentas.
<b>Especifique o tipo de contagem de vida útil da ferramenta</b>	Como a vida útil da ferramenta é contada para um grupo individual (tempo, frequência e por ciclo).
<b>Especifique o valor da vida útil da ferramenta</b>	O tempo (minutos) ou o valor da contagem do ciclo.

G10 L3 é sempre modal e várias linhas são usadas nos formatos. Todos os formatos de G10 L3 exigirão G11 cancelar.

Os grupos de ferramentas são especificados como números inteiros positivos de 1 a 999. Um grupo de ferramentas é selecionado para uma troca de ferramenta com a palavra T adicionando o número de cancelamento da ferramenta (geralmente 100 para uma máquina com 99 ferramentas no máximo ou 1000 para uma máquina com 999 ferramentas no máximo ) que é definido na variável de sistema #6810 para o número do grupo de ferramentas desejado. Por exemplo, para selecionar uma ferramenta do grupo 2 em uma máquina de ferramentas máx. 99 com um número de cancelamento de ferramenta definido como 100, especifique T102.

O tipo de contagem de vida útil da ferramenta é especificado com 1 (contagem de ciclos) ou 2 (tempo). A contagem de vida baseada no tempo é mais adequada para ferramentas de corte que podem ser caracterizadas pela quantidade de tempo de corte que podem suportar e ainda permanecer viáveis. A contagem de vida com base no ciclo é mais adequada para ferramentas normalmente usadas em ciclos fixos que podem ser caracterizados pelo número de furos ou furos que podem suportar e ainda permanecer viáveis.

O valor da vida útil da ferramenta é um número inteiro positivo que especifica a vida útil da ferramenta (minutos ou número de ciclos em que a ferramenta é usada). Ele contará de 0 até a contagem de vida especificada pelo grupo, ponto em que a vida útil da ferramenta expirará.

Ao contrário de um Fanuc, o único limite para o número de ferramentas em um grupo de ferramentas é a configuração máxima de ferramentas para o controle, que é limitada a 999 ferramentas.

**G10 L3 Formato 1 - Registro com exclusão de todos os grupos** A linha G10 L3

inicia a sequência. A próxima linha especifica o grupo P\_, o valor de contagem de vida L\_ e o tipo opcional de contagem de vida Q\_. Se Q não for especificado, o valor do bit 2 (0 == ciclo ou 1 == tempo) na variável de sistema #6800 determinará o tipo de contagem de vida. A(s) próxima(s) linha(s) especifica(m) o número da ferramenta T\_, o código H opcional para o deslocamento de altura H\_ e o código D opcional para o deslocamento de diâmetro D\_. Se H ou D não for especificado, o valor de T será usado. A linha T\_ H\_ D\_ pode ser repetida para quantas ferramentas do grupo forem necessárias. Vários grupos de ferramentas podem ser preenchidos adicionando uma nova sequência de linhas P\_ L\_ com suas próprias linhas T\_ H\_ D\_ seguintes. A função G10 é então cancelada com G11.

Formatar:

G10 L3

P\_ L\_ [Q\_]

T\_ [H\_] [D\_]

...

G11

Exemplo: Excluir todas as informações do grupo de ferramentas e adicionar novos dados.

<b>G10 L3</b>	Inicie o registro com a sequência de exclusão (sem P_ fornecido). Isso excluirá todos os dados TLM preexistentes.
<b>P1 L1000 Q1</b>	Selecione o grupo 1 com uma contagem de vida de 1000 e um tipo de contagem de vida baseado em ciclo.
<b>T1</b>	Adicione too1 1 ao grupo 1 usando os deslocamentos H e D da ferramenta 1.
<b>T2 H1 D1</b>	Adicione a ferramenta 2, mas use os deslocamentos H e D da ferramenta 1.
<b>P2 L5000 Q2</b>	Selecione o grupo 2 com uma contagem de vida de 5000 com um tipo de contagem de vida baseada no tempo.
<b>T3</b>	Adicione a ferramenta 3 ao grupo 2.
<b>T4</b>	Adicione a ferramenta 4 ao
<b>G11</b>	grupo 2 Fim da sequência G10.



**G10 L3 Formato 2 – Adicionar ou alterar grupo de ferramentas A**

linha G10 L3 P1 para iniciar a sequência. A próxima linha especifica o grupo P\_, o valor de contagem de vida L\_ e o tipo opcional de contagem de vida Q\_. Se Q não for especificado, o valor do bit 2 (0 == ciclo ou 1 == tempo) na variável de sistema #6800 determinará o tipo de contagem de vida. Se o grupo não existia, ele é adicionado. Se o grupo existir, os valores L\_ e Q\_ serão atualizados com os valores especificados. As próximas linhas especificam o número da ferramenta T\_, o código H opcional para o deslocamento de altura H\_ e o código D opcional para o deslocamento de diâmetro D\_. Se H ou D não for especificado, o valor de T será usado. Se a ferramenta não existir no grupo, a ferramenta será adicionada. Se a ferramenta existir no grupo, os valores serão atualizados com os valores especificados.

A linha T\_ H\_ D\_ pode ser repetida para quantas ferramentas do grupo forem necessárias. Vários grupos de ferramentas podem ser preenchidos adicionando uma nova sequência de linhas P\_ L\_ com suas próprias linhas T\_ H\_ D\_ seguintes. A função G10 é então cancelada com G11.

Formatar:

G10 L3 P1

P\_ L\_ [Q\_]

T\_ [H\_] [D\_]

...

G11

Exemplo: Adicionar ou alterar informações do grupo de ferramentas.

<b>G10 L3 P1</b>	Inicie o registro ou altere a sequência do grupo de ferramentas.
<b>P1 L1000 Q1</b>	Selecione o grupo 1 com uma contagem de vida de 1000 e um tipo de contagem de vida baseado em ciclo. Assuma que o grupo existe e que apenas a contagem de vida foi atualizada.
<b>T1</b>	Adicione too1 1 ao grupo 1 usando os deslocamentos H e D da ferramenta 1.
<b>T2 H1 D1</b>	Adicione a ferramenta 2, mas use os deslocamentos H e D da ferramenta 1.  Suponha que a ferramenta já existia no grupo, mas H e D foram alterados.
<b>P2 L5000 Q1</b>	Selecione o grupo 2 com uma contagem de vida de 5000 com um tipo de contagem de vida baseado em ciclo. Assuma que o grupo não existia, portanto será adicionado.
<b>T3</b>	Adicione a ferramenta 3 ao grupo 2.
<b>T4</b>	Adicione a ferramenta 4 ao
<b>G11</b>	grupo 2 Fim da sequência G10.

**G10 L3 Formato 3 – Excluir dados de vida útil da ferramenta**

A linha G10 L3 P2 para iniciar a sequência. A próxima linha especifica o grupo P\_, a ser excluído. Vários grupos podem ser especificados para exclusão nas linhas a seguir, conforme necessário. A função G10 é então cancelada com G11.

Formatar:

G10 L3 P2

P\_\_

...

P\_\_

...

G11

Exemplo: Excluir grupos de ferramentas selecionados.

<b>G10 L3 P2</b>	Inicie a sequência de exclusão de dados de vida útil da ferramenta.
<b>P1</b>	Excluir grupo 1.
<b>P2</b>	Excluir grupo 2.
<b>G11</b>	Fim da sequência G10.

**G10 L10 – Valor de compensação da geometria para o código H O**

deslocamento do código H pode ser definido individualmente com G10 L10.

O bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G10 L10 P\_\_ R\_\_

Ou a versão modal:

G10 L10

P\_\_ R\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L10 especifica a configuração do deslocamento do código H, P é novamente o número do deslocamento a ser definido (deslocamento #1 = P1, deslocamento #2 = P2, etc.). R é o valor de compensação.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente na correção da ferramenta. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao corretor de ferramenta desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

#### **G10 L11 – Valor de compensação de desgaste para código H O**

deslocamento de desgaste do código H pode ser ajustado individualmente com G10 L11.

O bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G10 L11 P\_\_ R\_\_

Ou a versão modal:

G10 L11

P\_\_ R\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L11 especifica a configuração do deslocamento de desgaste do código H, P é novamente o número de deslocamento a ser definido (deslocamento #1 = P1, deslocamento #2 = P2, etc.). R é o valor de compensação.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente na correção da ferramenta. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao corretor de ferramenta desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

#### **G10 L12 – Valor de compensação da geometria para o código D O**

deslocamento do código D pode ser definido individualmente com G10 L12.

O bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G10 L12 P\_\_ R\_\_

Ou a versão modal:

G10 L12

P\_\_ R\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L12 especifica a configuração do deslocamento do código D, P é novamente o número do deslocamento a ser definido (deslocamento #1 = P1, deslocamento #2 = P2, etc.). R é o valor de deslocamento.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente na correção da ferramenta. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao corretor de ferramenta desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

### **G10 L13 – Valor de compensação de desgaste para o código D A**

compensação de desgaste do código D pode ser ajustada individualmente com G10 L13.

O bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G13 L11 P\_\_ R\_\_

Ou a versão modal:

G10 L13

P\_\_ R\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

L13 especifica a configuração do deslocamento de desgaste do código D, P é novamente o número de deslocamento a ser definido (deslocamento #1 = P1, deslocamento #2 = P2, etc.). R é o valor de compensação.

No modo G90, absoluto, os valores na linha G10 serão inseridos diretamente na correção da ferramenta. Quando no modo G91, incremental, os valores serão **adicionados** ao corretor de ferramenta desejado. Esta é uma grande diferença na funcionalidade e deve-se tomar cuidado para garantir que o modo correto esteja ativo para o efeito desejado.

### **G10 L20 – Configuração Adicional de Deslocamento de**

**Fixação** Deslocamentos adicionais de fixação, G54.1 Pxx, também podem ser definidos usando G10. A configuração desses deslocamentos é a mesma, exceto que é feita usando L20. Os deslocamentos de fixação adicionais herdados (consulte a seção de compensação de fixação deste manual para obter mais detalhes) ainda podem ser definidos com G10. A tabela a seguir mostra o número P de compensação de fixação adicional e seu número P G10 correspondente, bem como as compensações herdadas. Observe que G54.1 P1 é o mesmo deslocamento que G59 P7, portanto, G10 L20 P1 e G10 L2 P7 definem os mesmos valores de deslocamento.

Começando com a configuração adicional do deslocamento do dispositivo de fixação, o bloco G10 terá a seguinte aparência:

Formato: G10 L20 P\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Ou a versão modal:

G10 L20

P\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

...

G11

A versão modal multilinha deve ser cancelada com G11.

<b>G54.1 P__1</b>	<b>G10 L20 P__1</b>	<b>Legado G59 P__7</b>	<b>Legado G10 L2 P__7</b>
2	2	8	8
3	3	9	9
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
248	248	254	254

Exemplo: Defina G54.1 Deslocamento de fixação P5 para X3.0, Y3.4, Z-10.0 em um programa.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L20 P5 X3.0 Y3.4 Z-10.0</b>	Defina os valores de deslocamento do dispositivo de fixação G54.1 P5
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Exemplo: A versão modal do G10 L20.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha inicial segura
<b>G10 L20</b>	Inicie a sequência G10 L20 Defina G54.1
<b>P5 X3.0 Y3.4 Z-10.0</b>	P5 valores de deslocamento do dispositivo de fixação
<b>P6 X2.0 Y2.1 Z-8.0</b>	Defina os valores de deslocamento do dispositivo de fixação G54.1 P6
<b>G11</b>	Cancelar G10 L20
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

O deslocamento da cabeça é definido usando G10 L20 P0. Observe o L20 para deslocamento da cabeça. Todos os outros valores são definidos no mesmo formato como os outros deslocamentos de fixação.

Exemplo: Defina o deslocamento do deslocamento do cabeçote para X-3.0, Y1.5, Z-8.0 em um programa.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G10 L20 P0 X-3.0 Y1.5 Z-8.0</b>	Definir valores de deslocamento do deslocamento da cabeça
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G10 L50 – Configuração de Parâmetros**

G10 L50 permite configurar os parâmetros de controle da máquina programaticamente e é modal.

Formato: G10 L50

N\_\_ R\_\_

...

N\_\_ R\_\_

G11

L50 especifica o modo de configuração do parâmetro, N especifica o número do parâmetro e R especifica o novo valor do parâmetro. R pode ser inserido como um número decimal ou um número binário. Os números binários são lidos do bit heist para o bit mais baixo e devem ter pelo menos 8 caracteres com zeros à esquerda, se necessário.

Exemplo: Defina o parâmetro 6712 (total de peças usinadas) para 5 via binário e depois para 101 via decimal.

<b>G10 L50</b>	Inicie a sequência de parametrização.
<b>N6012 R00000101</b>	Definir 6712 = 5. (0b0000000101 == 5)
<b>N6012 R101</b>	Definir 6712 = 101
<b>G11</b>	Fim da sequência G10.

Os parâmetros podem ser lidos em programas de código G através da função PRM[].

Exemplo: Leia o parâmetro 6712 como um número e como um valor de bit.

<b>#100=PRM[6012]</b>	Leia o parâmetro 6012 na variável comum #100.
<b>#101=PRM[6012, 2]</b>	Leia o bit 1 do parâmetro 6712 na variável comum #100. Se o bit 2 for definido, #101 será 1, caso contrário, #101 será 0.

**G11 – Cancelar Modal G10**

Para finalizar o estado modal G10, um G11 deve ser chamado. G11 deve ser especificado em sua própria linha. O único G10 que é sempre modal é a configuração G10 L3 (gerenciamento da vida útil da ferramenta).

Formato: G11

**G12/G13 – Interpolação do Círculo Estes**

códigos são usados para cortar um círculo usando a posição atual como ponto central. Palavras, I e J, definem o raio do círculo e a direção de entrada. G12 cortará um círculo no sentido horário e G13

cortará no sentido anti-horário. Também é possível cortar um bolsão circular maior especificando Q para o raio inicial e P para a quantidade de avanço. Isso pode ser útil para cortar um bolso circular ou

uma ranhura de identificação.

Formato 1: G12/13 I\_\_ J\_\_ F\_\_

Formato 2: G12/13 I\_\_ J\_\_ P\_\_ Q\_\_

Veja a figura 12-1 para um gráfico do movimento. A posição atual será o centro do círculo.

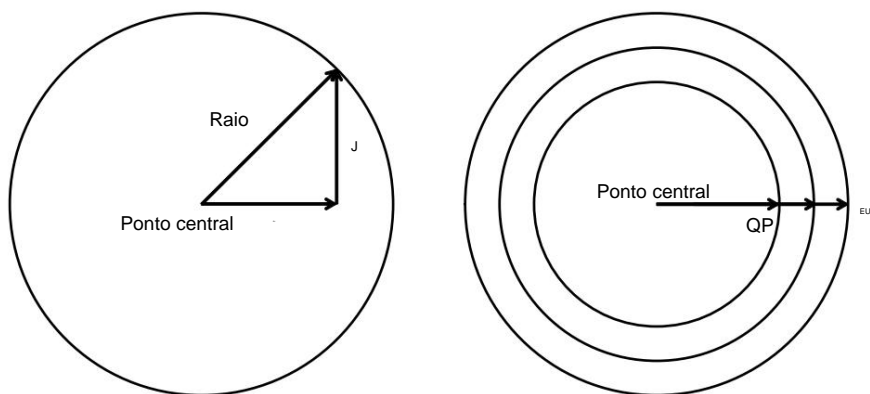


Figura 12-1: Movimento da ferramenta durante a interpolação do círculo

Exemplo: Corte um círculo de raio de 1,0 polegada centrado em X1,5 Y0,25. Entrada ao longo do eixo X.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura, modo absoluto, plano XY
<b>G0 X1,5 Y,25</b>	Mover para a posição inicial
<b>G13 I1.0 F30.0</b>	Cortar círculo
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Eixo Z para zero da máquina
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Exemplo: Corte o mesmo círculo, mas com uma inclinação de 45°. ( $X=1*\cos(45^\circ)=.7071$ ,  $Y=1*\sin(45^\circ)=.7071$ )

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura, modo absoluto, plano XY
<b>G0 X1,5 Y,25</b>	Mover para a posição inicial
<b>G13 I0.7071 J0.7071 F30.0</b>	Cortar círculo
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Eixo Z para zero da máquina
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

### G15/G16 – Coordenadas Polares Para

habilitar o comando de posicionamento de coordenadas polares G16 em um programa. A configuração é modal e permanecerá ativa até que G15, cancelamento de coordenada polar, seja comandado ou o sistema seja reinicializado. No modo de coordenadas polares, os pontos finais do movimento são especificados como um raio e um ângulo, cuja origem é determinada pela configuração do modo de posição absoluta/incremental (consulte G90/G91). No modo de posição absoluta, a origem do posicionamento é o ponto zero do sistema de coordenadas do usuário. No modo de posição incremental, a origem é a posição atual.

Formato: G16 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_

A configuração atual do plano determina qual palavra é raio e qual é ângulo.

G17 – Plano XY – X é o raio, Y é o ângulo

G18 – Plano ZX – Z é o raio, X é o ângulo

G19 – Plano YZ – Y é o raio, Z é o ângulo

Movimentos lineares e em arco podem ser programados no modo de coordenadas polares. Ao programar movimentos de arco com G02 e G03, use R para especificar o raio do arco.

