

DOSSIÊ TÉCNICO

**As Máquinas de Usinagem Computadorizada
Passam a Ser Um Novo Campo para Área de
Instrumentação**

Adieci Vigannico da Silva

**SENAI-RS
CEP SENAI Nilo Bettanin**

**Junho
2006**



DOSSIÊ TÉCNICO



Sumário

INTRODUÇÃO.....	2
1 OBJETIVO	3
2 PROCESSOS DE USINAGEM.....	3
2.1 Relação do CNC/DNC	3
2.2 Emprego dos CP's ou CLP's.....	4
2.3 O uso de transdutores de força nas máquinas de usinagem.....	4
2.4 Sistema de controle.....	5
2.5 Medição de superfície	7
2.6 Usinagem em alta velocidade	7
2.7 Medidores de ultra-som para profundidade de têmpera.....	9
2.8 Sistema de inteligência artificial na manufatura	10
2.9 Usinagem com alta velocidade e alta exatidão.....	10
2.10 A influência da temperatura no processo de usinagem	11
2.10.1 Medidas de projeto	11
2.10.2 Medidas compensatórias.....	11
2.11 As máquinas tendem a deixar de ser individuais.....	12
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	12
REFERÊNCIAS	12

	<h1>DOSSIÊ TÉCNICO</h1>	
---	-------------------------	---

Título

As Máquinas de Usinagem Computadorizada Passam a Ser Um Novo Campo para Área de Instrumentação

Assunto

Fabricação de centros de usinagem

Resumo

A sensibilização dos profissionais de Instrumentação quanto à evolução da área de usinagem, referente ao sensoriamento de variáveis de processo, ao comprometimento nas incertezas de medidas e velocidades de resposta, ao crescente avanço dos CLP's (Controlador Lógico Programável) no comando ou controle, a crescente complexidade das estratégias de controle com uma diversificação muito grande dos algoritmos e a influência de algumas variáveis físicas sobre o referido processo.

Deixaremos de estudar aqui as evoluções necessárias que as partes mecânicas exigem, para permitirem que as máquinas obtenham a rigidez e a performance adequadas às novas condições de processo, porém citaremos algumas para ilustrar.

Palavras-chave

CP; controlador programável; CLP; controlador lógico programável; CNC; controle numérico computadorizado; controle numérico distribuído; DNC; CIM; manufatura integrada pelo computador; CPU; instrumentação; PCD; plasma coupled device; unidade central de processamento; usinagem computadorizada

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO

A área de usinagem vem passando por várias revoluções em seus processos produtivos, devido a exigências cada vez maiores de qualidade, produtividade e um menor custo de seus produtos, para tornar-se mais competitivo e tornar seu mercado consumidor mais satisfeito.

A evolução tecnológica exige, naturalmente, a redução da tolerância dimensional e dos tempos de usinagem, bem como um aumento da qualidade do acabamento superficial, entre outros, o que torna estes processos muito mais sofisticados.

Para atender estes requisitos, vamos enumerar cinco passos:

- processo de usinagem necessita cada vez mais de flexibilidade de fabricação, com o mínimo tempo de preparação e sem gabaritos, modelos, dispositivos, etc.
- Controle rígido de fabricação, menor interferência humana e que o volume de produção dependa menos do esforço dos operadores.
- Passar o controle dimensional para a própria máquina.

- Passar a geometria e as especificações de usinagem, via programação, para aumentar a rapidez dos comandos de velocidade, o avanço, o giro do cabeçote e as funções auxiliares.
- sistema deve trabalhar em circuito fechado, com controle contínuo para alcançar uma maior exatidão, no mínimo tempo.

1 OBJETIVO

O objetivo deste Dossiê é chamar a atenção dos profissionais de instrumentação e das entidades de formação para um mercado de trabalho, que certamente poderá absorver uma parcela destes especialistas, aumentando a empregabilidade destes profissionais.

2 PROCESSOS DE USINAGEM

Com o aumento significativo do grau de exigência dos processos de usinagem, as máquinas CNC voltam-se para a área dimensional e para o aumento da velocidade na execução das tarefas, o que ocasionou o desenvolvimento de uma série de sensores e o emprego, neste processo, das técnicas usadas, normalmente, em controle de processos contínuos em malha fechada, abrindo uma nova área de atuação para técnicos de instrumentação.

Vamos descrever sucintamente a evolução de alguns tópicos, para defender este ponto de vista.

2.1 Relação do CNC/DNC

Na medida em que houve um crescimento significativo dos bens de informática e cresceu a facilidade de comunicação entre os computadores e os CNC (controle numérico computadorizado), houve um impulso muito grande para a manufatura metal-mecânica, que pode distribuir os programas por várias máquinas-ferramenta CNC e esta união convencionou-se chamar de DNC (controle numérico distribuído).

