

INTEGRAÇÃO DE MÁQUINAS DE MEDIÇÃO DE FERRAMENTAS COM MÁQUINAS CNC

Neri Volpato

CEFET – PR, nvolpato@cefetpr.br

Claudimir José Rebeyka

CEFET – PR, claudimir@ensino.ms

Dalberto Dias da Costa

UFPR, dalberto@demec.ufpr.br

Resumo.

Algumas máquinas do ambiente industrial não dispõem de interfaces adequadas, permanecendo isoladas do sistema de manufatura. Neste artigo são apresentadas algumas dificuldades que o integrador deve encontrar para integrar máquinas de medir ferramentas com máquinas CNC.

Palavras-chave: integração, CNC, presseter, ferramentas

1. INTRODUÇÃO

Toda máquina CNC precisa saber as dimensões de cada ferramenta para se movimentar da maneira adequada à confecção da peça. Desta forma, a controle CNC poderá corrigir (compensar) os seus movimentos de acordo com a geometria de cada ferramenta.

A medição das ferramentas pode ser feita na própria máquina CNC, apesar disto implicar na parada da produção. Uma outra prática bastante aplicada é a medição de ferramentas em máquinas dedicadas a esta tarefa. Estas máquinas, também chamadas de presseter, possibilitam a medição das ferramentas antes da montagem na máquina CNC, diminuindo o tempo de preparação para usinagem.

A transferência de programas de usinagem para as máquinas CNC é um assunto bem resolvido através das redes DNC – *Direct Numeric Command*, porém a transferência dos dados de ferramentas para as máquinas CNC geralmente é feita de forma manual, sendo que o operador da máquina é o responsável pelo gerenciamento destas informações. Normalmente o operador digita estes valores no painel de comando da máquina CNC a partir das listas de ferramentas ou das etiquetas geradas na máquina de medição de ferramentas. Esta introdução manual de dados gera aumento do tempo de preparação da máquina CNC, pois a máquina fica parada enquanto os valores de medidas das ferramentas são digitados. Adicionalmente, é possível a ocorrência de erros na digitação dos valores, o que pode ocasionar a quebra da ferramenta, danos à peças e até mesmo à máquina. Além disso as máquinas de medir ferramentas acabam isoladas no ambiente de produção, propiciando um ponto sem integração com o sistema de manufatura.

É possível promover a integração destas máquinas e eliminar a entrada de dados manual através do uso de um sistema computacional de coleta e gerenciamento de dados de ferramentas acoplado às máquinas de medição de ferramentas. Este sistema deve formatar os dados de ferramentas e disponibiliza-los para as máquinas CNC através de uma rede DNC.

Neste artigo são apresentadas algumas tecnologias disponíveis na indústria mecânica para medição de ferramentas para máquinas CNC. É proposto um programa de computador que possibilita a integração das máquinas de medir ferramentas com as máquinas CNC e são

apontadas as dificuldades a serem encontradas na implementação. É feita uma discussão sobre a integração no ambiente industrial e são feitas recomendações.

2. FORMAS DE MEDIR FERRAMENTAS PARA AS MÁQUINAS CNC

Segundo Kief e Waters (1992), o propósito da medição de ferramentas é a localização precisa da aresta de corte e um ponto de referência no corpo da ferramenta. A seguir são apresentadas as formas mais usuais de medição de ferramentas de corte.

2.3.1 Medição manual na própria máquina

Uma forma simples de medição do comprimento das ferramentas é a utilização do próprio comando CNC para cálculo do comprimento. Para isto basta encostar a aresta da ferramenta em uma superfície de referência da peça ou da máquina.

O operador aproxima a ferramenta e controla o contato da aresta sobre a superfície de referência geralmente utilizando uma folha de papel (Figura 1). Este tipo de procedimento requer experiência do operador, pois utiliza a movimentação manual aumentando o risco de danos da aresta de corte da ferramenta.

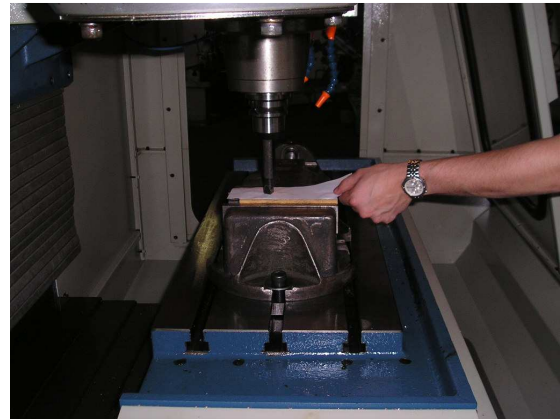


Figura 1 – Medição manual na máquina CNC

2.3.2 Medição com dispositivos na máquina

Algumas máquinas CNC dispõem de equipamentos dedicados à medição de ferramentas. Estas máquinas necessitam de funções específicas no CNC para interpretação destes dados e, apesar da medição ser bem mais rápida que na opção anterior, ainda utilizam tempo que poderia ser destinado à produção. O dispositivo de medição é local e serve apenas à máquina que o contém. A Figura 2 apresenta exemplos destes dispositivos para fresadora e para torno.