Exemplo: Veja a figura 15-1 para a exibição do caminho da ferramenta do seguinte programa.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha inicial segura, modo absoluto, plano XY
<b>G16</b>	Habilitar modo de coordenada polar Mover para o
<b>G0 X1.0 Y45.0</b>	raio 1 e 45° da origem Movimento em arco de raio
<b>G3 X1.0 Y135.0 R0.75 F60.0</b>	0,75, ponto final no raio 1,0 e ângulo 135° Movimento linear
<b>G1 X2.25 Y180.0</b>	para raio 2,25 ângulo 180° Movimento em arco de raio 5 .,
<b>G3 X2.25 Y0 R5.0</b>	ponto final no raio 2,25, ângulo 0 Movimento linear para o
<b>G1 X1.0 Y45.0</b>	raio 1,0, ângulo 45° Desabilitar o modo de coordenada polar
<b>G15</b>	Eixo Z para o zero da máquina
<b>G0 G53 Z0.0</b>	
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso



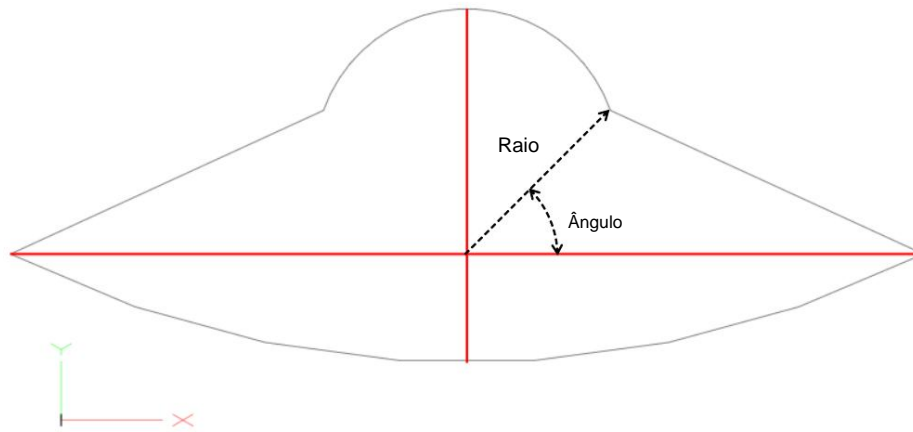


Figura 15-1: Caminho da ferramenta do exemplo do modo de coordenada polar

### **G17/G18/G19 – Seleção de plano**

Arcos, círculos e ciclos de perfuração requerem a seleção de um plano. Os três eixos X, Y e Z definem três planos disponíveis XY, ZX e YZ, consulte a figura 17-1. O terceiro eixo define o topo do plano, este eixo também é conhecido como normal, veja a figura 17-2. A seleção de um plano é feita especificando um dos três códigos G: G17 para XY, G18 para ZX e G19 para YZ. Estes são códigos G modais e permanecerão ativos até que outro plano seja selecionado ou o sistema seja redefinido. A seleção de plano padrão é G17.

Todos os movimentos de arco e circular ocorrerão em um único plano. A direção do movimento, no sentido horário ou anti-horário, é vista da direção normal, consulte a figura 17-2.

Os ciclos fixos de perfuração também requerem a seleção de um plano. Neste caso todas as posições dos furos estarão localizadas no plano selecionado e o eixo normal será o eixo de furação. Por exemplo, no plano XY, o eixo Z é o eixo de furação.

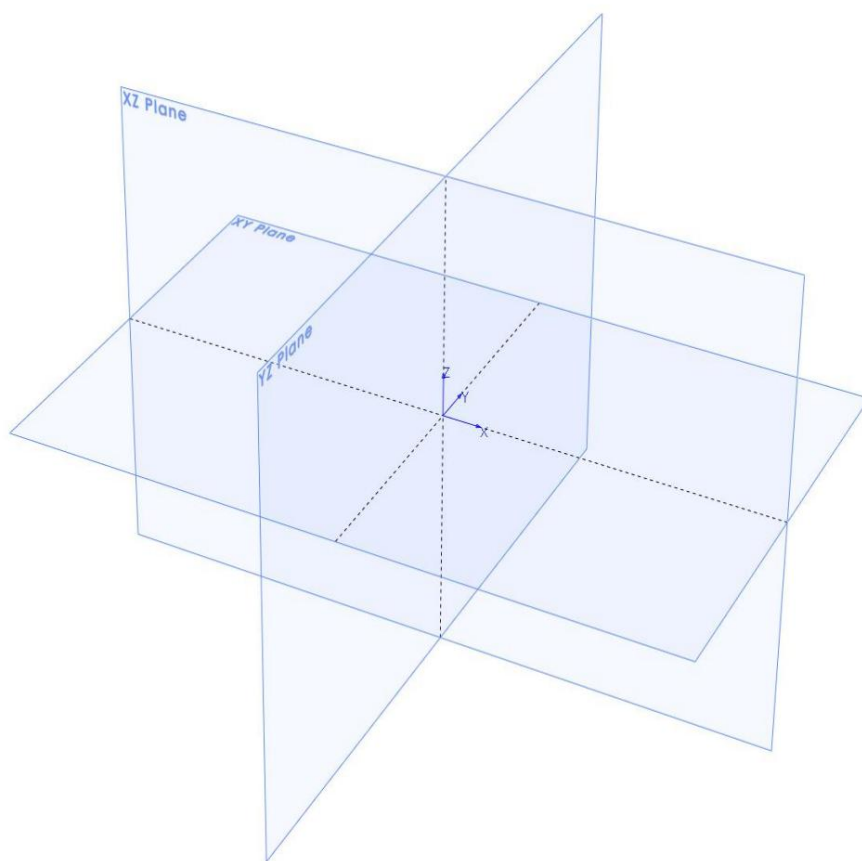


Figura 17-1: Planos

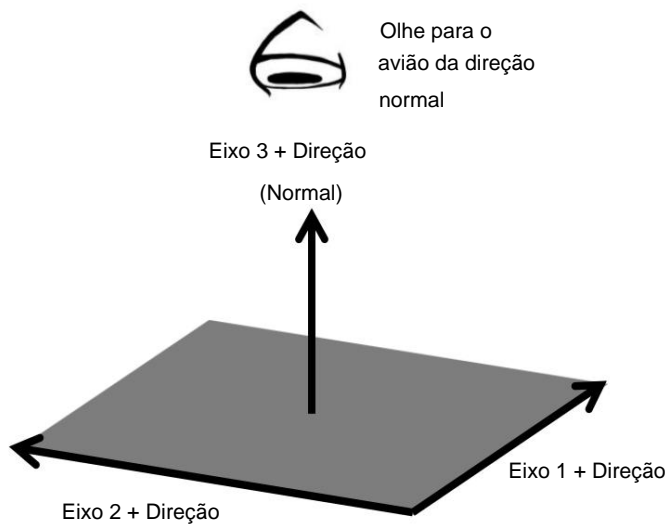


Figura 17-2: Orientação do plano

### **G20/G21 – Seleção da unidade**

As unidades de programação são selecionadas usando G20 para polegadas e G21 para milímetros. Use esses códigos G para especificar as unidades apenas no programa; a configuração não afetará Mach DRO, definições de configuração ou compensações.

## G28 – Retorno Zero

Esta função é usada para enviar um ou mais eixos para a posição inicial através de um ponto intermediário. Tenha cuidado ao usar esta função. Se não for totalmente compreendido, o movimento resultante pode diferir muito do esperado. Quando usado corretamente, o ponto intermediário pode ser útil para evitar obstáculos no caminho direto para a posição inicial, veja a figura 28-1.

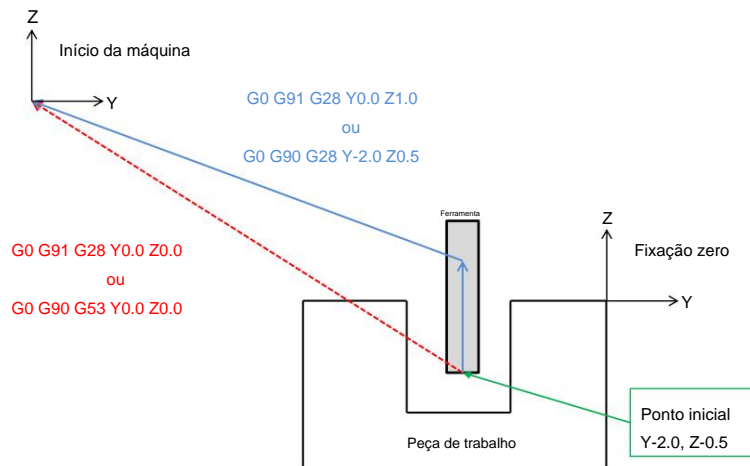


Figura 28-1: Retorno zero via ponto intermediário

Formato: G28 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Este não é um código modal e só estará ativo no bloco em que for especificado. Seguindo o G28 estão os eixos a serem enviados para casa. Por exemplo, para enviar o eixo Z de volta ao programa de posição inicial: G28 Z0.0. O valor especificado com a letra do eixo especifica o ponto intermediário.

Veja um exemplo de programa:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X1.0 Y.5 Z1.0</b>	Posição rápida para apontar
<b>G28 Z0.0</b>	Enviar o eixo Z para casa através do ponto Z0
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Ao ler o programa, há um bloco de inicialização segura que define a máquina para o modo de posição absoluta. A próxima linha faz com que a máquina se mova para o ponto X1, Y.5, Z1. no sistema de coordenadas definido pelo deslocamento de fixação G54. Agora para o bloco G28. Esta linha de código, G28 Z0, dá instruções para enviar o eixo Z para a posição inicial através do ponto Z0. O movimento será o seguinte: Primeiro, o eixo Z mergulhará até o ponto Z0 e depois retornará para casa. Se não for intencional, este movimento pode resultar em uma ferramenta quebrada ou peça descartada. Para evitar esse movimento não intencional, o formato de programação comum é o seguinte:

G91 G28 Z0

Nesse caso, o ponto intermediário é um movimento incremental de 0 polegada, resultando em nenhum movimento antes que o eixo Z volte para casa.

### G28.1 – Eixo inicial

G28.1 posiciona fisicamente os eixos especificados. Se mais de um eixo for especificado, então os eixos serão retornados na ordem especificada pela configuração de controle. Os valores dos parâmetros são ignorados, exceto no caso de P. Se P for especificado, o eixo fora da banda correspondente será referenciado. Os valores válidos para P são P6 a P11. P só pode ser especificado uma vez.

Formato: G28.1 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_ P\_\_

### G30 – 2º, 3º, 4º Retorno a Zero G30 funciona

da mesma forma que G28, deslocando a máquina para um ponto de retorno a zero através de um ponto intermediário. No entanto, em vez de enviar a máquina para a posição inicial, o movimento G30 termina em um 2º, 3º ou 4º ponto de retorno zero definido pelo usuário, especificado por P2, P3 ou P4, respectivamente. Se P for omitido, o 2º ponto de retorno zero é selecionado. Isso é útil para trocadores de ferramentas que não estão localizados na posição inicial ou em qualquer outra aplicação.

Formato: G30 P\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

O 2º ponto de retorno zero é definido por # variáveis como segue:

Eixo	P2 # Variáveis	P3 # Variáveis	P4 # Variáveis
x	5301	5311	5321
Y	5302	5312	5322
Z	5303	5313	5323
A	5304	5314	5324
B	5305	5315	5325
C	5306	5316	5326

Os valores de posição nas variáveis # podem ser definidos em um programa ou no modo MDI.

**G31/G31.X – Função apalpador** Também

conhecida como função skip, G31 permite a utilização de apalpadores de peças e ferramentas. Múltiplos apalpadores podem ser usados, G31 para apalpador 1, G31.1 apalpador 2, G31.2 apalpador 3 e G31.3 apalpador 4. O movimento é definido ao longo de eixos lineares, em um formato semelhante ao G01, com uma taxa de avanço.

Formato: G31 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ F\_\_

A máquina se moverá em direção ao ponto final especificado, ao mesmo tempo em que busca a ativação da entrada do apalpador. Quando a entrada da sonda é ativada, a posição atual é registrada em # variáveis de acordo com a tabela abaixo e o movimento é interrompido. A posição registrada pode então ser usada para calcular desvios de ferramenta, desvios de trabalho, medir peças, etc.

<b>Eixo</b>	<b>Posição do usuário G31 Variáveis</b>	<b>Máquina G31 Variáveis de posição</b>
x	#5061	#5071
Y	#5062	#5072
Z	#5063	#5073
A	#5064	#5074
B	#5065	#5075
C	#5066	#5076

**G32 – Rosqueamento**

É possível cortar roscas utilizando um fuso para girar a peça de trabalho e uma ferramenta de rosqueamento não rotativa. Roscas retas, cônicas e rolantes podem ser cortadas usando este comando. O feedback da velocidade do fuso de um codificador, pulso de índice, tacômetro ou outro dispositivo é necessário para esta operação. A sincronização do eixo de alimentação com a velocidade do fuso cria uma rosca precisa; no entanto, a aceleração do eixo pode causar variações no passo da rosca, especialmente no início e no final da rosca. O programa de compensação é uma rosca ligeiramente mais longa para dar ao eixo tempo para acelerar. A quantidade de comprimento de rosca extra varia de acordo com as especificações da máquina. As alterações na velocidade do fuso e na taxa de avanço afetarão a qualidade e a precisão da rosca. O uso do modo de velocidade de superfície constante também pode resultar em variações no avanço da rosca ao cortar roscas cônicas ou rolantes; em vez disso, use o modo RPM constante G97. Durante o movimento de rosqueamento, a velocidade do fuso e as substituições da taxa de avanço serão desativadas e a máquina funcionará a 100%. A retenção de alimentação será atrasada, se pressionada a máquina irá parar no final do movimento de enfiar.

Formato: G32 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ F\_\_

O ciclo de rosqueamento G32 é um único movimento linear sincronizado com a velocidade do fuso. F especifica o avanço ou passo da rosca. Por exemplo, uma rosca de 20 TPI teria um passo de 0,05 polegadas, então programe F.05. Por padrão, o movimento é um movimento linear básico com taxa de alimentação sincronizada. Construtores de máquinas e usuários avançados têm a opção adicional de criar códigos M personalizados para especificar o vetor de alimentação para criar roscas personalizadas.

Exemplo: Rosqueie uma haste de ¼-20 presa no fuso, 1" de comprimento de rosca.

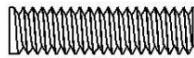
<b>G0 G90 G54 G18 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X0.3 Y0.0 Z0.1</b>	posição rápida
<b>G97 S1000 M3</b>	Inicie o eixo em 1000 RPM
<b>G0 X0,22</b>	Mover para a posição inicial para áspero
<b>G32 X0,22 Z-1,0 F,05</b>	Cortar linha reta
<b>G0 X0,3</b>	Retrair eixo X
<b>Z0.1</b>	Retrair eixo Z
<b>X0,21</b>	Mover para a posição inicial para terminar
<b>G32 X0.21 Z-1.0 F.05</b>	Cortar linha reta
<b>G0 X0,3</b>	Retrair eixo X
<b>Z0.1</b>	Retrair eixo Z
<b>G53 Z0.0 M5</b>	Z para casa e parar o fuso
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

As roscas também podem ser cortadas com um cone adicionando o ponto final adequado.

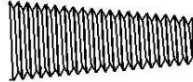
Exemplo: Corte a mesma rosca do exemplo anterior com conicidade 0,03.

<b>G0 G90 G54 G18 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X0,3 Y0,0 Z0,1</b>	posição rápida
<b>G97 S1000 M3</b>	Inicie o eixo em 1000 RPM
<b>G0 X0,22</b>	Mover para a posição inicial para áspero
<b>G32 X0,25 Z-1,0 F,05</b>	Cortar rosca cônica
<b>G0 X0,3</b>	Retrair eixo X
<b>Z0,1</b>	Retrair eixo Z
<b>X0,21</b>	Mover para a posição inicial para terminar
<b>G32 X0,24 Z-1,0 F,05</b>	Cortar rosca cônica
<b>G0 X0,3</b>	Retrair eixo X
<b>Z0,1</b>	Retrair eixo Z
<b>G53 Z0,0 M5</b>	Z para casa e parar o fuso
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Linha reta



Rosca cônica



Rolar tópico

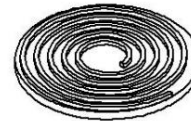


Figura 32-1: Tipos básicos de rosca

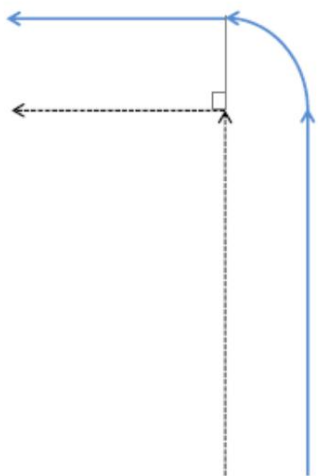
#### **G40 – Cancelar compensação da ferramenta**

G40 cancela o modo de compensação da ferramenta.

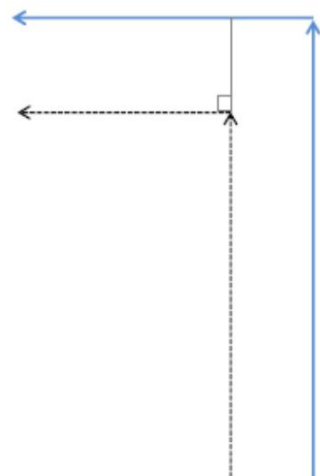
#### **G40.1 – Compensação da fresa tipo arco G40.1**

seleciona o modo de compensação da fresa tipo arco. Neste modo, os cantos externos irão gerar um caminho arredondado, o que proporciona um movimento mais suave em altas taxas de avanço, consulte a figura 401-1, G40.1. Os modos de composição do cortador podem ser alterados em tempo real, figura 401-2. Consulte a seção [de compensação do cortador](#) deste manual para obter mais detalhes e limitações.





G40.1 – Arc type

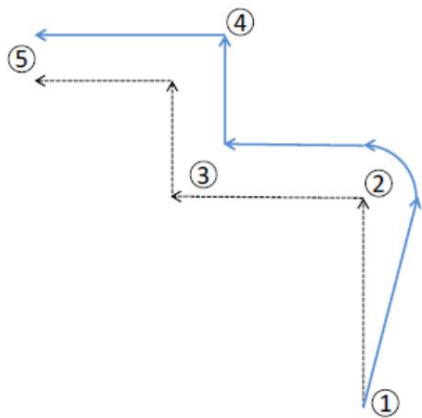


G40.2 – Line offset type

-----> Programmed tool path

—————> Cutter comp tool path

Figure 401-1: Cutter compensation types.



```

G00 G90 G54 G17 G40 G49 G80
① G0 X1.5 Y-.75 Z1.
S1000 M3
G1 Z-.25 F30.
G40.1
② G42 P.10 Y0
③ X.5
④ G40.2 Y1
⑤ X0
G40
G0 G53 Z0
M30
    
```

-----> Programmed tool path

—————> Cutter comp tool path

Figure 401-2: G42 cutter compensation path.