Sabe-se que o primeiro meio utilizado para transferir programas para as máquinas CNC foi à fita de papel, que dificultava qualquer tipo de ação corretiva nos programas destas máquinas, mesmo que fossem de pequeno porte.

Mas nossos problemas não pararam por aí, pois se exige, na administração moderna, rapidez nas tomadas de decisão em relação aos processos produtivos, através da manipulação das informações, tais como:

- Melhor acomodação de trabalhos de urgência;
- Distribuição da informação atualizada;
- Melhor utilização da capacidade do sistema de manufatura;
- Redução dos tempos ociosos;
- Maior controle dos recursos de manufatura;
- Produção de um produto de maior qualidade;
- Interligação entre os componentes do sistema de produção;
- Possível evolução para um CIM (Manufatura Integrada pelo Computador).

Estes sistemas de manufatura propõem desafios constantes que não param de evoluir, tais como:

- Medição em processo;
- Aperfeiçoamento constante destes processos;
- Diminuição constante dos custos de manufatura;
- Integração do projeto à manufatura;

- Desafios das encomendas especiais;
- Engenharia simultânea;
- Compromisso da administração;
- Recursos de capital.

Como se observa, este assunto daria para ser estendido a ponto de gerar um trabalho, mas no nosso caso tem apenas a finalidade de salientar que se não instrumentalizarmos estes processos, não poderemos alcançar os desafios propostos pela referida área.

2.2 Emprego dos CP's ou CLP's

Outro produto que tem aumentado sua aplicação dentro desta área são os CLP's (Controladores Lógicos Programáveis), ou também chamados CP's (Controladores Programáveis), que exigem um tempo muito menor de treinamento.

Sua performance vem crescendo através do aumento de memória disponível, seu tempo de execução dos ciclos de blocos estão inferiores a 5 milissegundos e o tempo de amostragem de aproximadamente 1 milissegundos. Estes valores são apenas de referência, pois tende a diminuir com o passar do tempo.

O custo do CLP varia de U\$ 150,00 a U\$ 4.000,00, dependendo da aplicação, enquanto o custo do CNC varia de U\$ 5.000,00 a U\$ 40.000,00 (são valores médios)

Temos CP's que são ligados diretamente a redes *Ethernet*, que apresentam taxas de transferências de informação de *100Mbps/s*, com mais de 100 funções de ponto flutuantes, funções matemáticas especiais e os tempos de varredura são menores que 1 milissegundo por K de memória. Estes valores são apenas de referência, pois tende a mudar com o passar do tempo aumentando mais ainda a performance das máquinas.

Quando uma empresa possui um número razoável de máquinas CNC, tem um custo elevado de manutenção, pois são sistemas bem mais complexos e com grande variação de hardware. Outro fator interessante é o surgimento de vários aplicativos de software, baseado em *Windows* para área industrial. Como se vê, os CP's estão invadindo mais uma área de controle.

2.3 O uso de transdutores de força nas máquinas de usinagem

Sem dúvida, o aumento da aplicação da automatização nos Processos de Usinagem, fez crescer a necessidade de um sistema de monitoração, através de sensores destes processos, visando detectar eventos anormais e informar a real situação do processo.

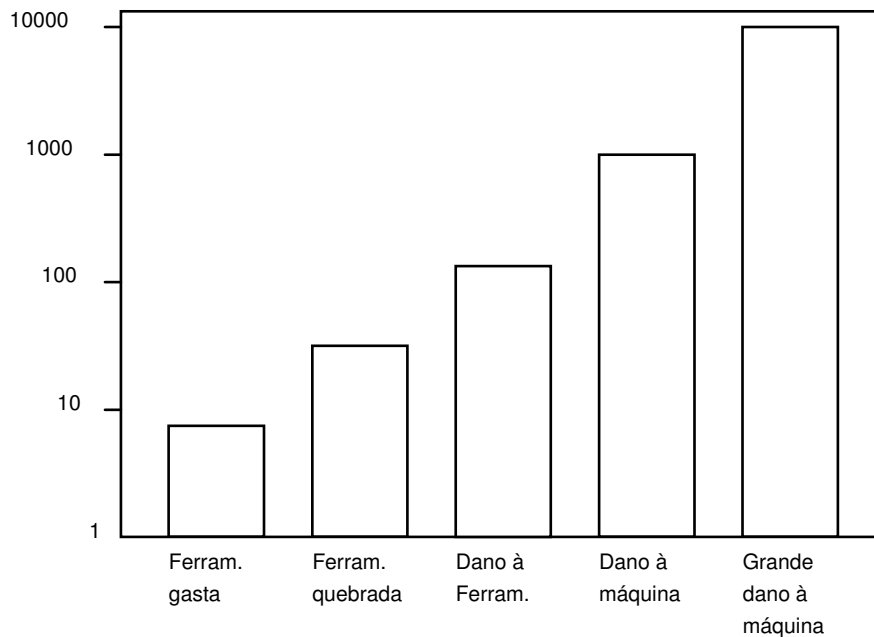
Em função da elevada rigidez mecânica das células de carga (piezelétricas, *Strain Gauge*, Silício Ressonante, Capacitiva, etc.) tem sido uma das aplicações mais utilizadas na monitoração de máquinas-ferramenta na detecção de colisão, quebra e desgaste da ferramenta.

