Jurandir Primo

Usinagem CNC
Conceitos & Aplicações Básicas



A PDHOnline Approved Continuing Education Provider (USA)

Usinagem CNC
Conceitos & Aplicações Básicas

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Usinagem Robótica, Automação, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Usinagem, Automação, Robótica, , Sistemas Industriais.

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

INDICE:

INTRODUÇÃO:
CARACTERÍSTICAS DA USINAGEN CNC:
O SISTEMA CNC:
SISTEMAS CAD/CAM:
CENTROS DE USINAGEM CNC:
TIPOS DE MÁQUINAS CNC:
DETECÇÃO DE COLISÃO DE FERRAMENTAS:
OPERAÇÃO COM MAQUINAS CNC:
CONCEITOS BÁSICOS DE PROGRAMAÇÃO:
POSICIONAMENTO DE EIXOS E CÓDIGOS DO CNC:
BLOCOS DE PROGRAMAS & NÚMEROS DE SEQUÊNCIA:
CENTROS DE TORNEAMENTO CNC:
SISTEMAS DE COORDENADAS DO CNC:
COORDENADAS COM CÓDIGOS-G E CÓDIGOS-M:
EXEMPLOS DE PROGRAMAS COM CÓDIGO-G:
PASTILHAS E FERRAMENTAS DE CORTE:
VELOCIDADES DE CORTE E AVANÇOS:
PROGRAMAÇÃO BÁSICA CAD/CAM:
GLOSSÁRIO:
LINKS E REFERÊNCIAS:

INTRODUÇÃO:

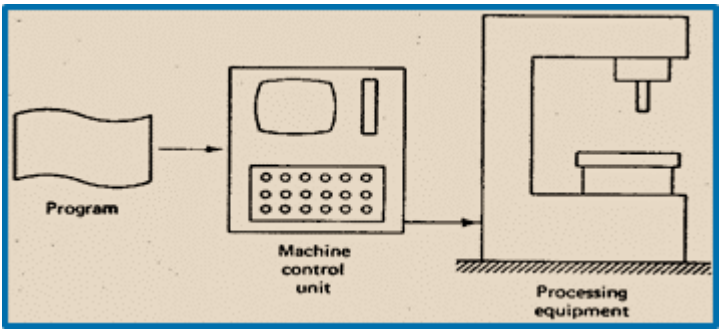
Os centros CNC são máquinas horizontais ou verticais controladas por computador, também chamadas de **centros de usinagem**, com capacidade de mover o fuso ao longo dos eixos X, Y e Z. Essa liberdade permite seu uso em usinagem comum ou difícil, imersão em matriz, gravação e fabricação de superfícies 3D, como molduras e esculturas. Quando combinado com o uso de ferramentas cônicas ou de pontas esféricas, melhora significativamente a precisão da usinagem sem afetar a velocidade, fornecendo uma alternativa econômica para a maioria dos trabalhos.

Os centros CNC avançados ou máquinas **multieixos** possuem mais de dois eixos e podem ter eixo B e C, permitindo que peças montadas sejam **rotacionadas** em uma **mesa giratória**, com torneamento assimétrico e excêntrico. O quinto eixo (ou eixo B) controla a inclinação da própria ferramenta. Quando todos esses eixos são usados em conjunto uns com os outros, **geometrias** extremamente complicadas, mesmo geometrias orgânicas, como uma cabeça humana, podem ser feitas com relativa facilidade com essas máquinas.



Centro de usinagem de cinco eixos com mesa rotativa e interface de computador

Essas máquinas foram desenvolvidas a partir das antigas máquinas básicas NC (Numerical Control), uma forma básica computadorizada de máquinas CNC, usadas na indústria há mais de 40 anos. O Controle Numérico (NC) é um método de operar automaticamente uma máquina de manufatura com base em um código de letras, números e caracteres especiais. Um grupo de instruções (chamadas de programas) é usado para guiar a máquina para um conjunto de operações desejadas.



As máquinas NC podem ser **programadas manualmente** e os programas são traduzidos em sinais elétricos correspondentes para entrada nos motores que operam a máquina. Se um computador é usado para criar um programa, o processo é conhecido como **Programação Assistida por Computador**. Tradicionalmente, os sistemas NC são compostos pelos seguintes componentes:

Perfurador de Fita: Converte instruções escritas em um padrão de orifício correspondente, **perfurado** em uma fita. As unidades mais antigas usavam um dispositivo de máquina de escrever chamado Flexowriter, e os dispositivos posteriores incluíam um microcomputador acoplado a uma unidade de perfuração de fita.

Leitor de Fita: Lê o padrão de furo na fita e converte em um código de sinal elétrico correspondente.

Controlador: Recebe o código do sinal elétrico de um leitor de fita e subsequentemente faz com que a máquina NC responda.

Máquina NC: Responde a sinais programados do controlador. Consequentemente, a máquina executa os movimentos necessários para fabricar uma peça (ligar/desligar rotação do fuso, movimento da mesa e/ou do fuso ao longo das direções programadas do eixo).