#### **G40.2 – Compensação da cortadora do tipo offset da linha**

G40.2 seleciona o modo de compensação da cortadora do tipo offset da linha. Neste modo, os cantos externos irão gerar um caminho quadrado, veja a figura 401-1, G40.2. Os modos de composição do cortador podem ser alterados em tempo real, figura 401-2. Consulte a [seção de compensação do cortador](#) deste manual para obter mais detalhes e limitações.

#### **G41/G42 – Compensação da cortadora Esquerda/Direita**

Ativa a compensação da cortadora à esquerda (G41) ou à direita (G42) do caminho da cortadora por um valor especificado em um deslocamento selecionado por D.

Formato: G1 G42 D\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ F\_\_

Para obter informações detalhadas, consulte [a seção de compensação do cortador](#) deste manual.

#### **G43/G44 – Offset do Comprimento da**

**Ferramenta** Ativa um offset do comprimento da ferramenta selecionado com H. Quando ativado, os DROs de posição serão atualizados para mostrar a posição do ponto de programa da ferramenta, geralmente a ponta. A correção da ferramenta pode ser aplicada na direção positiva com G43 ou na direção negativa com G44. Geralmente G43 será usado para aplicar a correção da ferramenta. Existem várias maneiras de rebater uma ferramenta e determinar o valor de correção, consulte as correções da ferramenta no manual de operação para obter mais detalhes, mas todas são chamadas e aplicadas  
mesma maneira.

Formato: G43 H\_\_ X\_\_ Y\_\_ Z\_\_

Se as posições do eixo forem especificadas no mesmo bloco de G43, a máquina se moverá para o ponto comandado.

Se os eixos forem omitidos, não haverá movimento.

#### **G49 – Cancelar Desvio do Comprimento**

**da Ferramenta** G49 cancela o desvio do comprimento da ferramenta. Se nenhum movimento for comandado no bloco G49, não haverá movimento da máquina.

#### **G50 – Cancelar escala G50**

cancela escala.

**G51 – Função Escala/Espelamento** Quando

ativada, a função escala multiplica todas as posições comandadas pelo fator de escala especificado.

Os DROs e compensações não são afetados, mas o movimento comandado de um programa ou da tela MDI é afetado.

Formato: G51 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Especifique o eixo a ser dimensionado e o fator de escala desejado. Por exemplo:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	segura Posição rápida para apontar (a posição X é 4.)
<b>G51 X2.0</b>	Ativar escala no eixo X (fator de escala = 2)
<b>G0 X5.0</b>	Posição rápida para apontar (a posição X é 10.)
<b>G50</b>	Cancelar
<b>G0 X5.0</b>	escalonamento Posição rápida para apontar (a posição X é 5.)
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Quando a escala estiver ativa, os movimentos de posição serão calculados multiplicando a posição comandada pelo fator de escala. No exemplo acima, o fator de escala no eixo X é definido como 2 e, em seguida, movido para X5. é comandado. A posição final real deste movimento será 5 \* 2 = 10. Portanto, o eixo X se move para 10.

Tenha cuidado ao usar a escala, os resultados podem ser imprevisíveis dependendo da complexidade do programa.

Por exemplo, se G52 X2 Y4 for programado seguido de um movimento de arco no plano XY, o arco NÃO será dimensionado 2x no eixo X e 4x no eixo Y para obter uma elipse. As posições inicial e final serão as esperadas, mas o movimento de uma para a outra pode não ser. Verifique e verifique novamente a exibição do caminho da ferramenta antes de executar o programa.

Para espelhar um programa, insira um valor de escala negativo. Por exemplo:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	Posição rápida para apontar (a posição X é 4.)
<b>G51 X-1.0</b>	Espelho eixo X (fator de escala = 1)
<b>G0 X5.0</b>	Posição rápida para apontar (a posição X é -5.)
<b>G50</b>	Cancelar
<b>G0 X5.0</b>	escalonamento Posição rápida para apontar (a posição X é 5.)
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

### G52 – Mudança do Sistema de Coordenadas Local

A configuração do sistema de coordenadas local é uma mudança de trabalho programável. A configuração é global; todo o sistema é deslocado pelos valores especificados. Cada deslocamento do dispositivo de fixação será afetado, embora os valores reais do deslocamento do dispositivo de fixação não sejam alterados.

Formato: G52 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Para ativar um sistema de coordenadas local com G52, use o formato acima. A configuração de um sistema de coordenadas local é como definir um deslocamento de fixação. No bloco G52, especifique os eixos desejados para definir e o valor do deslocamento. Por exemplo (consulte a figura 52-1 para o caminho da ferramenta):

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida
<b>G0 X-4.0 Y0.0 Z1.0</b>	segura Posição rápida para o
<b>G12 I2.0 F30.0</b>	ponto Corte do círculo com raio
<b>G52 X7.0</b>	2,0 Sistema de coordenadas local ativo, deslocamento X
<b>G0 X-4.0 Y0.0 Z1.0</b>	= 7 Rápido para o mesmo ponto inicial Corte do mesmo
<b>G12 I2.0 F30.0</b>	círculo com raio 2,0 Sistema de coordenadas local
<b>G52 X0.0</b>	cancelado Fim do programa e retrocesso
<b>M30</b>	

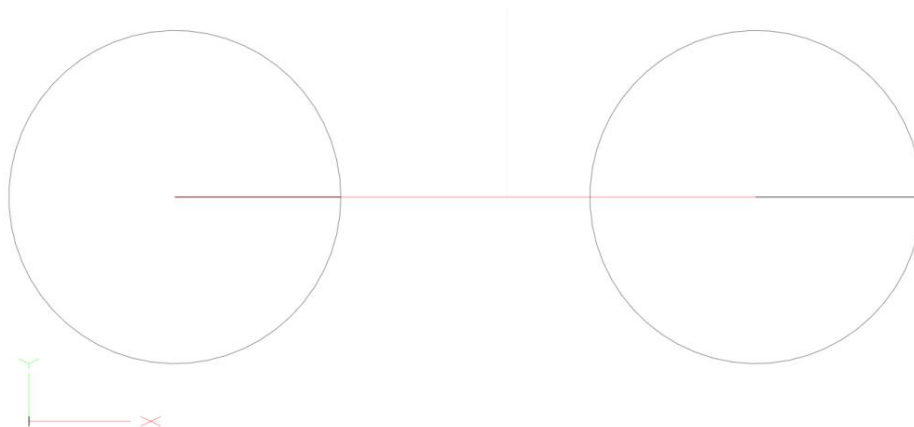


Figura 52-1: Exemplo de caminho de ferramenta do programa.

Uma vez definida, a configuração permanecerá até que seja cancelada por outro G52 ou o sistema seja reinicializado. Como no exemplo acima, um sistema de coordenadas local pode ser cancelado especificando o eixo com um valor zero. Isso efetivamente define o deslocamento do sistema de coordenadas local para zero, sem efeito.

**G53 – Sistema de Coordenadas da Máquina**

Embora a maior parte do posicionamento da máquina ocorra em um sistema de coordenadas criado pelo usuário, às vezes é benéfico programar as posições no sistema de coordenadas da máquina. G53 é um código não modal, ativo apenas para o bloco no qual é especificado, código G que permite ao usuário realizar movimentos de posicionamento no sistema de coordenadas da máquina. Isso pode ser útil para mover para uma posição de carga/descarga no final de um programa ou mover para um local de troca de ferramenta em uma macro de troca de ferramenta. Esta também é uma maneira muito mais segura de retornar à posição inicial da máquina, G53 X0 Y0 Z0, do que usar G28, pois não há posição intermediária com a qual se preocupar.

Formato: G53 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	Posição rápida em G54
...	corpo do programa
<b>G53 Z0.0</b>	Retorne diretamente para a posição inicial Z
<b>G53 X10.0 Y0.0</b>	Mover para a posição de carga/descarga
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

No exemplo acima, os dois últimos movimentos de posicionamento são feitos no sistema de coordenadas da máquina.

Esses dois blocos podem ser os mesmos para todos os programas dessa máquina.

**G54-G59 – Offset de Fixação**

Esses códigos G são usados para selecionar o deslocamento de fixação ativo em um programa. O deslocamento do dispositivo de fixação permanecerá ativo até que outro seja chamado ou o sistema seja reinicializado. É possível usar vários offsets de fixação em um único programa.

**G54.1 – Deslocamentos Adicionais de Fixação**

Deslocamentos de fixação adicionais são fornecidos para usuários com muitos acessórios/peças/configurações. Existem 248 compensações adicionais disponíveis.

Formato: G54.1 P\_\_

P especifica o número do deslocamento adicional, de 1 a 248.

A versão anterior do Mach usa G59 P7, P8 e assim por diante. Esses deslocamentos herdados ainda podem ser usados no lugar do G54.1.

G59 P7 = G54.1 P1, G59 P8 = G54.1 P2, e assim por diante. G54.1 é mais consistente com máquinas industriais.

Consulte a seção de compensação de fixação do Mach4 Mill Operations Guide para obter mais detalhes sobre a configuração de compensações de fixação.

### G60 – Aproximação Unidirecional Nos

casos em que a folga mecânica causa erros de posicionamento, a abordagem unidirecional pode ser usada para aumentar a precisão. G60 é um código não modal, quando especificado em um bloco de movimento, o movimento se moverá para o ponto final a partir de uma distância e direção definidas pelo parâmetro, consulte a figura 60-1. A distância e a direção do movimento de aproximação são especificadas definindo valores em # variáveis conforme mostrado na tabela a seguir:

Eixo	# Variável
x	5440
Y	5441
Z	5442
A	5443
B	5444
C	5445

Formato: G60 G0/G1 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_

Quando a abordagem unidirecional é usada em um ciclo de perfuração, o movimento do eixo Z não é afetado. Os ciclos de mandrilamento G76 e G87 têm uma troca de ferramenta que também não é afetada pela abordagem unidirecional G60.

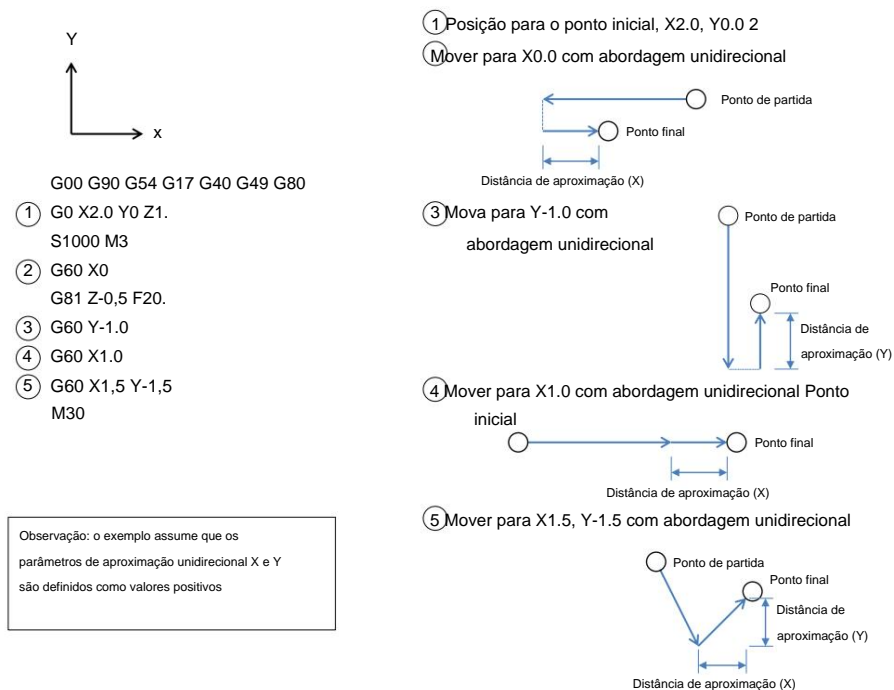


Figura 60-1: Abordagem unidirecional.

**G61 – Modo de Parada Exata**

No modo de parada exata, a máquina desacelera até parar completamente no final de cada movimento comandado, consulte a figura 9-1. Este é um código modal, uma vez ativado permanecerá ativo até ser cancelado. Para cantos agudos e posicionamento simples, este modo funciona bem. No entanto, quando o código se torna mais complexo ou em fresamento lateral com arcos, o modo de parada exata produzirá movimento brusco e marcas testemunhadas na peça de trabalho. Para a maioria dos trabalhos de fresamento, use G64.

**G64 – Modo de velocidade constante**

No modo de velocidade constante, Mach tentará manter a taxa de avanço mesmo em cantos agudos. Como resultado, os cantos vivos serão ligeiramente arredondados e a máquina pode nunca atingir o ponto programado antes de uma mudança de direção. A magnitude desses erros de posição será determinada pela capacidade de aceleração da máquina e pela taxa de avanço programada. Na maioria dos casos, o erro será muito pequeno para ser percebido ou afetará o funcionamento da peça. O corte será mais rápido e suave com melhores acabamentos e sem marcas de paragem. Este será o modo ativo durante a maior parte do tempo de usinagem. É modal e ficará ativo até que o modo de parada exata seja ativado.

**G65 – Chamada de Macro**

As macros funcionam como subprogramas (consulte M98 na página 86), mas permitem que os valores sejam passados do programa principal na forma de variáveis locais. Os programas de macro podem usar essas variáveis locais passadas a ele para alterar as dimensões da peça, selecionar recursos, ajustar as taxas de avanço ou qualquer outra coisa que o usuário precise alterar.

Formato: G65 P\_\_\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_ ...

O número do programa desejado a ser chamado é especificado por P. Os argumentos restantes são determinados pelo programa de macro que está sendo chamado. Os valores desses argumentos serão passados para variáveis locais para uso no programa de macro. Os argumentos disponíveis e as variáveis correspondentes são mostrados na tabela abaixo.

Endereço	Variável	Endereço	Variável	Endereço	Variável
A	#1	.	#4	T	#20
B	#2	J	#5		#21
C	#3	k	#6	V	#22
D	#7	M	#13	C	#23
E	#8	Q	#17	x	#24
F	#9	R	#18	Y	#25
H	#11	S	#19	Z	#26

A chamada de macro G65 é não modal e não tem opção de repetição, o subprograma de macro será executado apenas uma vez por chamada G65. Para obter mais informações sobre a programação de macro e a disponibilidade e uso de # variáveis, consulte o Guia de programação de macro Mach4.

**G66 – Chamada Modal de Macro**

Às vezes é útil executar a mesma macro em diferentes posições (semelhante aos ciclos fixos de furação) ou com diferentes parâmetros. G66 é uma chamada de macro modal, a macro é chamada e os valores passados da mesma forma que G65, mas G66 permanece ativo até ser cancelado. O(s) bloco(s) seguinte(s) ao G66 podem conter novas posições e variáveis para rodar a macro novamente.

Formato: G66 P\_\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_ ...  
 A\_\_ B\_\_ C\_\_ ...  
 G67

Mais informações sobre programação de macro estão disponíveis no Guia de programação de macro Mach4.

**G67 – Cancelamento de Chamada Modal de Macro**

G67 cancela a chamada modal macro.

**G68 – Rotação do Sistema de Coordenadas É**

possível girar um programa em torno de um ponto especificado usando o comando de rotação do sistema de coordenadas.

É especificado da seguinte forma:

Formato: G68 X\_\_ Y\_\_ R\_\_

O comando só está disponível no plano XY (G17) e é modal. X e Y especificam o ponto ao redor do qual o programa será girado e R especifica o ângulo. Um valor positivo para R irá girar o programa no sentido anti-horário ao olhar para o plano da direção positiva.

Uma vez que o comando de rotação é dado, todos os movimentos de comando ocorrerão neste sistema girado. Com efeito, os eixos X e Y da máquina irão rodar o valor especificado por R.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida
<b>G0 X0.0 Y0.0 Z1.0</b>	segura Posição rápida para
<b>G68 X0.0 Y0.0 R45.0</b>	o ponto Gire 45° no sentido anti-horário em torno de
<b>G0 X1.0</b>	X0, Y0 Posição rápida para X1.
<b>G69</b>	Cancelar a rotação
<b>M30</b>	Fim do programa e rebobinar

No exemplo acima, a máquina se moverá para X0, Y0 e então iniciará a rotação da coordenada de 45°. O próximo movimento é um movimento puramente do eixo X para X1. No entanto, como o sistema de coordenadas foi girado, o eixo X atual está, na verdade, a 45° do eixo X real da máquina. Quando o movimento ocorrer, os eixos X e Y se moverão para o ponto programado. Neste caso os DROs lerão X.7071 e Y.7071. Veja a figura 68-1.



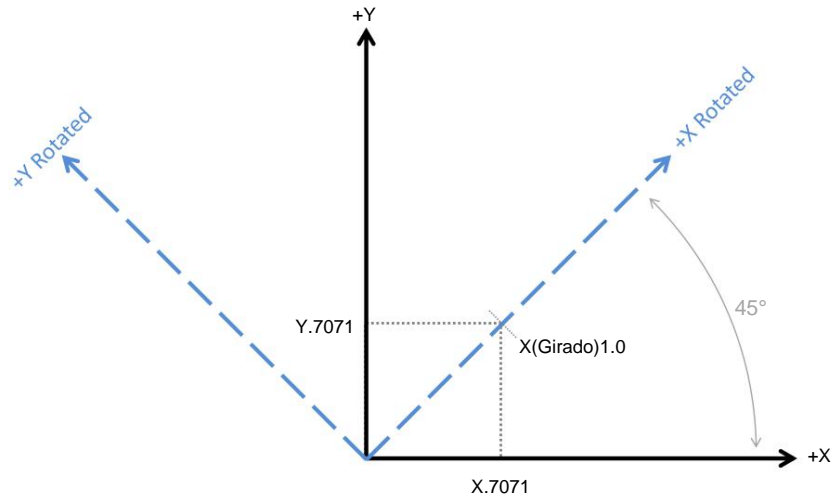


Figura 68-1: Rotação do sistema de coordenadas (G68 X0 Y0 R45)

As coordenadas X.7071 e Y.7071 podem ser comprovadas usando geometria simples ou funções trigonométricas.