A maioria dos sistemas de monitoração de ferramentas compartilha de características semelhantes, conforme listamos abaixo:

- sensor é colocado perto da ação de corte para medir potência, força, aceleração e etc;
- sinal do sensor será amplificado e condicionado;
- O sinal amplificado será analisado e indicado por uma unidade de processamento de sinal;
- Esta unidade detecta eventos anormais como: colisão, quebra ou desgaste da ferramenta;

- Finalmente, uma interface com o sistema de controle comunica o estado da ferramenta, de modo que o processo de usinagem pode ser rapidamente interrompido a qualquer anomalia.

Custo em U\$ do evento



GRAF. 1 - Custo de um evento em usinagem

Fonte: BOEEHS, 1994.

O desempenho do sistema está diretamente relacionado à qualidade e ao teor do sinal do transdutor. Como se vê, os cuidados com a medição de força vem crescendo, em função dos custos elevados, o que pode causar o reparo de uma máquina-ferramenta pelo dano de uma ferramenta quebrada. O GRAF. 1 tenta ilustrar aonde podem chegar os custos dos eventos de usinagem.

Chamamos a atenção que um sistema de monitoração de colisão requer o mais simples dos transdutores e um sistema de monitoração de desgastes requer o mais complexo. Como já foi dito, as células de carga tem elevada rigidez mecânica, o que significa que têm pouca influência na exatidão ou na estabilidade do processo de corte. Outro dado é que as células de carga podem medir um, dois ou três eixos de força, tornando seu uso apropriado para uma larga faixa de aplicação.

Outro tipo de sensor é os ópticos, usados para a medição do processo de afiação de rebolos ou para a medição do acabamento superficial. Baseia-se na reflexão de um feixe de laser na superfície e posteriormente projetado em sensor tipo PCD (*Plasma Coupled Device*).

Como podemos observar, o controle topográfico de rebolos em processo é uma grande ferramenta para análise e otimização do processo de retificação. O ajuste do alinhamento do laser com o centro do sensor PCD é feita com auxílio de um espelho flexível, fixado com fita adesiva à superfície do rebolo, para simular a superfície cilíndrica totalmente reflexiva. Este espelho normalmente é feito com tiras de papel que pode ser aluminizado.

2.4 Sistema de controle

O que vem chamando a atenção da área de Instrumentação é o crescente número de artigos

que mencionam o desenvolvimento e a implementação de controle por feedback, realizado por computador, para processos de usinagem, visando otimizar estes controles em ambiente de produção industrial.

Vamos capturar a expressão *controle por feedback*. Este é um termo bem popular dentro da nossa área (Instrumentação) e as estratégias de controle utilizadas neste momento, começam a ser implementada. Notamos uma preocupação deste segmento, em ter equipes de engenheiros especialistas para trabalhar no desenvolvimento destas estratégias.

Respeitando as características do processo, sabemos que os técnicos poderão atender este mercado sob certa ótica, considerando cada máquina, uma mini planta.

São processos pequenos, porém complexos, devido à necessidade de velocidade muito alta de atuação, deslocamento muito exato, repetibilidade de posicionamento e uma série de outros parâmetros que envolvem esta área.

Hoje, há um grande número de trabalhos sendo executados por empresas, tentando aperfeiçoar estas tecnologias, apresentando os resultados em conferências, seminários, congressos e etc.

Vamos retratar um Diagrama de Bloco do Controlador Adaptativo (FIG. 1), que visa manter as características de superfícies de um processo de usinagem. Como podemos observar, há um certo número de parâmetros que envolvem este processo, visando manter as tolerâncias dimensionais e o acabamento superficial, que terão de ser mantidos com eliminação das folgas dos mecanismos, velocidade de resposta dos respectivos sensores, atuadores e rigidez mecânica, entre outros.

Estas máquinas poderão ter um ou mais eixos, podendo tornar o processo bastante complexo e muito interativo.