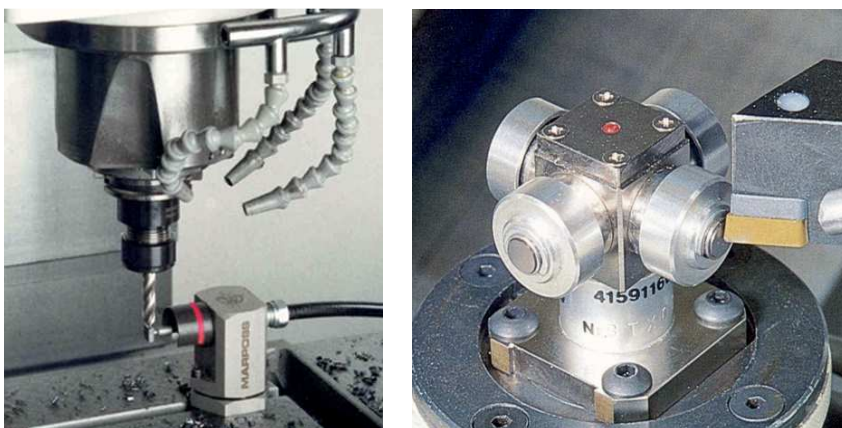


Figura 2 – Dispositivos de medição em diferentes máquinas CNC (Marposs, 2004)

Este tipo de tecnologia proporciona a medição precisa da ferramenta, eliminando erros de montagem e de localização da aresta, pois a ferramenta é medida na posição de trabalho.

2.3.3 Medição em máquinas de medir ferramentas isoladas do sistema de manufatura

Segundo Groover (2001) e Kief e Waters (1992), a máquina CNC deve ser utilizada para produção e qualquer outro uso torna sua operação altamente improdutivo. Isto é válido para a medição de ferramentas nas máquinas CNC. Para evitar este problema, uma das formas de medição de ferramentas em empresas que usam a tecnologia CNC é o uso de máquinas de medir ferramentas (Figura 3).

Estas máquinas simulam a fixação na máquina CNC, localizando corretamente a aresta de corte da ferramenta. O tempo de medição é desconsiderado na preparação da máquina CNC, pois a montagem ocorre durante a execução da usinagem de outras peças.



Figura 3 – Máquina de medir ferramentas - Presetter

A medição da ferramenta é feita por comparação visual ou através de sensores de contato. O montador posiciona a máquina de forma que a sombra da aresta de corte da ferramenta projetada coincida com a referência do anteparo de visualização. A máquina apresenta as dimensões da ferramenta através de seu mostrador eletrônico. Segundo Kief e Waters (1992), em alguns sistemas é possível armazenar a identificação da ferramenta e os valores de medida em micro-chip de EPROM, incorporados no suporte da ferramenta.

Uma outra forma de medição de ferramentas é o estabelecimento da medida de montagem durante o planejamento de processos. Toda vez que for produzida a peça, deverá ser montada a ferramenta apropriada, na medida tolerada especificada para aquele processo.

Este tipo de procedimento é apropriado a produção de grandes lotes de peças e pequena variabilidade de ferramentas ou para máquinas multifuso, onde o comprimento de montagem deve ser idêntico para todas as ferramentas (Kief e Waters, 1992). O principal problema é a limitação da vida útil de ferramentas que podem ser reafiadas.

2.3.4 Medição em máquinas de medir ferramentas integradas ao sistema de manufatura

Este sistema utiliza um computador integrado na máquina de medir ferramentas que captura os dados e disponibiliza para as máquinas CNC. Seu uso é condicionado ao desenvolvimento de pós processadores específicos para cada máquina CNC a ser integrada. Representa a última geração de máquinas de medir ferramentas.

3. TRANSFERÊNCIA DE DADOS DE FERRAMENTAS PARA AS MÁQUINAS CNC

As medições de ferramentas efetuadas diretamente na máquina CNC dispensam a necessidade de transferência de dados, pois o próprio comando disponibiliza função específica de memorização dos comprimentos da ferramenta. Já em medições fora da máquina CNC há a necessidade de uma forma de transferência de dados para o comando.

Para casos de ferramentas com montagem de valor fixo, a transferência de dados para a máquina CNC é efetuada apenas uma vez durante o processo produtivo. Normalmente é utilizada a entrada manual de dados.