A rotação do sistema de coordenadas é útil em muitas aplicações. Combinada com uma sonda parcial, a função pode fornecer muita potência e precisão. Ao sondar uma peça para encontrar sua localização, também é possível determinar se a peça está fixada perpendicularmente aos eixos ou se está orientada em algum ângulo. Se a peça estiver inclinada em um ângulo, ela pode ser compensada automaticamente, resultando em peças de maior qualidade.

**Limitações:** No modo de rotação do sistema de coordenadas, os códigos G relativos ao retorno ao ponto de referência (G27, G28, G29, G30, etc...) sistema de coordenadas atual) não deve ser especificado. O movimento correto não será executado. Se algum desses códigos G for necessário, especifique-o somente após cancelar o modo de rotação do sistema de coordenadas.

O primeiro comando de movimento após o comando de cancelamento da rotação do sistema de coordenadas (G69) deve ser especificado com valores absolutos. Se um comando de movimento incremental for especificado, o movimento correto não será executado.

Por padrão, o sistema de coordenadas da peça é girado, mas as exibições da posição do eixo não. Definir o parâmetro 1800 como 1 fará com que todas as exibições de posição do eixo incluam a rotação.

#### **G69 – Cancelar Rotação do Sistema de Coordenadas**

G69 cancela um comando de rotação do sistema de coordenadas. A máquina volta ao funcionamento normal.

**G73-G89 – Ciclos Fixos** Os ciclos

fixos são códigos G especiais usados para simplificar a programação. Consulte a seção [Ciclos fixos deste manual](#) para informações detalhadas.

<b>código G</b>	<b>Descrição</b>	<b>Formatar</b>	<b>página</b>
G73	Peck de alta velocidade	G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_	63
G74	Toque reverso	G74 X_ Y_ Z_ R_ F_	66
G76	Perfuração fina	G76 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ P_ F_ G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_	68
G80	Cancelamento de ciclo fixo	G80	58
G81	Perfuração	G81 X_ Y_ Z_ R_ F_	59
G82	rosto manchado	G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_	60
G83	Perfuração Peck de Poço Profundo	G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_	61
G84	tocando	G84 X_ Y_ Z_ R_ F_	65
G85	Mandrilar, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	G85 X_ Y_ Z_ R_ F_	70
G86	Perfuração, retração em rápido, fuso desligado	G86 X_ Y_ Z_ R_ F_	71
G87	Perfuração Traseira	G87 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ F_ G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_	72
G88	Perfuração, retração manual	G88 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_	74
G89	Perfurar, Permanecer, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_	75

**G90/G91 – Modo de Posição Absoluta/Incremental** No modo de

posição absoluta, a máquina se moverá para a posição comandada no sistema de coordenadas da peça de trabalho ativa.

Exemplo: Escreva um programa para mover para as posições dos furos na figura 90-1 no modo de posição absoluta.

Suponha que a máquina comece na posição X0, Y0, e termine o programa em X0, Y0.

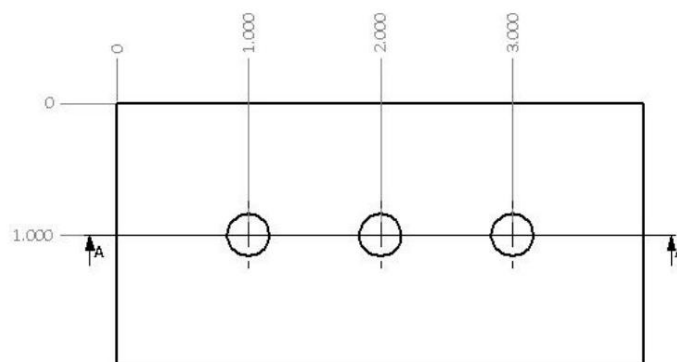


Figura 90-1: Exemplo de padrão de furo

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G90</b>	Modo de posição absoluta
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Rápido para o 1º buraco
<b>X2.0</b>	Rápido para o 2º furo
<b>X3.0</b>	Rápido para o 3º buraco
<b>X0,0 Y0,0</b>	Rápido de volta para 0, 0
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

No modo de posição incremental, os movimentos comandados são interpretados como distância e direção da posição atual. Um comando de X1 moverá 1 na direção positiva, NÃO necessariamente para o ponto X1 no sistema de coordenadas do usuário.

Exemplo: Escreva um programa para mover para as posições dos furos na figura 90-1 no modo de posição incremental.

Suponha que a máquina comece na posição X0, Y0, e termine o programa em X0, Y0.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G91</b>	Modo de posição incremental
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Rápido para o 1º buraco
<b>X1.0</b>	Rápido para o 2º furo
<b>X1.0</b>	Rápido para o 3º buraco
<b>X-3.0 Y1.0</b>	Rápido de volta para 0, 0
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Compare isso com o programa do G90. Como o ponto de partida é X0, Y0 em ambos os exemplos, o movimento para o 1º buraco é o mesmo. No entanto, se a máquina iniciasse em X1, Y1, o programa de posição absoluta ainda estaria correto, o programa incremental seria deslocado pelo local inicial. Por esse motivo, é importante garantir que o modo adequado esteja ativado para o programa em uso. Uma boa linha de partida segura sempre conterá um G90 ou G91. Esses códigos G são modais e permanecerão ativos até que o outro seja especificado.

**G90.1/G91.1 – Modo de centro de arco absoluto/incremental** Esta configuração

afeta os arcos quando programados no formato I, J, K. No modo de centro do arco absoluto, os valores I, J, K designam a posição do centro do arco no sistema de coordenadas do usuário. No modo de centro de arco incremental, os valores I, J, K designam a distância e a direção do centro do arco a partir do ponto inicial. Veja a figura 2-1 para uma descrição gráfica.

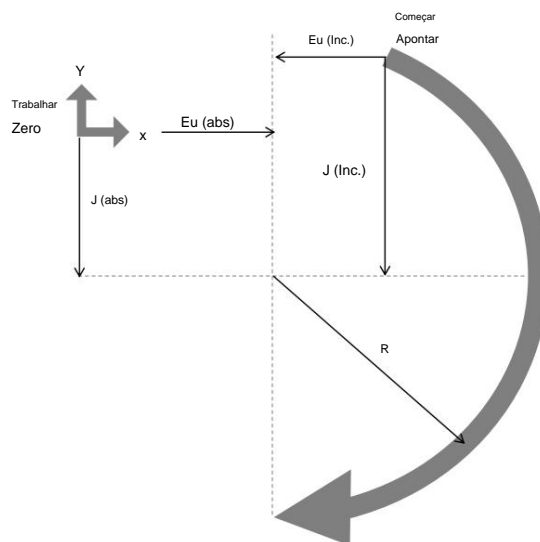


Figura 2-1: Percurso do ponto da ferramenta em interpolação circular e helicoidal (G02).

Exemplo: Programar um arco centrado em 1,0, 0,0 no plano XY com raio 2. Ponto inicial em 3,0,0,0 e varrer 90 graus no sentido anti-horário. Programe duas vezes, uma vez no modo de centro de arco incremental e uma vez no modo de centro de arco absoluto.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G91.1</b>	Modo de centro de arco incremental
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X3.0 Y0.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o plano rápido Z
<b>G1 Z0.0 F10.0</b>	Mergulho Z na taxa de avanço
<b>G3 X1.0 Y2.0 I-2.0 J0.0 F10.0</b>	movimento de arco
<b>G0 Z.5</b>	Retrair Z para plano rápido
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G90.1</b>	Modo de centro de arco absoluto
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X3.0 Y0.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o plano rápido Z
<b>G1 Z0.0 F10.0</b>	Mergulho Z na taxa de avanço
<b>G3 X1.0 Y2.0 I1.0 J0.0 F10.0</b>	movimento de arco
<b>G0 Z.5</b>	Retrair Z para plano rápido
<b>G0 G53 Z0.0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Observe a diferença nos valores I dos programas de exemplo. Ambos os programas produzirão o mesmo arco.

#### **G92 – Configuração do Sistema de Coordenadas Local**

O sistema de coordenadas pode ser definido emitindo G92 no programa. Esta função difere de G52 (Mudança do Sistema de Coordenadas Local) na forma como é especificada. Enquanto G52 é especificado com valores de deslocamento, G92 é especificado com a posição do eixo desejada. O efeito é global e deve ser usado com cautela.

Formato: G92 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ A\_\_ B\_\_ C\_\_

Usando o formato acima, especifique um valor para o eixo desejado. Quando G92 é especificado, os DROs de posição são atualizados para os valores especificados. A configuração do sistema de coordenadas local será cancelada quando um G92.1 for especificado ou o sistema for redefinido.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	Movimento rápido, posição atual X4, Y0, Z1
<b>G92 X1.0 Y2.0 Z3.0</b>	Defina o sistema de coordenadas local, posição atual X1, Y2, Z3
<b>G92.1</b>	Cancelar sistema de coordenadas local, posição atual X4, Y0, Z1
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

G92 foi usado para configuração de compensação de fixação antes que as compensações de fixação estivessem disponíveis. Recomenda-se que os deslocamentos de fixação sejam usados em vez de usar G92. O valor do deslocamento da configuração G92 não é imediatamente conhecido pelo usuário, por isso os resultados podem ser imprevisíveis quando os deslocamentos do dispositivo de fixação e G92 são combinados.

### **G93 – Alimentação de Tempo Inverso**

O avanço de tempo inverso é mais comumente usado para o movimento da máquina contendo pelo menos um eixo rotativo, no entanto, essa não é a única aplicação. Em vez de especificar uma velocidade, é especificado um tempo para completar o movimento. A seguinte fórmula é usada para determinar F:

$$\text{F} = \frac{\text{Tempo}}{\text{Comprimento}}$$

Quando o feed de tempo inverso está ativo, uma palavra F é necessária em cada bloco de código que contém um movimento de feed.

### **G94 – Alimentação Por Minuto**

G94 é a configuração de taxa de avanço mais comum. Especifique a taxa de alimentação desejada em unidades/minuto. Neste modo, a taxa de avanço é modal e não é necessária em todos os blocos de movimento de avanço.

### **G95 - Avanço por revolução**

Nas fresadoras, a configuração de avanço por rotação é mais comumente usada para ciclos de rosqueamento. Neste modo, a taxa de avanço é especificada em unidades/revolução do fuso. No caso de rosqueamento, a taxa de avanço pode ser ajustada conforme o passo do macho. Para cada revolução do fuso, a máquina moverá as unidades especificadas. O modo de avanço por rotação requer feedback de RPM do fuso.

### **G96 – Velocidade de Superfície Constante**

A velocidade do fuso pode ser especificada de duas maneiras. Uma delas é a velocidade de superfície constante. Neste modo, Mach tentará manter a velocidade de superfície constante com base no diâmetro de corte. A velocidade de superfície é especificada em unidades de superfície por minuto. No modo polegadas, são pés de superfície por minuto, no modo milimétrico, são metros de superfície por minuto.

### **G97 - RPM constante**

Neste modo, a velocidade do fuso é especificada em rotações por minuto. Esta é a configuração mais comum para fresadoras.

### G98 – Retorno ao Ponto Inicial

G98 especifica que um ciclo fixo termina no nível Z inicial. A máquina também retornará ao ponto inicial antes de um movimento rápido para a próxima posição. O retorno ao ponto inicial é útil para evitar etapas em peças ou grampos de fixação sem adicionar uma quantidade significativa de tempo de ciclo. Consulte a figura 98-1.

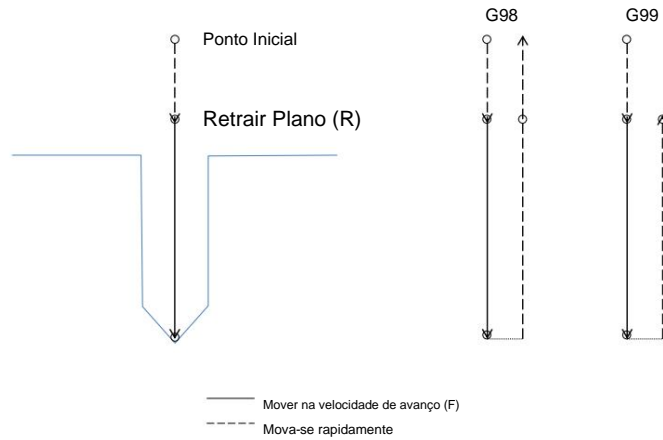


Figura 98-1: Configuração de retorno do ponto inicial e R.

### G99 – Retorno do Ponto R

G99 especifica que um ciclo fixo termina no nível R programado, consulte a figura 98-1. Ao fazer furos em uma placa plana, G99 pode ser usado para reduzir o movimento excessivo da máquina diminuindo o tempo de ciclo.

## Capítulo 3: Ciclos Fixos

G73	Peck de alta velocidade	G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_
G74	Toque reverso	G74 X_ Y_ Z_ R_ F_
G76	Perfuração fina	G76 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ P_ F_ G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_
G80	Cancelamento de ciclo fixo	G80
G81	Perfuração	G81 X_ Y_ Z_ R_ F_
G82	rosto manchado	G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_
G83	Perfuração Peck de Poço Profundo	G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_
G84	tocando	G84 X_ Y_ Z_ R_ F_
G85	Mandrilar, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	G85 X_ Y_ Z_ R_ F_
G86	Perfuração, retração em rápido, fuso desligado	G86 X_ Y_ Z_ R_ F_
G87	Perfuração Traseira	G87 X_ Y_ Z_ R_ I_ J_ F_ G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_
G88	Perfuração, retração manual	G88 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_
G89	Perfurar, Permanecer, Retrair na Alimentação, Eixo Ligado	G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_

Os ciclos fixos são usados para reduzir a complexidade do programa. Por exemplo, perfurar um furo de 1 polegada com profundidade de picareta de 0,1 polegada usaria 30 linhas de código regular, mas com um ciclo fixo esse mesmo furo pode ser concluído em apenas 2 linhas de código. Mais importante, se vários furos forem necessários, apenas 1 linha extra de código por furo será necessária. Há uma variedade de ciclos fixos para diferentes tipos de furos, incluindo furação, mandrilamento e rosqueamento.

Todos os ciclos de usinagem de furo se comportam de maneira semelhante e geralmente contêm os mesmos parâmetros. O significado de cada parâmetro pode mudar dependendo de duas configurações. A primeira é a configuração do modo absoluto ou incremental (G90/G91) conforme definido anteriormente neste manual. A segunda é a seleção do ponto de retorno G98 retorno do ponto inicial ou retorno do ponto G99 R.

A seleção do plano (G17/G18/G19) também pode afetar os ciclos de usinagem do furo. O posicionamento ocorrerá no plano ativo e a operação de furação será no eixo normal. Por exemplo, em G17 (Plano XY), a posição do furo estará no plano XY e o eixo de perfuração será Z. Em G18 (Plano ZX), o posicionamento será no plano ZX e o eixo de perfuração será Y. Para os fins deste manual todos os exemplos e definições estarão no plano XY (G17).



O formato básico de um ciclo fixo é o seguinte:

Gcc **G98/99** Xxx Yyy Zzz Qqq Rrr Ppp Lll Fff\_\_ \_\_ \_\_ \_\_  
Xxn Yyn\_\_  
**G80**

cc Número do ciclo fixo desejado (ou seja, 81, 83, 74, etc)

xx Em G90: Posição X do centro do primeiro furo em relação ao ponto zero de trabalho atual

Em G91: Distância e direção ao longo do eixo X até o ponto central do primeiro furo a partir da posição atual

aa Em G90: Posição Y do ponto central do primeiro furo em relação ao ponto zero de trabalho atual

Em G91: Distância e direção ao longo do eixo Y até o ponto central do primeiro furo a partir da posição atual

zz Em G90: Posição Z do fundo do furo em relação ao ponto zero de trabalho atual

Em G91: Distância e direção ao longo do eixo Z, do ponto R, até o fundo do furo

qq Incremento de passo em caso de furação profunda, sempre positivo

rr Plano de retração, posição de retração entre os passos, no modo G99 este é o plano rápido

pp Dwell, em milissegundos, no fundo do furo

eu Número de repetições

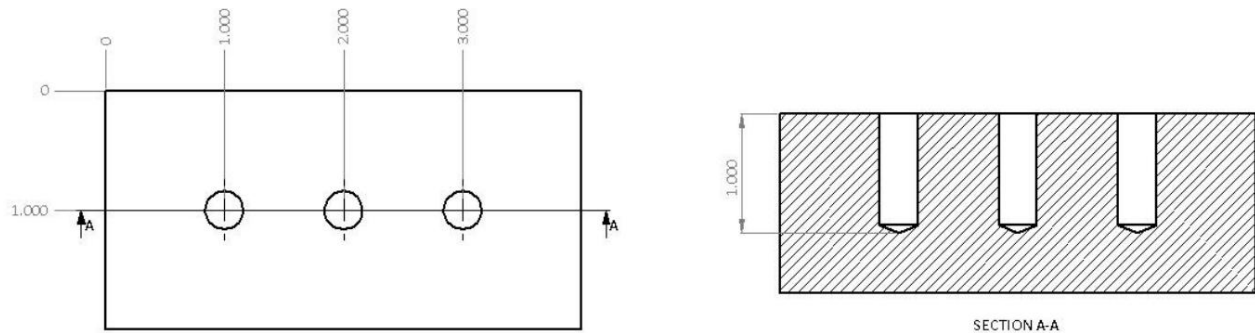
ff Taxa de alimentação

xn Posição do eixo X do furo n, mesmas regras aplicadas a xx

yn Posição do eixo Y do furo n, mesmas regras aplicadas a yy

Observe que nem todos os argumentos aparecerão em todos os ciclos e há alguns casos especiais que serão discutidos.