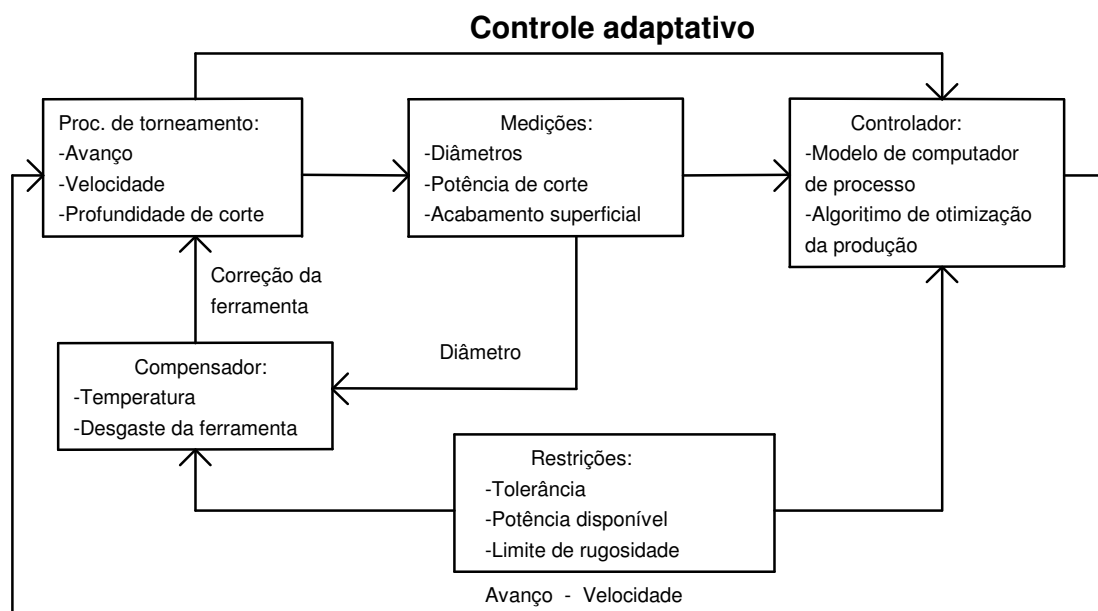


FIG. 1 - Fluxograma do controle adaptativo
Fonte: GERLING, 1985.

2.5 Medição de superfície

Para termos uma idéia da grandeza dos valores dimensionais medidos no controle de superfície (rugosidade), estes ficam na faixa de 1,5 μm a 3,0 μm (valores de referência que mudam ao longo do tempo em função da evolução tecnológica). Isto nos dá uma noção de qualidade, exigidas dos componentes que envolvem este processo. Neste caso, o sensor para medição de superfície utiliza técnica laser, que faz varreduras sobre a superfície medida, normalmente montado em um dos carros.

Para ilustrar, vamos caracterizar um sistema de medição a laser usando um determinado padrão como referência:

- transmissor é composto por um espelho oscilatório, que produz uma varredura paralela do raio laser, em uma razão constante e controlada por uma determinada frequência;
- Um módulo receptor, que faz o acondicionamento de sinal;
- Espelho de 90 graus, que serve para defletir o sinal até o receptor;
- Microprocessador;
- Faixa de medição de 5,0 a 115,0 mm, com resolução de 0,0025 mm (como exemplo).

Alguns métodos de medição do movimento circulares aceitos para máquinas-ferramenta são: sensor rotativo unidimensional, sensor rotativo bidimensional e uma placa-mestra circular e barra telescopia esférica. Estes métodos são adequados para a avaliação do erro global das máquinas de usinagem. Através do computador analisa-se a amostragem de dados, diagnosticando a trajetória de compensação a ser feitos nos ganhos dos servocontroles, alinhamento dos eixos, vibrações de passo, erros locais de posição e etc.

2.6 Usinagem em alta velocidade

Outro fator que vem dominando esta área é o aumento de velocidade no processo de usinagem de perfis *high speed cutting (HSC)*, utilizando porta ferramenta híbridos, que combina a grande capacidade de curso de um motor linear e a elevada capacidade de resposta dos dispositivos piezelétrico entre outros.

As máquinas de usinagem de perfis não circulares para pistão, por exemplo, usavam tornos copiadores que tinham limites de tempo grandes, que chegavam há 20 horas para se mudar de uma peça para outra e a velocidade de rotação do fuso de trabalho era muito baixa chegando no máximo de 800 RPM (como exemplo).

A nova tecnologia usaria, nas máquinas, atuadores lineares de alta velocidade para posicionamento dos carros e um sistema de controle numérico, que controla os atuadores.

Tipicamente, os atuadores lineares incluem um servo-mecanismo hidráulico, um dispositivo com princípio elétrico, um dispositivo eletromagnético, ou um motor linear. Com estas alterações os limites das máquinas, nas trocas de peças, ficam muito pequenas e a velocidade de rotação do fuso muito superior a 3000 RPM (limite deste valor fica difícil de ser balizado em função da constante evolução tecnológica), o que torna a máquina dezena de vezes mais flexível e muitas vezes mais produtiva, sem considerar o ganho de qualidade no acabamento superficial, entre outros. Neste item fica muito difícil estipular unidades de tempo, pois são superadas anos após anos por desenvolvimento tecnológicos das máquinas e ferramentas. Vamos sistematizar o processo que o controlador numérico executa ao rodar o programa de controle (FIG. 2).