A entrada manual de dados é uma das formas transferência de dados de ferramentas para as máquinas CNC. Neste caso, o operador da máquina CNC é o responsável pelo gerenciamento das informações de ferramentas. O montador indica as dimensões de montagem numa lista que acompanha as ferramentas até a máquina. Em alguns casos observa-se a impressão de etiquetas adesivas que são fixadas nas ferramentas para indicar suas medidas (Figura 4).



Figura 4 – Etiquetas adesivas indicando as dimensões das ferramentas

A transferência dos dados é feita por entrada manual diretamente no comando CNC. O operador identifica o número e as medidas das ferramentas e digita no painel da máquina.

Outra forma é a transferência de dados através de micro-chip. Neste caso as medidas da ferramenta são armazenadas na memória de um micro-chip local instalado no suporte da ferramenta. A transferência dos dados de ferramentas demanda de uma interface física para leitura e função específica no comando CNC, limitando sua aplicação a máquinas com estas características. Também é necessária uma função específica na máquina de medir ferramentas para gravação dos valores medidos no micro-chip.

As máquinas modernas para medição de ferramentas são integradas (seção 2.3.4) e já dispõem de interfaces de conexão com máquinas CNC. A interface pode ser específica, ou a transferência de dados pode utilizar o DNC, entretanto representam alto custo de investimento. Seu uso é justificado para empresas que tenham grande número de máquinas CNC e ferramentas.

4. REDES DNC

As redes DNC normalmente são utilizadas para transferência de programas CNC. Um computador externo armazena e fornece dados para as máquinas CNC conforme demanda. O operador solicita o programa através do comando CNC, podendo devolvê-lo modificado. É também possível a transferência de outros tipos de dados através da rede DNC, inclusive dados de ferramentas.

Segundo Robb (2003), a rede DNC evoluiu para um sistema de gerenciamento de programas CNC, com supervisão de revisão de programa e distribuição automática para o comando das máquinas. É possível transmitir programas em blocos, administrar sub rotinas, permitir a edição de arquivos diretamente no servidor, comparar dados, permitir o monitoramento remoto da máquina CNC. Outro ponto importante na rede DNC é a capacidade de permitir que usuários tenham acesso a outros dados relacionados com programas CNC, tais como medidas de ferramentas, desenhos e informações sobre documentação da produção.

Ainda segundo Robb (2003), o futuro das redes DNC aponta para o acesso multimídia através da Internet. Um usuário poderá simplesmente acessar o servidor e utilizar pelo tempo necessário. Os provedores de DNC terão que passar do gerenciamento de poucas máquinas e ordens de produção caras para o serviço de milhares de clientes, cada um com baixo custo. Robb citando Chao-Hwa Chang, especialista em programação CNC do departamento de engenharia mecânica e aeroespacial da UCLA, relata que “O custo dos sistemas CNC ainda são altos devido à patente dos programas, componentes caros e o pequeno número produzido. Os computadores pessoais devem tomar conta das funções de programação e memória dos comandos CNC por uma fração do custo”.

5. PROPOSTA DE TRANSFERÊNCIA DE DADOS DE FERRAMENTAS VIA DNC

Objetivando oferecer uma opção mais barata e acessível às pequenas e médias empresas, com a possibilidade de se formatar as informações para vários controles é que se está propondo um sistema de coleta e gerenciamento de dados, para ser acoplado às máquinas de medição de ferramentas comuns. Este sistema deve coletar e formatar os dados de ferramentas do presetter e disponibiliza-los para as máquinas CNC através da rede DNC.

5.1 Proposta de integração

A proposta de integração prevê a criação de um programa que receba os dados de uma máquina de medir ferramentas, formate estes dados no padrão da máquina CNC escolhida e disponibilize no diretório apropriado da rede DNC (Figura 5).

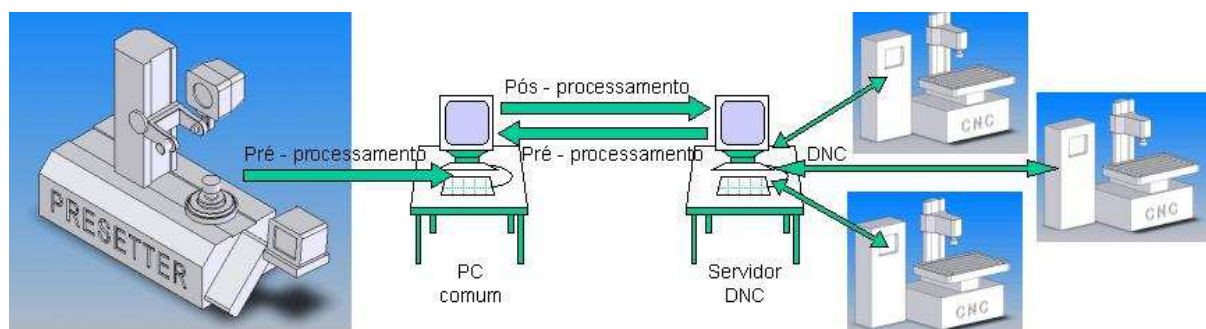


Figura 5 – Proposta de integração das máquinas de medir ferramentas com as máquinas CNC