Figura 2: Exemplo de padrão de furo



**G80 – Cancelamento de Ciclo Fixo**

Para finalizar um ciclo fixo deve-se chamar um G80. G80 deve ser especificado em sua própria linha para evitar movimentos não intencionais. Por exemplo:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G81 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 F10</b>	Início do ciclo de perfuração
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

## Perfuração

### G81 – Furação Este

é um ciclo de furação reta. A ferramenta simplesmente se move para a posição, avança até o fundo do furo e retrai rapidamente para o ponto R ou para o ponto inicial. Consulte a figura 81-1 para obter um gráfico do movimento da ferramenta.

O formato é o seguinte:

G81 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

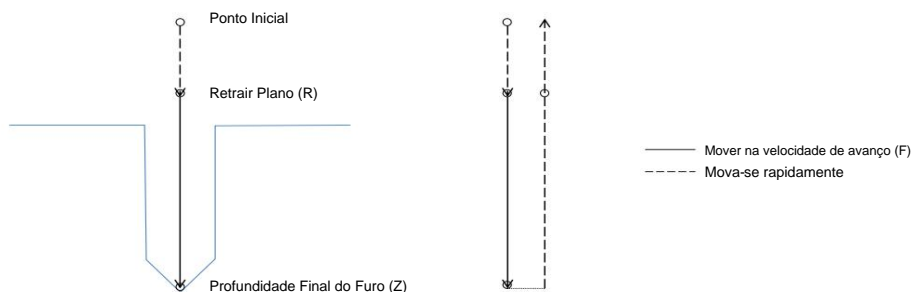


Figura 81-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G81. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo: Crie o programa para os furos mostrados na Figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G81 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 F10</b>	Início do ciclo de perfuração
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G82 – Spot Face Spot**

face adiciona a capacidade de permanecer na parte inferior do furo por um período de tempo especificado. O movimento real da ferramenta é o mesmo do ciclo G81, porém com o tempo de espera é possível obter melhor precisão e acabamento no fundo do furo. Isso é útil para chanfrar, rebaixar e facear. O

formato é o seguinte:

G82 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

P – habitar

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

Exemplo:

Crie um programa de chanfro para os furos mostrados na figura 2, aguarde 0,2 segundos.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G82 G99 X1.0 Y-1.0 Z-.200 P.2 R.25 F10</b>	Início do ciclo de perfuração pontual
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G83 – Furação Peck** Furação

Peck é um ciclo utilizado para furação profunda. O ciclo permite a quebra e remoção de cavacos e melhor aplicação de refrigerante ao retrain totalmente a ferramenta do furo entre os passos. A quantidade de retração é controlada pelo parâmetro 5115. Este movimento de retração e mergulho para a profundidade anterior são movimentos rápidos, cada passo é um movimento de avanço na taxa de avanço especificada. Consulte a figura 83-1 para obter um gráfico do movimento da ferramenta.

**Parâmetro 5115:** Valor inteiro 0 a 32767

**Unidade de Dados:**

Sistema de incremento	É B	Unidade
Entrada em polegadas	0,0001	polegada
Entrada milimétrica	0,001	milímetros

**Padrão:** 100 (0,0100 polegadas) para máquinas em polegadas. 250 (0,25 mm) para máquinas métricas.

O formato é o seguinte:

G83 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ Q\_\_ R\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

Q - Quantidade de Peck

R - Plano de retração

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

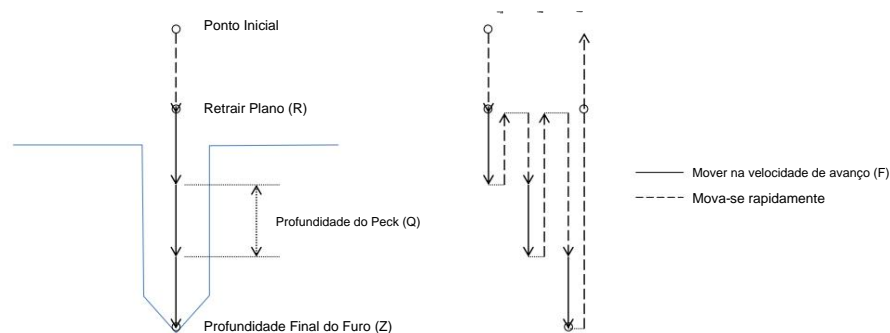


Figura 83-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G83. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo:

Crie o programa para os furos mostrados na figura 2 usando uma profundidade de pico de 0,1.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G83 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 Q.1 R.25 F10</b>	Início do ciclo da broca pica-pau
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G73 – Picada de alta velocidade**

Em materiais que produzem cavacos fibrosos longos, um ciclo de picagem de alta velocidade pode ser usado para quebrá-los.

Ao contrário do ciclo G83 que retrai completamente para fora do furo após cada passo, o ciclo G73 retrai apenas por um valor predefinido no parâmetro 5114. Consulte a figura 73-1. Essa retração curta ajuda a reduzir os tempos de ciclo quando uma retração completa é desnecessária.

**Parâmetro 5114:** Valor inteiro 0 a 32767

**Unidade de Dados:**

Sistema de incremento	É B	Unidade
Entrada em polegadas	0,0001	polegada
Entrada milimétrica	0,001	milímetros

**Padrão:** 250 (0,0250 polegadas) para máquinas em polegadas. 600 (0,6 mm) para máquinas métricas.

O formato:

G73 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ Q\_\_ R\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

Q - Quantidade de Peck

R - Plano de retração

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

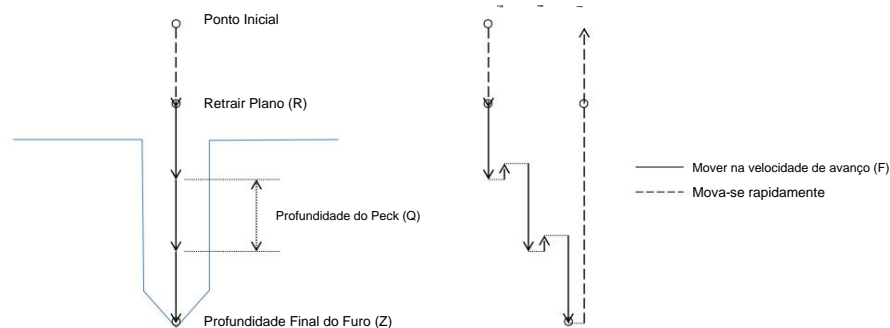


Figura 73-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G73. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo:

Crie o programa para os furos mostrados na figura 2 usando uma profundidade de pico de 0,025.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G73 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 Q.1 R.25 F10</b>	Início do ciclo da broca pica-pau
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso



## tocando

### G84 – Rosqueamento Direita O ciclo

de rosqueamento é utilizado para criar furos roscados com um macho. O rosqueamento requer que a rotação do fuso e a taxa de avanço do eixo Z sejam combinadas, relacionadas ao passo da rosca que está sendo cortada. Existem duas maneiras de obter essa sincronização da velocidade do fuso e da taxa de avanço do eixo Z. Do lado da programação é mais fácil programar a taxa de avanço em unidades por revolução (G95). No modo avanço por rotação, a taxa de avanço comandada será simplesmente o passo da rosca. As roscas métricas são classificadas com o passo da rosca, ou seja,

A rosca M8x1,25 mm tem um passo de 1,25 mm. As roscas unificadas são classificadas por roscas por polegada, o que requer um pouco de cálculo para obter o passo, não se preocupe, é fácil. Basta dividir 1 polegada pelo TPI. Para um fixador de ¼-20, calcularíamos  $1/20 = 0,05$ , este é o passo. O problema é que usar alimentação por rotação requer alguma forma de feedback de rpm da máquina, nem todas as máquinas terão isso. Para as máquinas sem realimentação, o ciclo de rosqueamento pode ser programado no modo avanço por minuto (G94). Este método requer um pouco mais de matemática para obter a taxa de avanço correta com base na rotação do fuso e no passo da rosca.

A equação fica assim:  $RPM * Pitch = IPM$ . Para tocar naquele buraco de ¼-20 a 1500 RPM, primeiro precisamos calcular o passo, lembre-se de  $1/TPI = \text{Passo}$ , então  $1/20 = 0,05$ . Agora calculamos o avanço por minuto como  $1500 * 0,05 = 75 \text{ IPM}$ . É importante observar que se a velocidade do fuso for alterada, o avanço por minuto também deve ser alterado para corresponder. Agora que a matemática está feita, confira o formato do código:

```
G84 X__ Y__ Z__ R__ L__ F__
```

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

O movimento do ciclo de rosqueamento é direto, mas requer alguma descrição adicional. Consulte a Figura 84-1 para obter um gráfico do movimento da ferramenta. O movimento é muito semelhante a um ciclo de furação reta, sendo a ação do fuso a principal diferença. O fuso deve ser iniciado na direção direta antes de chamar o ciclo G84. A máquina se moverá para a posição do furo e o eixo Z se moverá para baixo até o plano R. O Z avançará até a profundidade especificada, então o fuso e o eixo Z irão parar e inverter a direção para retrair para fora do furo. Devido a pequenas variações de velocidade do fuso, taxa de avanço e acelerações em algumas máquinas, recomenda-se o uso de um cabeçote de rosqueamento especial. Um cabeçote permite que a torneira flutue um pouco, compensando essas variações, principalmente na parte inferior do

buraco.

Alterações na taxa de avanço ou na velocidade do fuso no meio do ciclo podem danificar a ferramenta e a peça de trabalho, por esse motivo, as substituições da taxa de avanço e da velocidade do fuso são desativadas. A máquina funcionará com 100% de sobreposição durante o ciclo. A retenção de alimentação também é desativada durante o ciclo. Se a retenção de avanço for pressionada, o movimento irá parar no final do ciclo de rosqueamento.

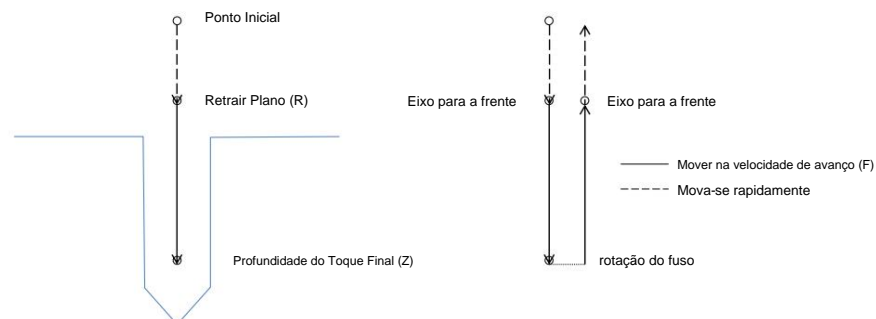


Figura 84-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G84. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo:

Crie o programa para abrir os furos mostrados na figura 2 até uma profundidade de 0,500 com um toque de 3/8-16 usando avanço/min.

$$1/16 = .0625$$

$$1000 * .0625 = 62,5$$

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S1000 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G84 G99 X1.0 Y-1.0 Z-.500 R.25 F62.5</b>	Início do ciclo de toque
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Toque no segundo buraco
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Toque no terceiro buraco
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

#### **G74 – Rosqueamento à Esquerda**

O rosqueamento à esquerda é igual ao rosqueamento à direita (G84), exceto que cortará roscas à esquerda. O fuso deve ser iniciado na direção inversa antes de chamar o ciclo G74.

**G84.2/G84.3 – Rosqueamento rígido direito e esquerdo** O rosqueamento

rígido pode ser executado em máquinas compatíveis. Como o nome indica, o macho é mantido rigidamente no eixo, não é necessário nenhum suporte de macho tipo tensão/compressão. Segurar o macho dessa maneira requer que a máquina tenha um controle preciso da velocidade do eixo, alimentação do eixo e feedback preciso das RPM do eixo. O eixo de rosqueamento será ajustado eletronicamente ao RPM do fuso. Use G84.2 para rosqueamento com a mão direita e G84.3 para rosqueamento com a mão esquerda. Veja a figura 84-1 para um gráfico do movimento.

Formato: G84.2/84.3 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_ J\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

P – Dwell em milissegundos

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

J – Velocidade do fuso para retração

Assim como outros ciclos de rosqueamento, as substituições da taxa de avanço e da velocidade do fuso são desabilitadas e definidas em 100% durante o ciclo. A retenção de avanço também não é efetiva até o final do ciclo de rosqueamento.

Exemplo:

Crie o programa para abrir os furos mostrados na figura 2 até uma profundidade de 0,500 com um toque de 3/8-16 usando avanço/ min. Toque a 1000 RPM, retraia a 2000 RPM

$1/16 = .0625$

$1000 * .0625 = 62,5$

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S1000 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G84.2 G99 X1.0 Y-1.0 Z-.500 R.25 F62.5 J2000</b>	Início do ciclo de rosqueamento rígido
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Toque no segundo buraco
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Toque no terceiro buraco
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

## Tedioso

### G76 – Mandrilamento

**fino** O ciclo de mandrilamento fino permite ao usuário parar o fuso e afastar a ferramenta da parede antes de retrain. Isso permite uma retração rápida sem deixar um arranhão na parede.

G76 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ I\_\_ J\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

ou

G76 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ Q\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

I – Distância e direção do deslocamento X

J – Distância e direção do deslocamento

Y Q – Distância do deslocamento (Sempre positivo. A direção e o eixo são definidos pelos bits 5 e 4 no parâmetro 5101)

P – Intervalo em milissegundos

L – Número de repetições F –

Taxa de alimentação

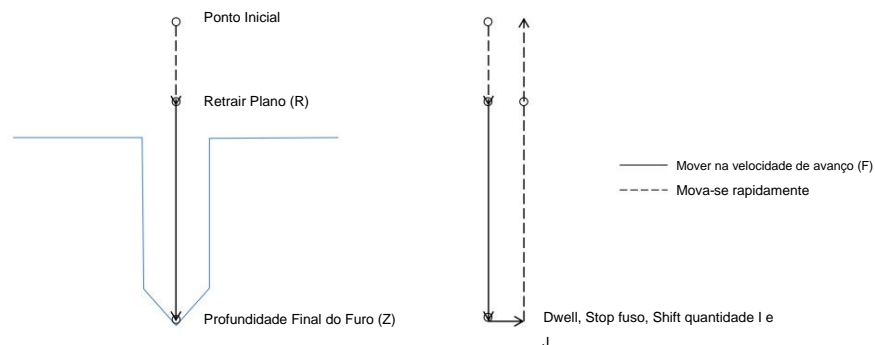


Figura 76-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G76. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Depois de avançar para o fundo do furo, a máquina com pausa para o tempo de espera especificado, o fuso irá parar na posição de orientação antes de fazer o movimento de deslocamento definido por I e J. Em máquinas com uma função de orientação do fuso chamada por M19, isso será tudo automático. No entanto, muitas máquinas não são capazes de orientar o fuso, portanto, a orientação deve ser feita manualmente. Devido à grande variedade de máquinas que lidam com a orientação do eixo de forma diferente, o script `spindleorient.mcs` controla como o

fuso é orientado, automática ou manualmente. Se a máquina não for capaz de orientação automática do fuso, o script de orientação do fuso deve comandar uma parada do fuso e uma parada obrigatória do programa.

Isso permitirá que o operador oriente manualmente o eixo antes que o movimento de deslocamento seja feito. Aqui está um exemplo da macro spindleorient.mcs para a orientação manual:

```
function spindleorient(orientação, direção) local inst =
  mc.mcGetInstance() -- Obtém a instância atual local rc =
  mc.mcCntlWaitOnCycleStart(inst, "Pressione Cycle Start quando o fuso estiver orientado.", 0) if rc ~= mc.
  MERROR_NOERROR então mc.mcCntlSetLastError(inst, "Spindle Orient Error") return

fim
fim

if (mc.mclnEditor() == 1) então
  fusoorient(0.0, 1) fim
```

Exemplo:

Crie o programa para fazer furos finos nos furos mostrados na figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha inicial
<b>T1 M6</b>	segura Troca de
<b>S2500 M3</b>	ferramenta Fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	inicial Posicionar no ponto inicial X e
<b>G43 H1 Z.5</b>	Y Ativar correção 1 da ferramenta e mover para o ponto inicial
<b>G76 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 I-.025 J0 F10.0</b>	Z Ciclo de furação fina, deslocar X-0,025 no fundo Perfurar o
<b>X2.0 Y-1.0</b>	segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G85 – Mandrilamento, Avanço Retrair** G85 é

um ciclo de mandrilamento reto, mais comumente usado para mandrilamento ou alargamento. A retração está na taxa de avanço programada com o fuso ligado.

G85 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

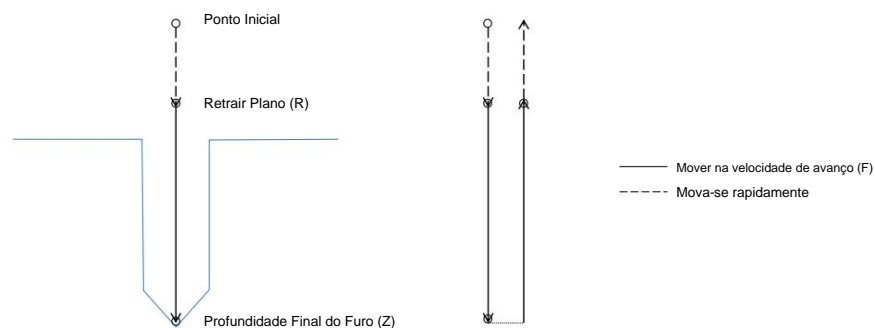


Figura 85-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G85. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo:

Crie o programa para fazer os furos mostrados na figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G85 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 F10.0</b>	Início do ciclo chato
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G86 – Mandrilamento, retração rápida**

G86 é um ciclo de mandrilamento reto. Antes de se retrair do furo, o fuso é parado. A retração é então realizada na taxa rápida. Isso deixará um arranhão ou vários arranhões onde as bordas cortantes estão em contato com a parede.