FLUXOGRAMA DO CONTROLE DO APREDIZADO PERIÓDICO

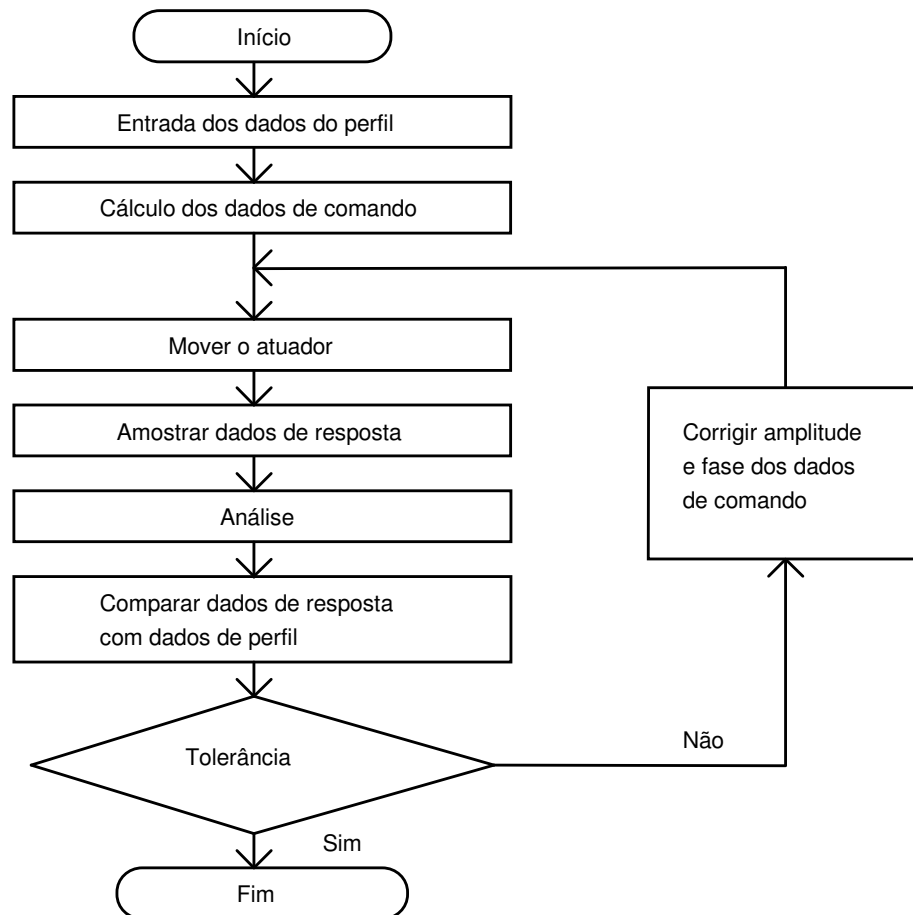


FIG. 2 - Fluxograma do Controle do Aprendizado Periódico
Fonte: ROSSI, 1970.

Este sistema aplicado a usinagem de alta velocidade de perfis não circulares requer um processamento matemático que podem usar funções de transferência de segunda a sexta ordem.

Este método não determina a função de transferência do sistema antecipadamente por aproximação, e sim são dados recolhidos *on-line* e processados matematicamente.

Como podemos observar, o método de aprendizado periódico caracteriza-se por melhoras contínuas de compensação de dados de comando para os servossistemas, a fim de otimizar estes parâmetros de usinagem.

Este método é muito eficaz para reduzir o tempo necessário para criar dados de comando, uma vez que o volume de dados requerido para interpolação é consideravelmente pequeno em comparação com outro método de interpolação usada.

Esta tecnologia de corte é que está dominando os projetos das máquinas HSC, seus componentes, seu ferramental e os respectivos processos de manufatura. Para se ter uma idéia da interação desta tecnologia, basta observar a FIG. 3, onde, de uma maneira simples, se tenta mostrar os elos existentes:

