

Aula 10

Programação CN Paramétrica

Prof. Edson Paulo da Silva

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

Subprogramas e Macros

- Um macro (Macroinstrução) é uma conjunto de instruções que podem ser executadas repetidamente pelo CNC;
- Qualquer tarefa de programação, da mais simples à mais complexa e realizável por uma máquina CNC pode ser *automatizada* através de um macro;
- A chamada de um macro é similar à chamada de um subprograma. A diferença está no que é repetido:
 - Se um subprograma repete uma simples operação, como uma operação de desbaste, ou uma seqüência completa de usinagem programada num ciclo fixo, as operações repetidas são sempre as mesmas ou constantes;

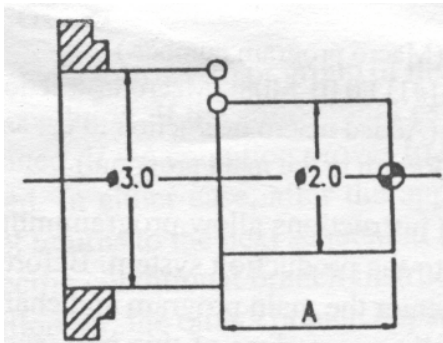
Programação CN Paramétrica - Macro Programação

- *Um programa macro* pode repetir também uma operação simples ou complexa, mas *pode-se variar um ou mais valores programados enquanto a repetição está em progresso*. O valores variáveis são denominados parâmetros => *programação paramétrica*;
 - Durante a execução de programas macros, parâmetros variam de acordo com as condições estabelecidas => o uso de variáveis é a principal característica de um programa macro => *programação variável*;
- Em geral, um programa macro é usado na programação de peças complexas e de famílias de peças;

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

Como funciona um programa macro?

- Considere a peça exemplo mostrada abaixo, e que a dimensão A varie frequentemente => esta dimensão pode ser programada usando uma macro instrução;



Programação CN Paramétrica - Macro Programação

Programa exemplo:

```
%  
N10 G50 X15.0 Z3.0 S1000 M42 (Ajuste de sistema de coordenadas, faixa RPM alta);  
N20 G00 T10 (Seleção de ferramenta);  
N30 G96 S550 M03 (Partida do eixo árvore);  
N40 G00 X2.0 Z0.1 T0101 M08 (Posicionamento rápido, offset, fluido corte on);  
N50 G65 P901 A3.0 (Chamada incondicional do macro programa 901);  
N60 G01 X3.1 (Desbaste diâmetro de 3.0in);  
N70 G00 X15.0 Z3.0 T0 M09 (Retorno home position, cancela offset, fluido corte off)  
N80 M01 (Parada de programa opcional)  
  
O901  
G01 Z-[#1] F0.01 M08 (Macro instrução para usinar o comprimento A);  
M99 (Retorno ao programa principal);
```

→ Neste programa, a ferramenta é deslocada para a posição de desbaste do diâmetro de 2.0in. Então no bloco N50 o macro programa é chamado pela instrução G65 e endereço P, que desvia a execução para o macro programa 901. A palavra A3.0 representa o comprimento variável. No macro programa a dimensão A é associada à variável I;

Tecnologia de Comando Numérico

5
Prof. Edson P. da Silva

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

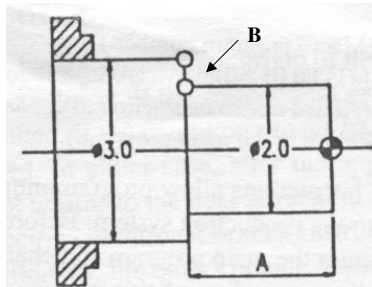
→ A próxima instrução usina o comprimento A. Esta operação é realizada pela macro instrução:

```
G01 Z-[#1] F0.01
```

→ Para usinar o comprimento de 3.0in de forma convencional poderíamos usar o comando:

```
G01 Z-3.0 F0.01
```

→ Na macro programação poderíamos usar um outro endereço B;



Tecnologia de Comando Numérico

6
Prof. Edson P. da Silva

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

→ Assim teríamos:

```
%1010
N10 G50 X15.0 Z3.0 S1000 M42 (Ajuste de sistema de coordenadas);
N20 G00 T100 (Seleção de ferramenta);
N30 G96 S550 M03 (Partida do eixo árvore);
N40 G00 X2.0 Z0.1 T0101 (Posicionamento rápido, offset);
N50 G65 P901 A3.0 B3.1 (Chamada incondicional do programa macro 901);
N60 G01 X3.1 (Desbaste);
N70 G00 X15.0 Z3.0 T0
N80 M01 (Parada de programa)

O901
G01 Z-[#1] F0.01 M08 (Macro instrução para usinar o comprimento A);
X[#2] (Macro instrução para facear o diâmetro de 3.0in especificado por B)
M99 (Retorno ao programa principal);
```

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

De que consiste um macro programa?