G86 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

P – Dwell em milissegundos

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

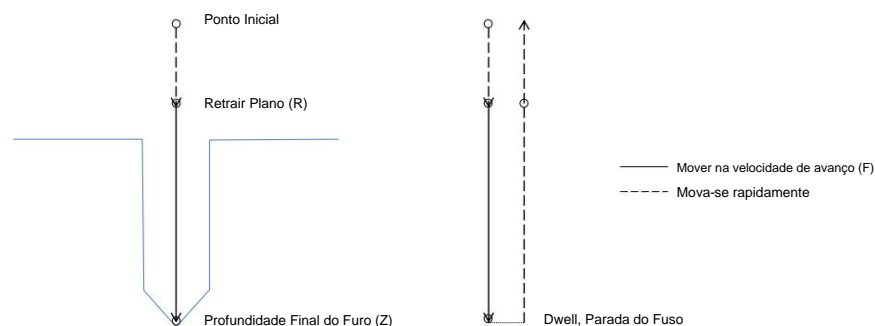


Figura 86-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G86. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo: Crie o programa para fazer os furos mostrados na figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G86 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 F10.0</b>	Início do ciclo chato
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G87 – Mandrilamento**

**reverso** G87 é um ciclo de mandrilamento reverso. Este é um ciclo útil para faceamento pontual, rebaixamento ou chanfro do lado de trás de uma peça. No início do ciclo, o fuso será parado na posição de orientação e a ferramenta deslocada do centro do furo pela distância e direção definidas por I e J. Para máquinas que não têm a capacidade de orientar o fuso, consulte o M19 exemplo de macro na descrição do ciclo G76. A ferramenta pode então ser posicionada no ponto R abaixo da peça de trabalho. Uma vez no ponto R, a ferramenta será posicionada no centro do furo e o fuso começará a executar a operação de retífica. Quando o ponto Z especificado for alcançado, a máquina orientará o fuso, deslocará pela quantidade I, J e retrairá de volta ao ponto inicial. Neste ciclo o ponto R sempre estará abaixo da peça de trabalho, não é um bom ponto para encerrar o ciclo. Por esse motivo este ciclo fixo sempre retornará ao ponto inicial, não é possível especificar um retorno ao ponto G99 R.

G87 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ I\_\_ J\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

G87 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ Q\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

I – Distância e direção do deslocamento X

J – Distância e direção do deslocamento

Y Q – Distância do deslocamento (Sempre positivo. A direção e o eixo são definidos pelos bits 5 e 4 no parâmetro 5101)

P – Intervalo em milissegundos

L – Número de repetições F –

Taxa de avanço

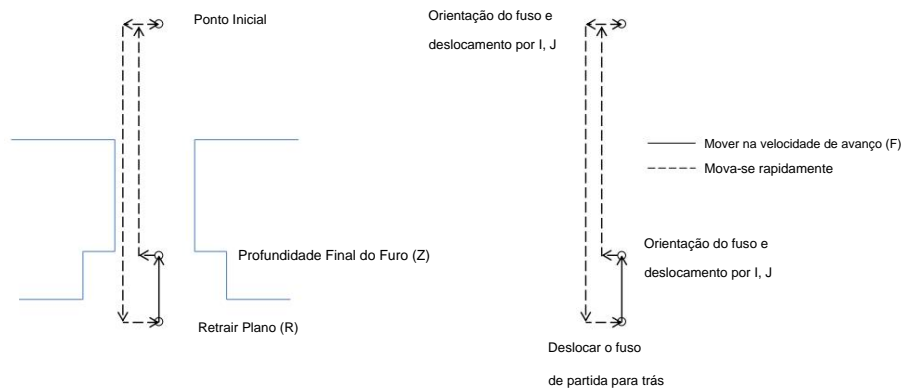


Figura 87-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G87. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.



Exemplo:

Crie o programa para furos passantes nas mesmas posições mostradas na figura 2. Profundidade passante de 1 polegada, profundidade de furo passante 0,150 polegada.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha inicial
<b>T1 M6</b>	segura Troca de
<b>S2500 M3</b>	ferramenta Fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	inicial Posicionar no ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ativar correção 1 da ferramenta e mover para o ponto inicial Z
<b>G87 G98 X1.0 Y-1.0 Z-0.85 R-1.05 I-.10 F10.0</b>	Início do ciclo de mandrilamento reverso (Shift -.1 no eixo X)
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G88 – Mandrilamento, Retração Manual**

Este ciclo de mandrilamento apresenta uma retração manual. Na parte inferior do furo, a pausa especificada é executada, então o fuso é parado e o programa pausado. O operador pode então retraindo manualmente a ferramenta do furo. Depois de retraindo o início do ciclo da ferramenta é pressionado para continuar a operação do programa.

G88 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

P – Dwell em milissegundos

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

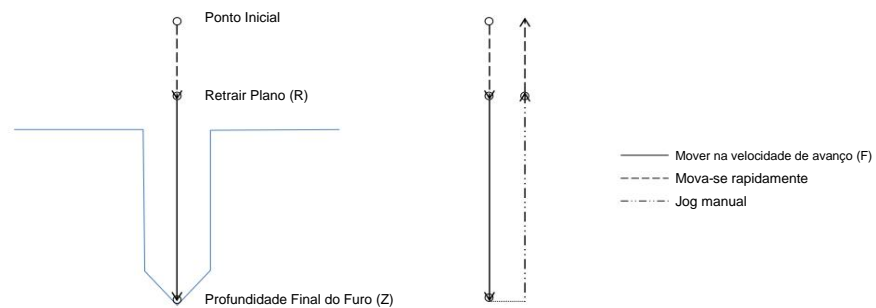


Figura 88-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G85.

Exemplo:

Crie o programa para fazer os furos mostrados na figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G88 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 F10.0</b>	Início do ciclo de perfuração, pausa para retração manual
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo, pausa para retração manual
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo, pausa para retração manual
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**G89 – Mandrilamento, Dwell e Taxa de Avanço Retrair**

Mesma função que G85 com a adição de um tempo de espera no fundo do furo.

G89 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ L\_\_ F\_\_

X, Y – Posição do furo no plano XY

Z - Ponto final do furo

R - Plano de retração

P – Dwell em milissegundos

L – Número de repetições

F - Taxa de alimentação

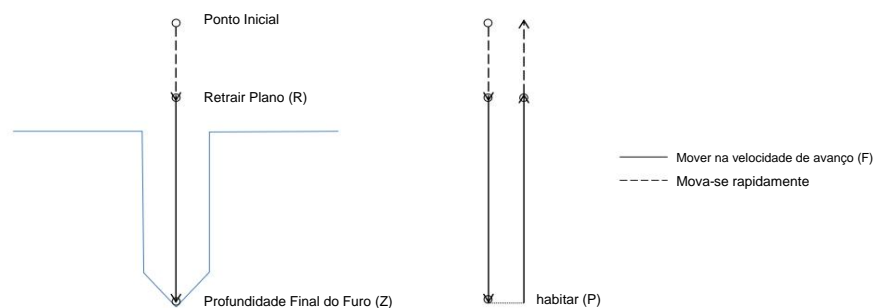


Figura 89-1: Movimento da ponta da ferramenta para o ciclo G89. A posição Z final será determinada pela configuração G98/99.

Exemplo:

Crie o programa para fazer os furos mostrados na figura 2.

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1 M6</b>	troca de ferramenta
<b>S2500 M3</b>	Iniciar fuso
<b>G0 X1.0 Y-1.0</b>	Posição para o ponto inicial X e Y
<b>G43 H1 Z.5</b>	Ative o corretor 1 da ferramenta e mova para o ponto inicial Z
<b>G89 G99 X1.0 Y-1.0 Z-1.0 R.25 P.250 F10.0</b>	Início do ciclo chato
<b>X2.0 Y-1.0</b>	Faça o segundo furo
<b>X3.0 Y-1.0</b>	Faça o terceiro furo
<b>G80</b>	Cancelamento de ciclo fixo
<b>G0 G53 Z0</b>	Retorne Z para casa
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

## Capítulo 4: Compensação do cortador

A compensação do cortador fornece ao usuário a capacidade de ajustar o caminho da ferramenta para variações no diâmetro do cortador da ferramenta. Ele pode ser usado de duas maneiras. Primeiro, ao programar manualmente, sem o auxílio do software CAM (Computer Aided Manufacturing), é muito mais fácil programar as dimensões reais da peça, programação da linha da peça. Isso evita que o programador tenha que calcular o caminho correto no centro da ferramenta quando a aresta estiver fazendo o corte. Quando dado um deslocamento de diâmetro adequado, a compensação do cortador fará os ajustes apropriados do caminho da ferramenta para cortar a peça corretamente. Essencialmente, a máquina faz a matemática para o programador. Em segundo lugar, com o uso mais difundido de sistemas CAM, o caminho da ferramenta já está ajustado para o diâmetro da ferramenta e a peça deve, em teoria, ser cortada perfeitamente no tamanho. Na prática, porém, existem muitos fatores que determinam o tamanho final de uma peça usinada, deflexão da fresa e da máquina, precisão do posicionamento da máquina, variações do diâmetro da fresa etc. ter que mudar o próprio programa.

Existem dois códigos G usados para habilitar a compensação do cortador. G41 desloca a ferramenta à esquerda do caminho da ferramenta e G42 desloca a ferramenta à direita do caminho da ferramenta. Isso é válido apenas para valores de deslocamento de diâmetro positivo. Se o deslocamento negativo for especificado, a direção do deslocamento será invertida, consulte a figura 41-1. Existem duas maneiras de chamar o valor de correção com G41 e G42.

Formato 1: G00/G01 G41/G42 D\_\_ X\_\_ Y\_\_ F\_\_

Formato 2: G00/G01 G41/G42 P\_\_ X\_\_ Y\_\_ F\_\_

Use D para chamar uma correção de diâmetro a partir de um número de correção de ferramenta específico. Por exemplo, D2 usará o valor de correção de diâmetro da correção de ferramenta número 2. Uma alternativa é usar P. O valor especificado com P será o valor de correção real. Por exemplo, P.05 deslocará o caminho da ferramenta 0,05 para a esquerda ou para a direita.

A compensação do cortador funciona apenas nos dois eixos planos, portanto, para G17 (plano XY), os eixos X e Y são afetados pelo comp, G18 ZX e G19 YZ.

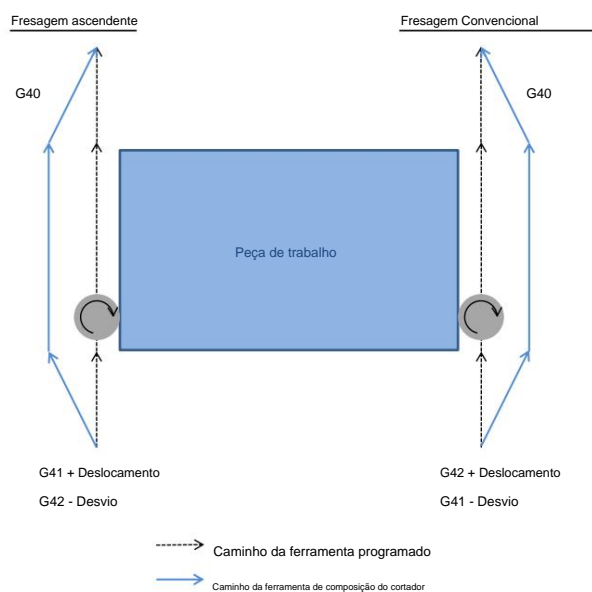


Figura 41-1: Direção do deslocamento da compensação do cortador.

Existem dois tipos de fresamento, qual estilo é usado determina como a ferramenta deve ser compensada. Os dois tipos são fresamento concordante e fresamento convencional, consulte a figura 41-1. O fresamento convencional é o padrão nas máquinas manuais, mas com CNC é possível e recomendado o fresamento trepante quando possível. Este manual assumirá que a ferramenta sempre será fresamento concordante. Com essa suposição, se G41 for usado para recursos externos, o perfil de uma peça, um deslocamento positivo tornará a peça maior e um deslocamento negativo tornará a peça menor. Para recursos internos, um furo, G42 tornará o furo maior com um deslocamento positivo e menor com um deslocamento negativo, consulte a figura 41-2. Este método tende a tornar os valores de offset mais intuitivos para o operador. Se for usado fresamento convencional, esta descrição será invertida.

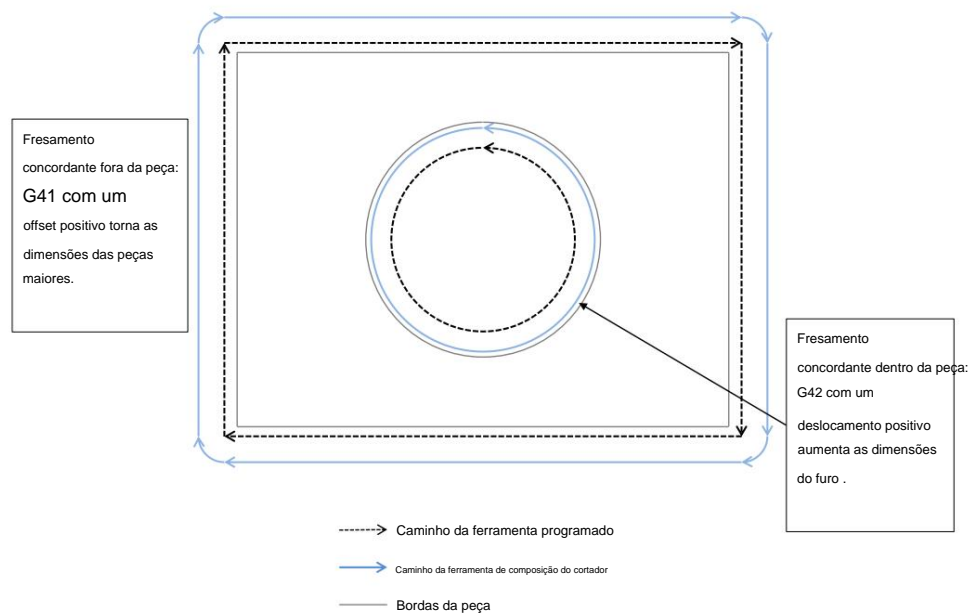


Figura 41-2: Recursos de OD e ID de compensação do cortador.

A composição do cortador deve ser habilitada em um movimento de entrada linear; um erro será produzido se a composição do cortador estiver habilitada em um bloco com um arco. Se houver um valor diferente de zero no deslocamento, esse movimento inicial pode não ser paralelo ao caminho programado, consulte a figura 41-1, 41-6 e 41-7. O ponto final do bloco inicial é o ponto em um ângulo de 90° em relação ao movimento no próximo bloco e na distância de deslocamento. Veja a figura 41-3 para exemplos. Este movimento linear deve ser maior que o valor do deslocamento, caso contrário, haverá um erro. Além disso, se houver algum segmento do caminho da ferramenta mais curto do que o valor do deslocamento, é provável que ocorra uma goivagem, consulte a figura 41-4. A exibição do caminho da ferramenta em Mach exibirá o caminho real da ferramenta com comp, verifique se não há sulcos ou anormalidades antes de executar uma peça.

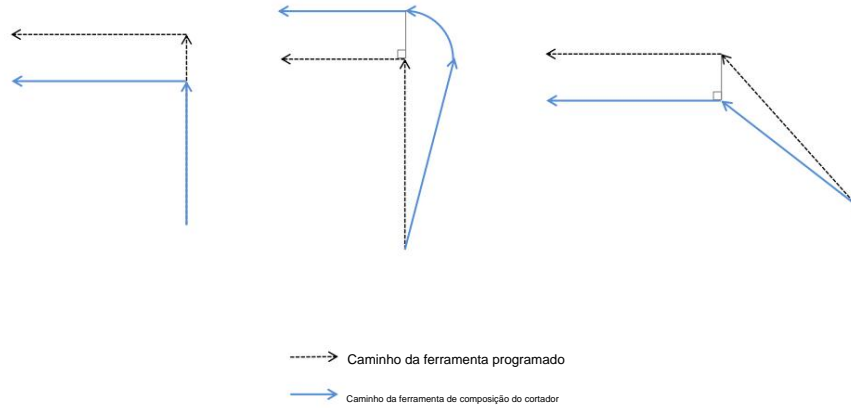


Figura 41-3: Blocos iniciais de compensação do cortador.

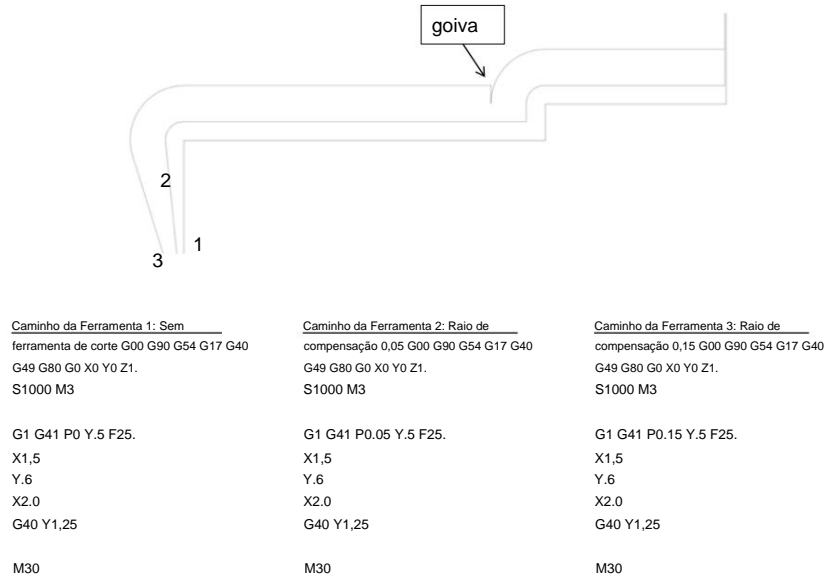


Figura 41-4: Raio de compensação da fresa e goivagem.