Influência da tecnologia de corte

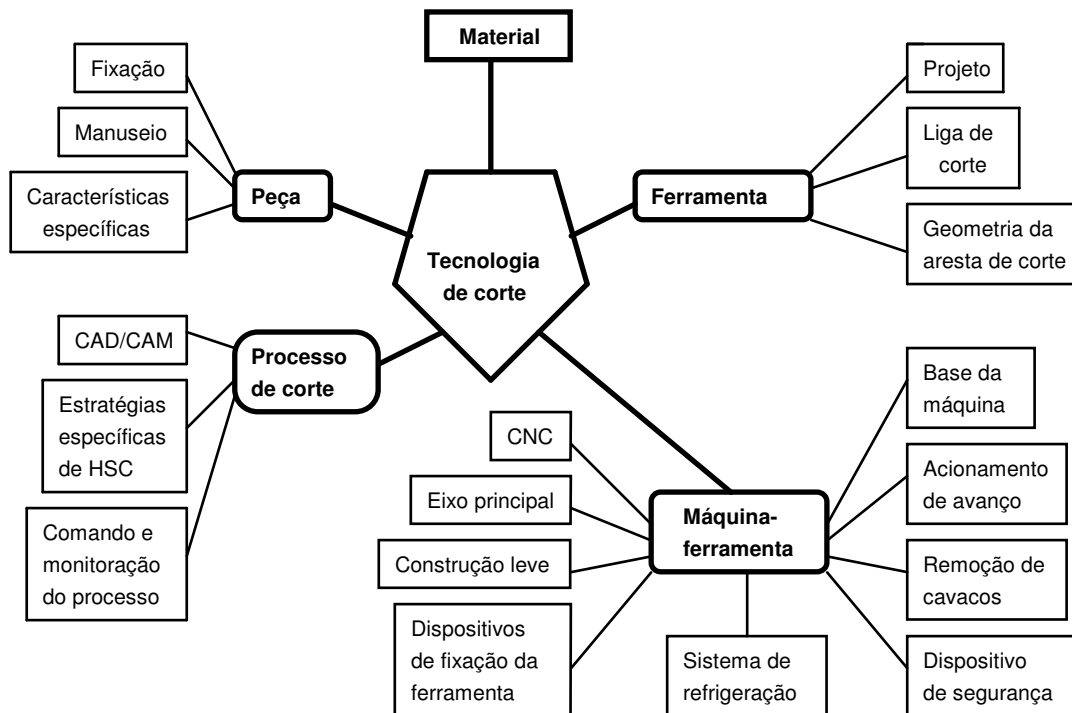


FIG. 3 - Fluxograma da influência de Corte
Fonte: STEMMER, 1993.

O que se observa, pelo ponto de vista de controle, é a necessidade cada vez maior de velocidade de processamento dos sistemas atuais de controle, que pode ser CNCs ou CPs. Não é pouco comum uma máquina parar, devido ao tempo de processamento de comando dos avanços ser maior que o tempo estimado da trajetória de corte entre os pontos de suporte. Chamamos a atenção que estamos sempre tratando este assunto pelo ponto de vista de controle. Para se obter um desempenho adequado destas máquinas, há um grande número de fatores mecânicos envolvidos.

Os projetos das máquinas de usinagem tendem a sofrer uma grande modificação, por causa do surgimento de novos materiais para ferramentaria de usinagem. A necessidade de otimização destes parâmetros vai tornar estas máquinas mais velozes e exigir equipamento de suporte com tempo de resposta cada vez menor. Como exemplo, podemos citar que no fim da década de 80 as máquinas alcançaram velocidade de avanços de 24 m/min, dos fusos de 10000 RPM e ganho de exatidão, confiabilidade, qualidade, gerenciamento de cavacos e refrigerante e eficácia de custo.

2.7 Medidores de ultra-som para profundidade de têmpera

Os medidores de ultra-som têm tido um crescimento de suas aplicações nos ensaios não destrutivos, sendo a profundidade da têmpera uma das áreas que alcançou este ganho. O sistema é composto de um dispositivo eletrônico interfaceado com um microcomputador e tem capacidade para emitir e receber ultra-sons, apresentar simultaneamente em modos A (ecos) e B (cortes), interpretar os resultados e editar relatórios. A medição por retrodifusão caracteriza-se quando o transdutor usado para transmissão é utilizado como receptor da energia ultra-sônica, difundida pela estrutura a ser analisada. Esta técnica permite a observação do sinal retrodifundido utilizando um dispositivo experimental simplificado e conduz a resultados tão significativos quanto os obtidos com dois captadores. O princípio de funcionamento é que a onda ultra-sônica, de início, é pouco difundida na zona temperada, onde o decréscimo da

amplitude do eco é rápida, o que não acontece na parte não-temperada.

2.8 Sistema de inteligência artificial na manufatura

A Inteligência Artificial é uma área dentro da computação, cuja abordagem é constituída de métodos e técnicas que fornecem procedimentos para o desenvolvimento de sistemas, capazes de desempenhar tarefas associadas ao raciocínio humano. Exemplos destes métodos e técnicas incluem representação do conhecimento, estratégias de inferências, interação através de diálogo, compreensão da linguagem natural e interpretação da fala, visão da máquina e sensoriamento. Algumas características da Inteligência Artificial são:

- Manipulação de símbolos, em vez de números;
- Realização de inferências e deduções, a partir da informação disponível;
- Aplicação do conhecimento na solução de problemas;
- Desempenho de tarefas complexas, sem necessitar da intervenção humana.
- Modelos neurais

2.9 Usinagem com alta velocidade e alta exatidão

Houve um período em que se acreditava que as máquinas CNC usinavam em alta velocidade, pelo fato de processar programas de usinagem com rapidez. Com a maturação, ficou óbvio que estas máquinas precisavam fazer muito mais que simplesmente processar programas rapidamente e que **alta velocidade** e **alta exatidão** são dois processos distintos.