Um verdadeiro avanço foi alcançado por volta de 1965, quando as máquinas de **controle numérico** foram equipadas com minicomputadores e introduziram o nome de controle numérico computadorizado (CNC). As etapas básicas no processo de implementação da automação em qualquer indústria de manufatura são fabricar peças ou componentes por meio da automação usando máquinas-ferramentas com pouca intervenção humana.

O CNC nada mais é do que um **sistema de controle** baseado em um **microprocessado**r que aceita um conjunto de instruções de programa, processa e envia informações de controle de saída para uma máquina-ferramenta, aceita informações de feedback adquiridas de um transdutor, e com base nas instruções e feedback, garante que o movimento, a velocidade e a operação adequadas ocorram. Algumas das **partes** importantes das máquinas CNC são: estrutura da máquina, guias, acionamentos de alimentação, fuso e mancais do fuso, sistemas de medição, controles, software e interface do operador, medição, monitoramento de ferramentas.

Vantagens do CNC em comparação com o NC:

1. Novas funções podem ser programadas no MCU (Machine Control Unit – Unidade de Controle de Usinagem), como software.
2. O programa CNC pode ser escrito, armazenado e executado diretamente na máquina CNC.

3. Qualquer parte de um programa CNC inserido pode ser reproduzida e editada à vontade. Os movimentos da ferramenta podem ser exibidos eletronicamente durante a reprodução.
4. Muitos programas CNC podem ser armazenados no MCU.
5. Várias máquinas CNC podem ser **conectadas** a um computador principal. Programas escritos através do computador principal podem ser baixados para qualquer máquina CNC **na rede**, conhecida como DNC (Direct Numerical Control - Controle Numérico Direto).
6. Vários sistemas DNC também podem ser conectados em rede para formar um grande sistema de controle numérico distributivo.
7. O programa CNC pode ser inserido em disquetes ou baixado de outros programas ou redes locais.

CARACTERÍSTICAS DA USINAGEN CNC:

As máquinas CNC são as antigas máquinas NC, melhoradas, com o recurso adicional de um computador, geralmente chamado de Unidade de Controle da Máquina (MCU), o que significa que todas as funções da máquina são controladas por elementos eletrônicos físicos incorporados ao controlador. O computador de bordo, por outro lado, tem um “software”, o que significa que as funções da máquina são codificadas no computador no momento da fabricação e não serão apagadas quando a máquina CNC for desligada.

A memória do computador que contém essas informações é conhecida como ROM (Read-Only Memory). A MCU também possui um **teclado alfanumérico** para entrada direta ou manual de dados (MDI) de programação. Esses programas são armazenados em uma memória chamada RAM (Random-Access Memory), que pode ser reproduzida, editada e processada pelo controle do programa.

Todos os programas residentes na RAM são perdidos quando a máquina CNC é desligada. No entanto, esses programas podem ser

salvos em dispositivos de armazenamento auxiliares, como fita perfurada, fita magnética, disco ou pendrive. As unidades MCU mais recentes têm telas gráficas que podem exibir não apenas o programa CNC, mas também os **caminhos de corte** gerados e quaisquer erros no programa. As informações armazenadas no computador podem ser lidas por meios automáticos e convertidas em sinais elétricos, que operam os **servossistemas** controlados eletricamente.

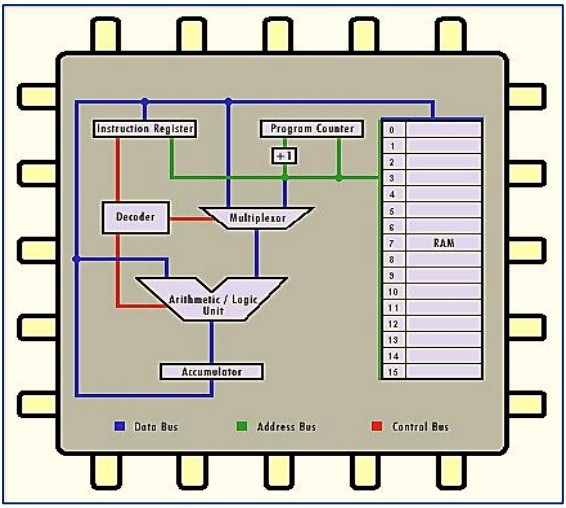
O servo controlado eletricamente permite que os slides de uma máquina-ferramenta sejam acionados simultaneamente nos avanços e direções apropriados, de modo que formas complexas possam ser cortadas, muitas vezes com uma única operação e sem a necessidade de reorientar a peça de trabalho. O Controle Numérico Computadorizado pode ser aplicado em Fresadoras, Tornos, Retificadoras, Mandriladoras, Cortes a Laser, Furadeiras, etc. Um sistema CNC consiste basicamente em:

(a) Unidade central de processamento (CPU);
(b) Unidade de servocontrole;
(c) Painel de controle do operador;
(d) Painel de comando da máquina;
(e) Controlador lógico programável (CLP);

Unidade de Processamento (CPU): É o cérebro do MCU que gerencia os demais componentes, com base em softwares contidos em sua memória principal (RAM). A seção de controle recupera comandos e dados da memória e gera sinais para ativar outros componentes, ou seja, sequencia, coordena e regula todas as atividades do computador MCU. Todas as compensações necessárias para aquisição de usinagem (como erro de passo do fuso, desgaste da ferramenta, folgas) são calculadas pela CPU, dependendo das entradas correspondentes disponibilizadas ao sistema.