A Figura 41-4 mostra três caminhos de ferramenta gerados pelo mesmo programa com diferentes valores de compensação da ferramenta de corte. A goivagem é criada quando um valor de deslocamento maior que a etapa de 0,10 é inserido. Quando isso acontece, o caminho da ferramenta compensada é dobrado e invertido, causando uma goivagem. Outro exemplo disso está em pequenas ranhuras, conforme mostrado na figura 41-5.

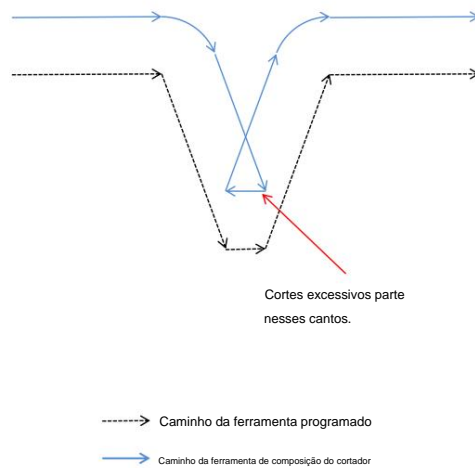


Figura 41-5: Compensação da fresa em canal estreito.

A compensação do cortador é cancelada especificando G40 no programa ou quando o controle é reinicializado. Quando o G40 é especificado, ele deve estar em um movimento de saída seguindo as mesmas regras de quando a compensação está habilitada. O caminho será determinado conforme mostrado na figura 41-3. Ocorrerão erros se a distância de saída for menor que a quantidade de deslocamento ou se G40 for especificado em um bloco contendo um movimento de arco.



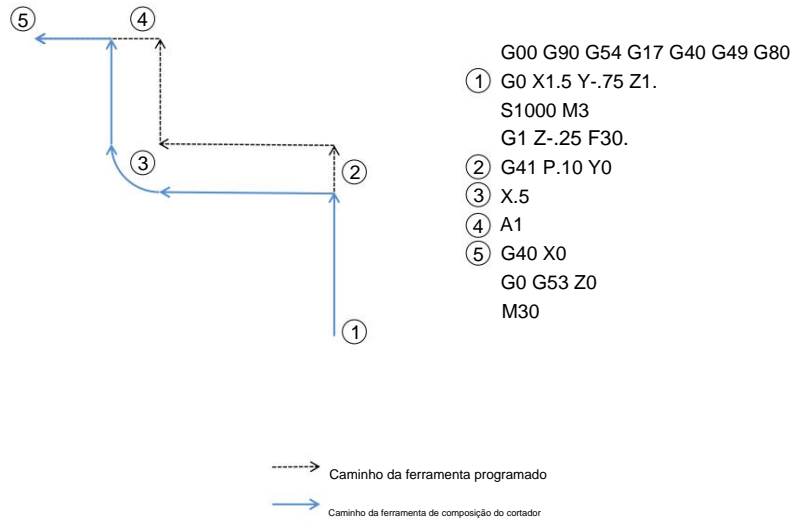


Figura 41-6: Caminho de compensação do cortador G41.

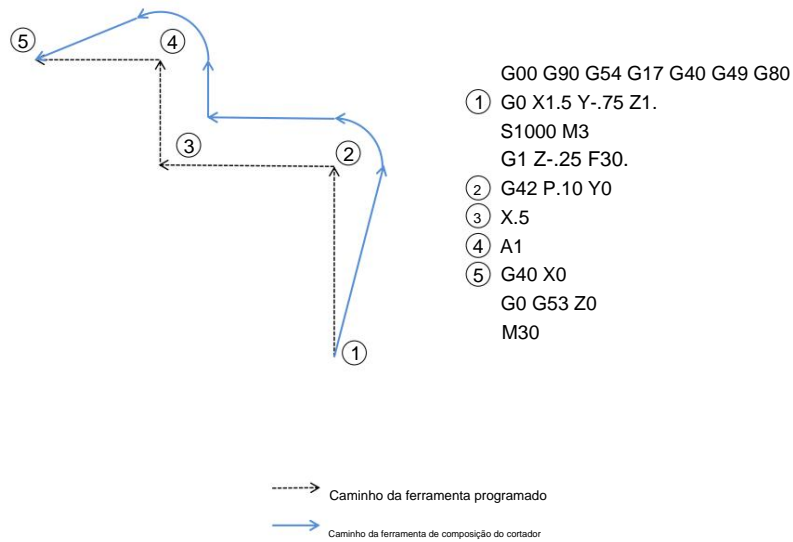


Figura 41-7: Caminho de compensação do cortador G42.

## Capítulo 5: Lista de Código M

Código	Descrição	Página
M00	Parada Obrigatória do Programa	82
M01	Parada de Programa Opcional	82
	Fim do Programa M02	82
M03	Fuso Avanço/Sentido Horário	83
M04	Rotação do fuso/sentido anti-horário	83
M05	Parada do Fuso	83
M06	Mudança de Ferramenta	83
M07	Névoa de refrigeração ligada	83
M08	Fluido Arrefecedor Ligado	83
M09	Todo o refrigerante desligado	84
M19	Orientação do fuso M30	84
	Fim e rebobinagem do programa M48 Ativar	84
	sobreposições de alimentação/velocidade M49	84
	Desativar sobreposições de alimentação/velocidade	84
M62	Saída sincronizada ativada M63 Saída	84
	sincronizada desativada M64 Saída imediata ativada	84
M65	Saída imediata desativada M66 Espera de	84
	entrada M98 Chamada de subprograma M99	85
	Retorno do subprograma / Rebobinar M ???	85
	Códigos Macro M personalizados	86
		88
		88

### Descrições do Código M

#### M00 – Parada Obrigatória do Programa

Para pausar um programa em qualquer ponto, especifique M00. Todo o movimento será interrompido e o fuso parado. Para retomar a operação, pressione o botão de início do ciclo.

#### M01 – Parada opcional do programa O

programa pausa da mesma forma que M00, mas somente quando a chave opcional de parada é ligada. Isso permite que o operador pare e verifique os pontos do programa quando necessário, mas também opere sem parar.

#### M02 – Fim do programa

M02 finaliza o programa. Todas as operações do programa serão encerradas e os padrões (G54, G17, G90, etc.) serão redefinidos. O programa não retrocederá e se o botão de início do ciclo for pressionado, a operação do programa começará com o próximo bloco após o M02.

**M03 – Fuso Avanço/Sentido Horário** M03 inicia o

fuso na direção de avanço na velocidade designada. M03 geralmente é combinado com uma palavra S para definir a velocidade. Se uma palavra S não for especificada, a última velocidade do fuso será usada.

**M04 – Rotação do Fuso/Sentido Horário** M04 inicia o fuso na

direção reversa na velocidade designada. M04 geralmente é combinado com uma palavra S para definir a velocidade. Se uma palavra S não for especificada, a última velocidade do fuso será usada.

**M05 – Parada do Fuso Pára**

a rotação do fuso.

**M06 – Troca de Ferramenta**

M06 inicia uma operação de troca de ferramenta para mudar para o número de ferramenta especificado por T. A palavra T pode especificar se a ferramenta é a “ferramenta a ser usada” ou a “próxima ferramenta”. Isso é configurado nos parâmetros de controle. Normalmente, para um trocador de ferramentas do tipo carrossel, a ferramenta especificada por T no M06 seria a ferramenta a ser usada. Por outro lado, se o comutador de ferramentas tiver um “braço de ferramenta” de pré-carga, então a ferramenta especificada por T na linha M6 é a próxima ferramenta.

Se o T na linha M06 for a “ferramenta a usar”, o T deve aparecer no mesmo bloco do M06 ou acima dele no programa. Por exemplo:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0 T1</b>	Movimento rápido, ferramenta de pré-chamada 1
<b>M6</b>	Troca de ferramenta para ferramenta 1
<b>G0 X10.0 Y-5.0 Z1.0</b>	movimento rápido
<b>T2 M6</b>	Troca de ferramenta para ferramenta 2
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

Se o T na linha M06 for a “próxima ferramenta”, o T “ferramenta a usar” deve aparecer acima do bloco M6 e o T no mesmo bloco que o M06 é a “próxima ferramenta”. Por exemplo:

<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>T1</b>	Pré-carga T1
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	movimento rápido
<b>M6 T2</b>	Mudança de ferramenta para ferramenta 1, pré-carga T2
<b>G0 X10.0 Y-5.0 Z1.0</b>	movimento rápido
<b>M6</b>	Troca de ferramenta para ferramenta 2
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso

**M07 - Névoa de refrigeração ligada**

Ativa a saída do refrigerante de névoa.

**M08 - Fluido de Arrefecimento Ligado**

Ativa a saída do refrigerante de inundação.

#### **M09 - Todo o refrigerante desligado**

Desliga todas as saídas de refrigeração.

#### **M19 – Orientação do fuso**

Embora este código não esteja embutido no Mach e seja totalmente definido pelo usuário, é necessário orientar o fuso para alguns ciclos de usinagem, G76 e G87 por exemplo. Os trocadores de ferramentas geralmente exigem uma orientação do fuso e, embora essa orientação possa ser qualquer código M definido pelo usuário ou mesmo incorporado ao M6, o M19 é recomendado, pois é um código M padrão da indústria. Normalmente, chamaria a macro spindleorient.mcs

#### **M30 – Fim do Programa e Rebobinar**

Encerra o programa atual e volta ao início. Pressionar o botão de início do ciclo iniciará a execução do programa a partir do primeiro bloco. Todos os padrões (G54, G17, G90, etc.) serão redefinidos.

#### **M48 – Ativar sobreposições de taxa de alimentação/velocidade**

**do fuso** Ativa as substituições da taxa de avanço e da velocidade do fuso após a emissão de um M49.

#### **M49 – Desativar sobreposições de avanço/velocidade do fuso**

Desativa as sobreposições de avanço e velocidade do fuso. Isso pode ser benéfico em ambientes de produção e também em programas ou macros que são sensíveis à taxa de avanço e velocidade do fuso, evitando substituições acidentais.

#### **M62 – Saída Sincronizada Ligada Liga**

uma saída sincronizada com o início do próximo comando de movimento. Se nenhum movimento for comandado, a saída não ligará. É melhor especificar o movimento imediatamente após o M62 comando.

Formato: M62 P\_\_

P especifica o número de saída a ser ativado. Por exemplo: Output0 = 0, Output3 = 3, Output10 = 10, etc.

#### **M63 – Saída Sincronizada Desligada**

Desliga uma saída sincronizada com o início do próximo comando de movimento. Se nenhum movimento for comandado, a saída não será desligada. É melhor especificar o movimento imediatamente após o M63 comando.

Formato: M63 P\_\_

P especifica o número da saída a ser desligada. Por exemplo: Output0 = 0, Output3 = 3, Output10 = 10, etc.

#### **M64 – Saída Imediata Ligada A saída**

especificada é ligada imediatamente.

Formato: M64 P\_\_

P especifica o número de saída a ser ativado. Por exemplo: Output0 = 0, Output3 = 3, Output10 = 10, etc.

### **M65 – Saída Imediata Desligada A**

saída especificada é desligada imediatamente.

Formato: M65 P\_\_

P especifica o número de saída a ser ativado. Por exemplo: Output0 = 0, Output3 = 3, Output10 = 10, etc.

### **M66 – Wait for Input Quando**

especificado, a execução do programa será pausada até que a entrada selecionada seja ativada. tem 5 espera modos:

- Modo 0: Sem espera. O estado atual da entrada é escrito em #5399: baixo = 0, alto = 1. • Modo 1: Aguarde até que a entrada mude de estado de baixo para alto. Se a entrada for alta quando chamada, o programa esperará até que a entrada fique baixa e, em seguida, volte para alta.
- Modo 2: Aguarde até que a entrada mude de estado de alto para baixo. Se a entrada for baixa quando chamada, o programa aguardará até que a entrada fique alta e, em seguida, volte para baixo.
- Modo 3: Aguarde até que a entrada esteja no estado alto. Se a entrada for alta quando chamada, o programa continuará imediatamente. • Modo 4: Aguarde até que a entrada esteja no estado baixo. Se a entrada for baixa quando chamada, o programa irá continuar imediatamente.

Formato: M66 P\_\_ L\_\_ Q\_\_

P especifica o número de entrada desejado. Por exemplo: Input0 = 0, Input4 = 4, Input12 = 12, etc.

L especifica o modo, 0 a 4.

Q especifica quanto tempo esperar, em segundos, pela entrada. Se o modo não for satisfeito no tempo especificado, #5399 será definido como -1,0 e a execução do programa continuará.

**M98 – Chamada de subprograma**

Subprogramas são programas externos referenciados pelo programa atual em execução. Quando chamado, a execução do programa continuará no subprograma. Isso permite que o usuário reduza o comprimento e a complexidade do programa, fornecendo a capacidade de repetir facilmente seções de código, executar a mesma seção de código em vários locais ou em vários deslocamentos de fixação; as possibilidades são limitadas apenas pelo programador. Para chamar um comando de subprograma M98 com o número do programa conforme mostrado.

Formato: M98 P\_\_\_\_ Q\_\_ L\_\_

P especifica o número do programa a ser chamado. Este é um número inteiro de quatro dígitos. Quando o M98 é lido, Mach verifica o arquivo atual em busca de um bloco contendo o número do programa no seguinte formato:

Formato: O1234

Observe que a letra "O" é usada para especificar o número do programa 1234, NÃO o número "0". A execução do programa continuará com o bloco seguinte ao número O. Para este método, o subprograma deve estar abaixo do final do programa atual:

<b>(PROGRAMA PRINCIPAL)</b>	Cabeçalho do programa principal
<b>G0 G90 G54 G17 G40 G49 G80</b>	Linha de partida segura
<b>G0 X4.0 Y0.0 Z1.0</b>	movimento rápido
<b>T1 M6</b>	Troca de ferramenta para ferramenta 1
<b>G0 X10.0 Y-5.0 Z1.0</b>	movimento rápido
<b>M98 P1000</b>	Chame o subprograma número 1000
<b>M30</b>	Fim do programa e retrocesso
<b>O1000 (INÍCIO DO SUBPROGRAMA)</b>	Número do subprograma
<b>G12 I-0,25</b>	Cortar círculo
<b>M99</b>	Voltar ao programa principal

Existem limitações para este método; principalmente, o subprograma deve ser colado em cada programa a partir do qual será chamado. Mach também permite que um subprograma seja chamado de um arquivo externo. Dessa forma, vários programas podem chamar o mesmo subprograma, sem que o programa esteja no arquivo principal. Se uma alteração precisar ser feita no subprograma, ela precisará ser feita apenas em um arquivo, não em todos os arquivos em que o sub é chamado. Se o controle não encontrar o número do programa no arquivo atual, ele irá procurá-lo no diretório Mach4\Subrotines. Desta vez, ele estará procurando nomes de arquivos. Os arquivos neste diretório devem ser nomeados com o número do programa da seguinte forma:

Formato: O\_\_\_\_

Observe a letra "O" seguida de quatro números e sem extensão de arquivo; O1234 não O1234.txt. Quando o programa for carregado, este arquivo será encontrado e carregado na memória, a exibição do caminho da ferramenta refletirá o que está no subprograma. Ao executar o arquivo, o bloco M98 será lido e a execução do programa continuará com o primeiro bloco do arquivo do subprograma.

Os argumentos Q e L são opcionais. Q especifica o número de sequência no subprograma para iniciar. Se Q for omitido, a execução começará no início do subprograma; veja a figura 198-1. L é o número de repetições. Por exemplo, se L=2 o subprograma é executado duas vezes antes da execução do programa principal continuar. Se L for omitido, o programa será executado apenas uma vez.

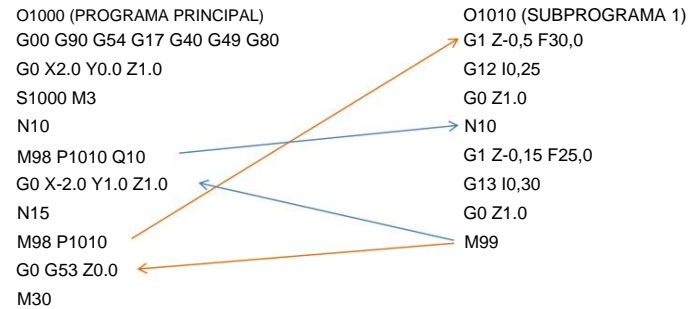


Figura 198-1: Chamada de subprograma

**M99 – Retorno do Subprograma / Reexecução Para**

retornar ao programa principal de um subprograma, um M99 é usado.

Formato: M99 P\_\_

O M99 especificado em um subprograma retornará ao programa principal no bloco imediatamente após a chamada do subprograma M98. A adição de um P no bloco M99 retornará a um número de sequência desejado no programa principal. Consulte a figura 199-1.

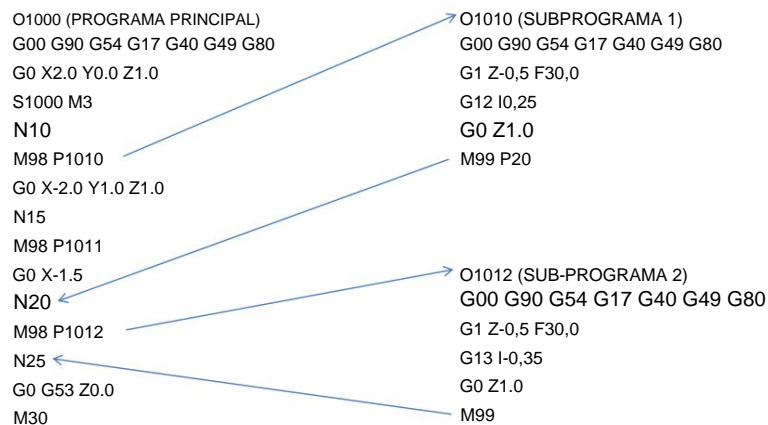


Figura 199-1: Retorno do subprograma

Se M99 for especificado em um programa principal (não em um subprograma), um retrocesso do programa será executado. A execução continuará a partir do primeiro bloco do programa.