Para se alcançar esta proposta, tem que ser feita uma seleção cuidadosa dos componentes, referentes às arquiteturas de hardware. Vamos citar algumas características:

- Interface Digital para Servo Acionamento - é importante salientar que muitos dos servos digitais têm interfaces analógicas nos CNC. Os laços de velocidade e posição são controlados pela mesma CPU. O volume de informação em função do número de eixos pode se transformar num gargalo no desempenho do sistema.
- Erro Zero de Acompanhamento - é a diferença entre a trajetória da ferramenta e a trajetória ideal de programa.
- Eliminação de histerese na reversão do motor - quando um motor é submetido a uma mudança de sentido, ele passa por um momento de hesitação que costumamos chamar de tempo morto, o qual é causado pelos mais variados motivos (folgas, fricção nas guias, desaceleração, aceleração, etc).
- Tempo de varredura do servo - o tempo de varredura das malhas de controle deve ser menor que o tempo de processamento dos blocos.
- Processadores de 64 bits no mínimo - excesso de tarefas processadas simultaneamente.
- Processador independente para a interface da máquina - a usinagem de alta exatidão e velocidade é um sistema carregado com muitas tarefas.
- Processador independente para blocos de programa - para aplicações complexas.
- Menor que o tempo de processamento dos blocos.
- Processador independente para eixos - em virtude da alta velocidade necessária no processamento das malhas de velocidade e posição e da simultaneidade de comunicação com outras CPUs, no ciclo de varredura de interpolação.
- Tempo de Processamento de blocos (TPB) - para verificar se este valor satisfaz sua necessidade, basta usar esta fórmula (distância mínima = velocidade de avanço de corte x TPB), porém é bom observar se não existe um outro gargalo.

- Taxa de Comunicação DNC - quando o programa está sendo lido de um dispositivo externo, a taxa de comunicação entre o comando da máquina e este dispositivo é de extrema importância.
- Ciclo de Interpolação (TIP) - é o intervalo na qual o comando da máquina passa as informações para os processadores de acionamento dos eixos.
- Fusões de Comandos - são muito utilizadas, principalmente em usinagem de exatidão.
- Tipos de aceleração e desaceleração - são baseados em rampa de aceleração, método do tempo fixo para aceleração, ou uma combinação dos dois.
- Pré-processamento do programa de usinagem - prevenir os problemas neste tipo de usinagem complexa.
- Pré-processamento da aceleração e desaceleração - Visualizar, principalmente, os pontos críticos e manobrar os eixos, convenientemente, ao redor dos cantos.
- Controle automático da velocidade - ajudará o usuário a determinar o desvio máximo permitido na trajetória.

Este resumo, nos comentários de cada item, apresenta uma pequena idéia das características que um controle de processo de uma máquina com algum tipo de comando computadorizado terá que apresentar, para atender a usinagem com alta velocidade e exatidão.

2.10 A influência da temperatura no processo de usinagem

O comportamento térmico das máquinas-ferramenta influencia em sua exatidão, por atingir a variável dimensionamento. Existe um grande número de fontes de energia (elétrica, mecânica "atrído", ambiente, etc.) dentro de uma máquina-ferramenta, que são transformadas em aumento de temperatura.

A mudança de temperatura é influenciada por constantes específicas dos materiais, como capacidade, condutividade e densidade térmica, dimensões geométricas e coeficientes que descrevem a transferência de calor por meio de convecção e radiação.

Visando otimizar o comportamento térmico das máquinas-ferramenta, devemos tomar medidas para melhorar a exatidão do trabalho, que pode ser dividida em dois grupos principais:

- Otimização construtiva, através de um projeto termicamente apropriado;
- Compensação de erros térmicos durante o processo de usinagem.

2.10.1 Medidas de projeto

- Redução do fluxo de calor - remover para fora da máquina as fontes de calor, tais como: motores principais, transmissões, unidades hidráulicas, etc.
- Redução das diferenças de temperatura - distribuição regular das fontes de calor, para reduzir ao mínimo os gradientes temperatura entre os subconjuntos, componentes e, até mesmo, dentro de uma mesma peça.
- Aplicação de novos materiais com propriedades favoráveis - o uso dos materiais não-metálicos vem aumentando sua aplicação na fabricação de máquinas-ferramenta, por apresentarem propriedades favoráveis, em comparação aos metais.