A CPU é o coração de um sistema CNC. Ele aceita as informações armazenadas na memória ROM como parte do programa. Esses dados são decodificados e transformados em sinais específicos de controle de posição e velocidade. Assim, também supervisiona o movimento do eixo ou fuso de controle e quando este não coincide com os valores programados, uma ação corretiva é tomada. A Unidade Central de Processamento ou CPU que contém todos os circuitos que o computador precisa para manipular dados e executar instruções. A CPU é incrivelmente pequena, dada a imensa quantidade de circuitos que ela contém.

Os circuitos de um computador são feitos de portas, com minúsculos componentes chamados transistores, e uma CPU moderna tem milhões e milhões de transistores em seus circuitos. A CPU é composta por cinco componentes básicos: RAM, Registradores, Barramentos, ALU e Unidade de Controle, mostrados no diagrama abaixo, vista superior de uma CPU simples com 16 bytes de RAM. Esta imagem, [Intel 2000] mostra o quão **compacta** uma CPU pode ser.



Random Access Memory (RAM): Este componente é criado a partir da combinação de travas com um decodificador. As travas criam circuitos enquanto o decodificador cria uma maneira de selecionar locais de memória individuais.

Registradores: São locais de memória que podem ser acessados muito rapidamente. Três registradores são mostrados: o Registrador de Instruções (IR), o Contador de Programa (PC) e o Acumulador.

Barramentos: Esses componentes são a via de informação para a CPU. Os barramentos são feixes de minúsculos fios que transportam dados entre os componentes. Os **três** barramentos mais importantes são o endereço, os dados e os barramentos de controle.

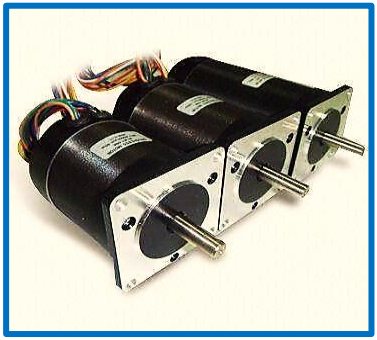
Unidade Lógica Aritmética (ALU: Realiza todos os cálculos matemáticos da CPU, composto de circuitos complexos. A Unidade Lógica Aritmética (ALU) consiste em um circuito para executar vários cálculos (**adição, subtração e multiplicação**), contagem e funções lógicas exigidas pelo software residente na memória. Ele está conectado à memória principal do barramento de dados do sistema.

Unidade de Controle: Este componente é responsável por direcionar o fluxo de instruções e dados dentro da CPU. A Unidade de Controle é, na verdade, construída com muitos outros circuitos de seleção, como decodificadores e multiplexadores. No diagrama acima, o Decodificador e o Multiplexador compõem a Unidade de Controle.

Unidade de Controle do Servo: Componente que recebe um sinal de comando, gerado pela CPU para o **movimento do eixo**, amplifica o sinal e transmite a corrente elétrica a um servo motor para produzir um movimento proporcional ao sinal de comando. Normalmente, o sinal de comando representa uma velocidade desejada, mas também

pode representar um torque ou posição desejada. O servocontrole compara o status real do motor com o status do motor comandado e altera a frequência da tensão, ou largura de pulso, para o motor para corrigir qualquer desvio do status comandado.





O servo motor gira a uma velocidade muito próxima da velocidade do sinal recebido pelo servo do sistema de controle. Vários parâmetros, como rigidez (também conhecido como ganho proporcional), amortecimento (também conhecido como ganho derivativo) e ganho de realimentação, podem ser ajustados para atingir o desempenho desejado. O processo de **ajuste desses parâmetros** é chamado de ajuste de desempenho. A unidade de servocontrole também recebe os sinais de feedback de posição para o movimento real dos eixos da máquina-ferramenta, de dispositivos de feedback (como balanças lineares, codificadores rotativos, revólveres, etc.).

Painel de Controle do Operador: Consiste de duas partes: unidade de exibição de vídeo e teclado. Também chamado de Painel da Máquina, permite ao operador controlar os componentes da máquina manualmente. É uma interface para facilitar a comunicação bidirecional entre o usuário, o CNC e uma máquina-ferramenta. O painel de controle do operador é um dispositivo avançado de alerta, comunica-