→ **Argumentos e variáveis**

- Um argumento é uma constante que deve ser informada ao macro programa. A lista de argumentos, que deve ser informada na função G65, consiste de valores que serão enviados ao macro programa para processamento. Estes argumentos não podem ser usados diretamente no corpo do macro programa. Eles têm de ser convertidos em variáveis específicas para a máquina em questão;

A #1	B #2	C #3	D #7	E #8	F #9	H #11	I #4
J #5	K #6	M #13	Q #17	R #18	S #19	T #20	U #21
V #22	W #23	X #24	Y #25	Z #26			

- Os argumentos são representados por letras e as variáveis precedidas pelo símbolo # para permitir ao controle diferencia-las de números ordinários;

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

→ Operadores matemáticos

+ Adição
- Subtração
= Igualdade
. Multiplicação
/ Divisão
, Usada para separação de palavras
() Usada para separar grupos de operações ou comentários
[] Usado para definir variável ou constante

→ Funções matemáticas

sin [...] Seno
cos [...] Coseno
tan [...] Tangente
atan [...] Arco tangente
sqrt [...] Raiz quadrada
abs [...] Valor absoluto
fix [...] Arredondamento para o inteiro inferior
fup [...] Arredondamento para o inteiro superior
...

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

→ Instruções de controle

- Existe instruções especiais usadas para controlar a execução de um macro programa => instruções de controle;
 - *Desvio incondicional:* GOTO
Ex.: GOTO 70 (Desvio incondicional para a linha 70)
 - *Desvio condicional:* IF
Ex.: IF [expressão condicional] GOTO N
Expressões condicionais:
 - [A] EQ [B] Igual a;
 - [A] NE [B] Não iguala
 - [A] GT [B] Maior que
 - [A] LT [B] Menor que
 - [A] GE [B] Maior ou igual a
 - [A] LE [B] Menor ou igual a

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

- *Looping*: WHILE

Ex.: WHILE [Expressão condicional] DO *m*
...(Equações matemáticas e comandos de movimento)
END *m*

m representa o número de vezes que o loop será repetido;

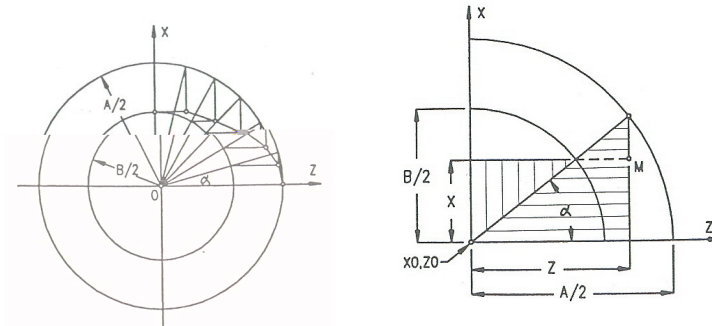
Programação CN Paramétrica - Macro Programação

- Exemplo 1: Programa paramétrico para usinar um furo de qualquer diâmetro em qualquer posição no plano XY (FANUC):

```
%0001 (número do programa)
#101=3.0 (Coordenada X do furo)
#102=1.5 (Coordenada Y do furo)
#103 = 0.5 (Coordenada da profundidade do furo)
#104=400 (Rotação da ferramenta em RPM)
#105=3.5 (Avanço da ferramenta em polegadas/min)
#106=0.1 (Coordenada Z no retorno)
G90 S#104 M03 (Coordenadas absolutas, rotação da ferramenta)
G00 X#101 Y#102 (deslocamento até a posição do centro do furo)
G01 Z-#103 F[#105 / 2] (Usinagem do furo)
G00 Z#106 (Retorno da ferramenta à superfície da peça)
M30
```

Programação CN Paramétrica - Macro Programação

- Exemplo 2: Programa paramétrico para usinar uma elipse num CT
 - Não há função para usinar uma elipse diretamente. A função G01 pode ser programada para realizar uma série de movimentos lineares com um ângulo específico até se formar a elipse



Programação CN Paramétrica - Macro Programação

```

O301; (Main program.)
G50 X12.0 Z3.0 S1100 M42; (Coordinate system preset.)
G00 T0303; (Tool and tool offset call.)
G96 S550 M03; (Spindle start.)
G65 P505 A0.75 B1.875 D5.0; (Unconditional user macro call. The values for
    A, B, and D will be passed to variables in a user macro body.)
G00 X12.0 Z3.0 T0300 M09; (Return home. Offset cancel.)
M01; (Optional program stop.)

O505; (Macro program number.)
#101 = #1 / 2; (Minor axis; Half of the minor axis (B / 2) is assigned to a vari-
    able named #101.)
#102 = #2 / 2; (Major axis; Half of the major axis (A / 2) is assigned to a vari-
    able named #102.)
#103 = #102; (Used to move the tool to touch the face, which is on a distance of
    A / 2 from the part origin.)
G00 X0 Z[#103 + 0.2]; (The tool is at the part centerline on the X axis and 0.2
    inch from the part face on the Z axis.)
G01 Z[#103] F0.015 M08; (Feeding to touch the part face. Coolant on.)
#104 = #7; (Counter; #7 is the variable that counts a number of degrees.)
WHILE [#104 LE 90] DO1; (Condition; The execution is performed once by the
    DO1 statement and repeated until variable #104 is less than or equal to 90.)
#110 = #101 * SIN [#104]; (Equation for the X value. It is the same as: B / 2 *
    sin alpha, calculated earlier.)
#120 = #102 * COS [#104]; (Equation for the Z value. It is the same as: A / 2 *
    cos alpha, calculated earlier.)
G01 X[#110] Z[#120] F0.007; (Move command according to equations for
    the X and Z values.)
#104 = #104 + #7; (Counter; This increases the count when a new step execution
    is performed. The increase is made for every 5 degrees, as set by D5.0. It is
    the same as: D + D + D ... etc. or 5 + 5 + 5 ... etc. until it reaches 90.)
END; (The loop must end with the END statement.)
M99; (Return to the main program.)
    
```