2.10.2 Medidas compensatórias

- Medidas envolvendo modificação do sistema de energia - Os erros geométricos são, normalmente, causados pela dilatação térmica dos componentes das máquinas, que depende das condições de trabalho e das influências externas.
- Medidas que não envolvem modificação do sistema de energia - Atrvés de um sistema de monitoração e com algum algoritmo de controle envolvendo cálculos, é possível corrigir a dilatação térmica dos componentes da máquina.

- Medição das deformações térmicas - a compensação mais eficiente baseia-se na monitoração direta dos deslocamentos e na correção da posição relativa da ferramenta. Os tipos de sensores mais empregados são; interferômetros a laser, bulbos de resistência, termopares, células de cargas, entre outros.

Esta área, envolvendo comportamento térmico das máquinas-ferramenta, deve causar o crescimento das aplicações de novos materiais e de um grande número de algoritmos de controle, visando minimizar as influências térmicas sobre o processo de usinagem.

2.11 As máquinas tendem a deixar de ser individuais

Devemos levar em consideração que os sistemas de usinagem começam a requerer funções de controle avançados, que os sistemas precisam reagir cada vez mais a eventos em tempo real, além de monitorar uma grande variedade de parâmetros de produção. Isto se torna mais complexo, à medida que a interligação dos equipamentos se torna inevitável para a integração do processo produtivo entre todas as áreas da empresa.

Mas nossos problemas começam a acentuar-se, à medida que devemos interligar todos estes equipamentos em rede com sistema supervisor ou computador central. Um projeto desta ordem apresentaria vários problemas, como por exemplo:

- Como lidar com o *mix* de equipamentos;
- Deixar o sistema de automação flexível;
- Quais as áreas que serão interligadas;
- Hardware atende às novas expectativas (capacidade de memória, velocidade de operação e comunicação, etc);
- Software básico (sistema operacional multiusuário, linguagem, etc.);
- Software aplicativo (modelagem, simulação, CAM, etc.);
- Tipo de rede.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A caracterização dos processos de manufatura está exigindo cada vez mais máquinas automatizadas e com isto, apresenta um novo mercado de atuação para um especialista chamado de Técnico em Instrumentação, que trabalha mais com processos contínuos ou em batelada nas áreas de petróleo, gás, petroquímica, papel e celulose, siderurgia, metalurgia, alimentícia, entre outros.

Os comentários sobre as máquinas dedicados à manufatura foram bastante superficiais e não teve como objetivo esgotar o assunto e sim caracterizar algumas variáveis físicas e características de controle que se assemelham aos processos industriais acima mencionados.

Esperamos que esta série de comentários faça com que especialistas e técnicos da área de instrumentação se dediquem mais a este segmento, que avança em um crescente exponencial de utilização de algoritmos de controle, sensores, atuadores e na monitoração de suas variáveis de processo.

Com base nos conteúdos aqui expostos, sugerimos que em eventos da área metal-mecânica e em outras ações afins (como exemplo a SOBRACON entre outros) seja apresentado o perfil do técnico de instrumentação, como um possível especialista de manutenção para este processo de manufatura, que envolve cada vez mais máquinas com alta tecnologia agregada com sistema de controle equipamentos inteligentes.

REFERÊNCIAS

BOEEHS, Lourival. **Gerenciamento de ferramentas e banco de dados de usinagem**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1994. 102 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

FERREIRA, Aureo Campos. **Comando numérico na fabricação**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1993. 132 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

GERLING, H. **À volta da máquina-ferramenta**. São Paulo: Edgard Blucher, 1985.

MARTIN, Carlos Alberto. **Acionamento de avanço para máquinas-ferramentas**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1994. 162 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

MAZZOLA, Vitório Bruno; STEMMER, Marcelo Ricardo. **Redes industriais de comunicação**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1994. 152 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

QUEIROZ, Adelardo Alves de. **Fundamentos de sistemas de fabricação**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1993. 88 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

REVISTA Máquinas e Metais, São Paulo, v.4, n.336, jan./set., 1994.

ROSA, Edison. **CAE/CAD/CAM**. São Leopoldo: UNISINOS/UFSC, 1994. 125 p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Automação Industrial).

ROSSI, M. **Máquinas operatrizes modernas I e II**. Rio de Janeiro: Hoepli, 1970.

STEMMER, C. E. **Ferramentas de corte I e II**. Florianópolis: UFSC, 1993.

WALKER, J. R. **Machining fundamentals**. New Jersey: Goodheart Wilcox, 1997.

Nome do técnico responsável

Adieci Vigannico da Silva

Nome da Instituição do SBRT responsável

SENAI-RS. EEP SENAI Nilo Bettanin

Data de finalização

30 jun. 2006