**Códigos M personalizados**

Cada máquina é um pouco diferente e tem diferentes funções e opções. Os códigos M personalizados permitem que o usuário crie chamadas de programação simples para processos complexos, ativando ou desativando saídas, lendo entradas, realizando cálculos ou qualquer outra coisa que o usuário e a máquina possam exigir. Esses códigos M são programados em Lua e colocados na pasta macros de cada perfil. Cada perfil pode ter seu próprio conjunto exclusivo de códigos M. O nome do arquivo deve ser a macro a ser chamada. Por exemplo, para fazer uma macro de troca de ferramenta, M6, adicione um script Lua com o nome de arquivo M6.mcs à pasta macros no perfil desejado. Quando um M6 é chamado em um programa ou em MDI a macro será executada.



## Capítulo 6: Macro Personalizada

Partes deste capítulo foram retiradas da documentação do Fanuc. Programas de código G paramétricos são possíveis com programação de macro personalizada. O termo macro personalizado define qualquer coisa que não seja um código NC literal.

Exemplo:

<b>G90 G0 X10</b>	Código NC normal. Macro
<b>G0 X#150</b>	personalizado rápido para X10. Movimento rápido X para o local especificado por #150.

## Variáveis

Um programa de usinagem comum especifica um código G e a distância de deslocamento diretamente com um valor numérico; exemplos são G100 e X100.0.

Com uma macro personalizada, os valores numéricos podem ser especificados diretamente ou usando um número de variável. Quando um número de variável é usado, o valor da variável pode ser alterado por um programa ou usando operações no painel MDI.

Exemplo:

<b>#100=#2+200</b>	Defina #100 igual ao conteúdo de #2 mais 200.
<b>G0 X#100</b>	Movimento rápido X para o local especificado por #100.

### • Representação variável

Ao especificar uma variável, especifique um sinal de número (#) seguido por um número de variável.

Exemplo 1

Uma expressão pode ser usada para especificar um número de variável. Nesse caso, a expressão deve ser colocada entre colchetes.

Exemplo: [#1+#2-12]

### • Tipos de variáveis

As variáveis são classificadas em quatro tipos por número variável.

número variável	Tipo de variável	Função
#0	Sempre nulo ( <b>NIL</b> )	Esta variável é sempre NIL. Nenhum valor pode ser atribuído a esta variável.
# 1 - # 33	Variáveis locais	As variáveis locais só podem ser usadas dentro de uma macro para armazenar dados como os resultados das operações. Quando a energia é desligada, as variáveis locais são inicializadas como nulas. Quando uma macro é chamado, os argumentos são atribuídos a variáveis locais.
#100 – #149 (#199) #500 – #531 (#999)	variáveis comuns	Variáveis comuns podem ser compartilhadas entre diferentes programas de macro. Quando a energia é desligada, as variáveis #100 a #149 são inicializadas como nulas. As variáveis #500 a #531 mantêm os dados mesmo quando a energia é removida.
#1000 –	Variáveis do sistema	As variáveis do sistema são usadas para ler e gravar uma variedade de itens de dados NC, como a posição atual e os valores de compensação da ferramenta.

### • Variáveis de referência

Para referenciar o valor de uma variável em um programa, especifique um endereço de palavra seguido pelo número da variável. Quando uma expressão é usada para especificar uma variável, coloque a expressão entre colchetes.

Exemplo: G01X[#1+#2]F#3

Para inverter o sinal de um valor de variável referenciado, prefixe um sinal de menos (-) para #.

Exemplo: G00X-#1

### • Variáveis comuns (múltiplas instâncias/caminho)

Para controles de vários caminhos/instância, variáveis de macro são fornecidas para cada caminho. Algumas variáveis comuns, no entanto, podem ser usadas para ambos os caminhos, ajustando os parâmetros nº 6036 e 6037 de acordo.

### • Variáveis indefinidas

Quando o valor de uma variável não é definido, essa variável é referida como uma variável "NIL".

A variável #0 é sempre uma variável nula. Não pode ser escrito, mas pode ser lido.

Quando uma variável indefinida é citada, o próprio endereço também é ignorado.

Exemplo: Quando #1 é 0 e #2 é nulo, o resultado da execução de G00X#1 Y#2 será o mesmo de quando G00 X0 é executado.

## Variáveis do sistema

As variáveis do sistema podem ser usadas para ler e gravar dados internos do NC, como valores de compensação da ferramenta e dados de posição atual. Observe, no entanto, que algumas variáveis do sistema só podem ser lidas. As variáveis do sistema são essenciais para automação e desenvolvimento de programas de uso geral.

### • Sinais de interface

Os sinais podem ser trocados entre as entradas e saídas de hardware e macros personalizadas.

Variável Número	Os sinais
#1000–#1031 #1032	de entrada <b>da função</b> 32 podem ser mapeados para entradas de hardware que podem ser lidas como variáveis de macro. As variáveis #1000 a #1031 são usadas para ler o estado de uma entrada. 1 é alto, 0 é baixo. Essas variáveis do sistema são somente leitura.  A variável #1032 é usada para ler todas as 32 entradas de uma vez. 32
#1100–#1131 #1132	sinais de saída podem ser mapeados para saídas de hardware que podem ser definidas como variáveis de macro. As variáveis #1100 a #1131 são usadas para definir o status de uma saída. 1 é alto, 0 é baixo. Essas variáveis de sistema podem ser lidas e escritas.  A variável #1132 é usada para definir todas as 32 saídas de uma só vez.

### • Valores de compensação da ferramenta

Os valores de compensação da ferramenta podem ser lidos e escritos usando as variáveis do sistema. O controle usa o layout de memória Tipo C de compensação de ferramenta.

Número de compensação	Compensação do comprimento da ferramenta (H)		Compensação do cortador (D)	
	Geométrico compensação nº	Vestir compensação	Geométrico compensação nº	Vestir compensação nº
1	11001	#10001	13001	12001
:		:		:
501	: #11501	#10501	: #13501	#12501
:				
: 999	: #11999	: #10999	: #13999	: #12999

### • Alarme macro

Variável número	Função
#3000	Quando um valor é atribuído à variável #3000, o controle para com um alarme. Após a expressão, uma mensagem de alarme pode ser descrita em um comentário.  Exemplo: #3000=19 (Falha M19!)  As condições de alarme devem ser apagadas por uma reinicialização do controle.

- **Parada macro**

Variável número	Função
#3006	Quando um valor é atribuído à variável #3006, o controle para (sem alarme). Após a expressão, uma mensagem de alarme pode ser descrita em um comentário.  Exemplo: #3006=21 (Nível de óleo baixo!)

- **Informações de tempo**

Variável número	Função
#3001	Essa variável funciona como um cronômetro que conta em incrementos de 1 milissegundo o tempo todo. Quando a energia é ligada, o valor desta variável é redefinido para 0. Quando 2147483648 milissegundos é atingido, o valor deste temporizador retorna para 0.
#3002	Esta variável funciona como um temporizador que conta em incrementos de 1 hora quando a lâmpada de início do ciclo está acesa. Este temporizador preserva seu valor mesmo quando a energia é desligada. Quando 9544,371767 horas são atingidas, o valor deste temporizador retorna a 0.
#3011	Esta variável pode ser usada para ler a data atual (ano/mês/dia). As informações de ano/mês/dia são convertidas em um formato de data ISO. Por exemplo, 21 de fevereiro de 2011 é representado como 20110221.
#3012	Esta variável pode ser usada para ler a hora atual (horas/minutos/segundos). As informações de horas/minutos/segundos são convertidas em um formato de hora ISO de 24 horas. Por exemplo, 12 minutos e 43 segundos depois das 15h é representado como 151243.

- **Número de peças da máquina**

O número (número alvo) de peças necessárias e o número (número completo) de peças usadas podem ser lidos e gravados.

Número variável	Função
#3901	Número de peças usadas (número completo)
#3902	Número de peças necessárias (número alvo)

• **Informação modal**

Informações modais especificadas em blocos até o bloco imediatamente anterior podem ser lidas.

número variável	Função
#4001	G00, G01, G02, G03, G33 (Grupo 01)
#4002	G17, G18, G19 (Grupo 02)
#4003	G90, G91 (Grupo 03)
#4004	(Grupo 04)
#4005	G94, G95 (Grupo 05)
#4006	G20, G21 (Grupo 06)
#4007	G40, G41, G42 (Grupo 07)
#4008	G43, G44, G49 (Grupo 08)
#4009	G73, G74, G76, G80–G89 (Grupo 09)
#4010	G98, G99 (Grupo 10)
#4011	G50, G51 (Grupo 11)
#4012	G66, G67 (Grupo 12)
#4013	G96, G97 (Grupo 13)
#4014	G54–G59 (Grupo 14)
#4015	G61–G64 (Grupo 15)
#4016	G68, G69 (Grupo 16)
	::
: #4022	(Grupo 22)
#4102	código B
#4107	código D
#4109	código F
#4111	código H
#4113	código M
#4114	Número sequencial
#4115	número do programa
#4119	código S
#4120	código T
#4130	Código P (número do sistema de coordenadas da peça de trabalho adicional atualmente selecionado)

Exemplo:

Quando #1=#4001; é executado, o valor resultante em #1 é 0, 1, 2, 3 ou 33.

• **Posição Atual**

As informações de posição não podem ser escritas, mas podem ser lidas. Os intervalos são para 6 eixos de informação.

número variável	Informações de posição	Sistema de coordenadas
#4140–#4145	Desvio de origem	Sistema de coordenadas da máquina
#5001–#5006	Ponto final do bloco	Sistema de coordenadas da peça
#5021–#5026	Posição atual	Sistema de coordenadas da máquina
#5030–#5035	Deslocamento do eixo	
#5041–#5046	Posição atual #5050–#5045	Sistema de coordenadas da peça
G92.3 deslocamento	#5061–#5066 Ignorar	
posição do sinal #5071–#5076	Ignorar posição	Sistema de coordenadas da peça
do sinal #5081–#5086	Deslocamento do deslocamento da cabeça	Sistema de coordenadas da máquina
#5157	X programado (comp) #5158	Sistema de coordenadas da peça
	Y programado (comp) #5159	Sistema de coordenadas da peça
	Z programado (comp)	Sistema de coordenadas da peça
#5181–#5286	Posições G30	Sistema de coordenadas da peça

A posição da ferramenta onde o sinal de salto é ativado em um bloco G31 (função de salto) é mantida nas variáveis #5061 a #5066. Quando o sinal de salto não está ativado em um bloco G31, o ponto final do bloco especificado é mantido nessas variáveis.

• **Valores do sistema de coordenadas da peça (offsets de fixação)**

Os valores dos deslocamentos de fixação podem ser lidos e gravados.

Variável número	Função
#5201	Valor de deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa do primeiro eixo (Turno de trabalho)
: nº 5206	:
nº 5221	Valor de deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa do quarto eixo (Turno de trabalho)
: nº 5226	Valor de correção do ponto zero da peça G54 do primeiro eixo
nº 5241	:
#5246	Valor de correção do ponto zero da peça G54 do quarto eixo
#5261	Valor de correção do ponto zero da peça G55 do primeiro eixo
: nº 5266	:
nº 5281	Valor de correção do ponto zero da peça G55 do quarto eixo
:	:
#5286	Valor de correção do ponto zero da peça G56 do primeiro eixo
#5301	:
: #5306	Valor de correção do ponto zero da peça G56 do quarto eixo
#5321	Valor de correção do ponto zero da peça G57 do primeiro eixo
:	:
#5326	Valor de correção do ponto zero da peça G57 do quarto eixo
#7001	Valor de correção do ponto zero da peça G58 do primeiro eixo
: #7006	:
#7021	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de primeiro eixo (G54.1 P1)
: #7026	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de quarto eixo
:	:
#7981	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de primeiro eixo (G54.1 P2)
: #7986	:
#8001	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de quarto eixo
: #8006	eixo Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de primeiro eixo (G54.1 P51)
#7021	:
: #7026	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho de primeiro eixo (G54.1 P52)
:	:
#7981	Valor de deslocamento do ponto zero da peça de trabalho do quarto eixo
:	:
#7986	Valor de correção do ponto zero da peça de trabalho do primeiro eixo (G54.1 P100)
:	:
#7986	Valor de deslocamento do ponto zero da peça de trabalho do quarto eixo

As seguintes variáveis também podem ser usadas para deslocamentos de fixação:

Eixo	Função	número variável	
eixo X	Deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa (Turno de trabalho) Deslocamento do ponto zero da peça G54 Deslocamento do ponto zero da peça G55 Deslocamento do ponto zero da peça G56 Deslocamento do ponto zero da peça G57 Deslocamento do ponto zero da peça G58 Deslocamento do ponto zero da peça G59	#2500 #2501 #2502 #2503 #2504 #2505 #2506	#5201 #5221 #5241 #5261 #5281 #5301 #5321
eixo Y	Deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa (Turno de trabalho) Deslocamento do ponto zero da peça G54 Deslocamento do ponto zero da peça G55 Deslocamento do ponto zero da peça G56 Deslocamento do ponto zero da peça G57 Deslocamento do ponto zero da peça G58 Deslocamento do ponto zero da peça G59	#2600 #2601 #2602 #2603 #2604 #2605 #2606	#5202 #5222 #5242 #5262 #5282 #5302 #5322
eixo Z	Deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa (Turno de trabalho) Deslocamento do ponto zero da peça G54 Deslocamento do ponto zero da peça G55 Deslocamento do ponto zero da peça G56 Deslocamento do ponto zero da peça G57 Deslocamento do ponto zero da peça G58 Deslocamento do ponto zero da peça G59	#2700 #2701 #2702 #2703 #2704 #2705 #2706	#5203 #5223 #5243 #5263 #5283 #5303 #5323
um eixo	Deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa (Turno de trabalho) Deslocamento do ponto zero da peça G54 Deslocamento do ponto zero da peça G55 Deslocamento do ponto zero da peça G56 Deslocamento do ponto zero da peça G57 Deslocamento do ponto zero da peça G58 Deslocamento do ponto zero da peça G59	#2800 #2801 #2802 #2803 #2804 #2805 #2806	#5204 #5224 #5244 #5264 #5284 #5304 #5324
eixo B	Deslocamento do ponto zero da peça de trabalho externa (Turno de trabalho) Deslocamento do ponto zero da peça G54 Deslocamento do ponto zero da peça G55 Deslocamento do ponto zero da peça G56 Deslocamento do ponto zero da peça G57 Deslocamento do ponto zero da peça G58 Deslocamento do ponto zero da peça G59	#2900 #2901 #2902 #2903 #2904 #2905 #2906	#5205 #5225 #5245 #5265 #5285 #5305 #5325



## Aritmética e Lógica

As operações listadas na tabela a seguir podem ser executadas em variáveis. A expressão à direita do operador pode conter constantes e/ou variáveis combinadas por uma função ou operador. As variáveis #j e #k em uma expressão podem ser substituídas por uma constante. As variáveis à esquerda também podem ser substituídas por uma expressão.

Função	Formatar	Comentários
Definição	#i=#j	
Soma	#i=#j+#k	
Diferença	#i=#j-#k	
produtos	#i=#j*#k	
Quociente	#i=#j/#k	
Seno	#i=SIN[#j]	Um ângulo é especificado em graus. 45 graus e 15 minutos são representados como 45,25 graus.
arco-seno	#i=ASIN[# j]	
cosseno	#i=COS[#j]	
arcoseno	#i=ACOS[#j]	
Tangente	#i=TAN[#j]	
arco tangente	#i=ATAN[#j]/[#k] ou #i=ATAN[#j] #i	
Raiz quadrada	=QUADRO[#j] #i=ABS[#j]	
Valor absoluto	#i=REDONDA[#j] #i=FIX[#j] #i=FUP[#j]	
Arredondamento	#i=LN[#j] #i=EXP [#j] #i=MOD[#j] #i=#j	
Arredondando para baixo	OR #k #i=#j XOR #k #i=#j AND #k	
Arredondamento para cima	#i=BIN[#j] #i=BCD[# j] #i=PRM[#j]	
Logaritmo natural	#i=PRM[#j, #k]	
Função exponencial		
Módulo		
OU		Uma operação lógica é executada em números binários bit a bit.
XOR		
E		
Conversão de BCD para BIN		
Conversão de BIN para BCD		
Ler valor do parâmetro		Se todo o endereço do parâmetro deve ser lido, apenas #j precisa ser especificado. Para ler um bit do parâmetro, especifique o endereço do parâmetro com #j e o número do bit com #k.
Leia o bit do parâmetro		

### • Abreviaturas

Quando uma função é especificada em um programa, os dois primeiros caracteres do nome da função podem ser usados para especificar a função.

Exemplo:

RODADA ÿ RO

FIX ÿ FI

ATAN ÿ AT, etc...

- **Prioridade de operações**

A ordem das operações é a seguinte: 1.

Funções 2. Operações como multiplicação

e divisão (\*, /, AND)

3. Operações como adição e subtração (+, -, OR, XOR)

- **Aninhamento de colchetes**

Os colchetes são usados para alterar a ordem das operações. Os colchetes podem ser usados em uma profundidade de dez níveis, incluindo os colchetes usados para incluir uma função.

Quando uma profundidade de dez níveis é excedida, ocorre um erro.

Exemplo: #1=PECADO[ [#2+#3] \*#4 +#5] \*#6]

1. O conteúdo do nº 3 é adicionado ao conteúdo do nº 2.
2. O resultado da operação 1 é multiplicado pelo conteúdo de #4.
3. O conteúdo de #5 é adicionado ao resultado da operação 2.
4. O resultado da operação 3 é multiplicado pelo conteúdo de #6.
5. O resultado da operação 4 é o valor passado para a função SIN[].