O montador de ferramentas terá condições de escolher a máquina para qual as ferramentas serão montadas através de uma interface amigável.

Desta forma, cada conjunto de dados dimensionais de ferramentas pode ser armazenado como arquivo e transferido para a máquina CNC diretamente, eliminando a entrada de dados manual, diminuindo o tempo de preparação e a necessidade de dispositivos especiais de medição nas máquinas CNC.

Para efetuar a transferência de dados automática em empresas que tenham máquinas para medir ferramentas isoladas, prevê-se que o integrador irá encontrar dificuldades técnicas nos seguintes pontos:

- Comandos distintos para cada máquina CNC
- Armazenamento de dados em padrões proprietários
- Fabricantes distintos para máquinas e comandos CNC
- Falta de informações nos catálogos dos fabricantes da máquina
- Falta de informações nos catálogos dos fabricantes do comando CNC
- Para implementação - resistência às mudanças sistemáticas nas empresas

Ainda, segundo Zelinski (2003), são quatro os principais pontos a serem observados na implementação de um programa no chão de fábrica:

- 1 – Envolver o pessoal de fábrica na criação do programa
- 2 – Manter o grupo depois que a escolha tenha sido feita
- 3 – Programar recursos para treinamento
- 4 – Esperar por falhas no programa

Cresce o número de pequenas empresas com poucas máquinas CNC, grande variabilidade de produto e pequenos lotes de peças. Nestes casos é justificada a criação de sistemas de baixo custo, onde sejam reduzidos os tempos de preparação de máquinas e aumentada a segurança da medição de ferramentas.

Existem pelo menos três empresas na região metropolitana de Curitiba que apresentam este problema, para as quais é necessário fazer o estudo de cada comando CNC específico e a criação dos pré e pós-processadores apropriados, com o propósito de promover a integração.

5.2 Estudo de caso

Como estudo de caso está sendo desenvolvido um programa protótipo em linguagem Visual Basic para coleta de informações de um presetter da marca Zoller, modelo TAL e formatação destas informações para um comando CNC Mach9 e um comando CNC FANUC.

O desenvolvimento deste programa está apontando para o desenvolvimento de um núcleo comum de programa e a criação de pré processadores e pós processadores para cada comando distinto a ser acrescentado no programa de comunicação.

<pre> a) "0 :10C0056064000000C80000002C01000090010000E1 :10C01560F401000058020000BC020000200300008B :10C02560840300008E03000098030000A203000053 :10C03560AC0300008B030000C0030000CA030000A3 :10C0456000000000000000000000000000000008B :10C0556000000000000000000000000000000007B :10C0656000000000000000000000000000000006B :10C0756000000000000000000000000000000005B :10C0856000000000000000000000000000000004B :10C0956000000000000000000000000000000003B :10C0A56000000000000000000000000000000002B :10C0B56000000000000000000000000000000001B :10C0C56000000000000000000000000000000000B :10C0D5600000000000000000000000000000000FB :10C0E56000000000000000000000000000000000B :10C0F5600000000000000000000000000000000DB :10C105600000000000000000000000000000000CA :10C115600000000000000000000000000000000BA :10C125600000000000000000000000000000000AA :10C1356000000000000000000000000000000009A :10C1456000000000000000000000000000000008A :10C1556000000000000000000000000000000007A :10C1656000000000000000000000000000000006A :10C1756000000000000000000000000000000005A :10C1856018FCFFFFF30F8FFFF48F4FFFF60F0FFFFF8A :10C1956078ECFFFFF90E8FFFFA8E4FFFFC0E0FFFFF3A :10C1A56008DCFFFFF0D8FFFF08D5FFFF20D1FFFFF8 :10C1B56038CFFFFF50C9FFFF68C5FFFF80C1FFFFF96 :10C1C56000000000000000000000000000000000A </pre>	<pre> b) /* Tool File 1 */ G110 Q1 P1 R0 L9 R1 L1 R2 L94.944 R3 L0.000 R4 L31.500 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P1 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L7 R10 ~(MSG,CAB-63) G110 Q1 P1 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 G110 Q1 P1 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 2 */ G110 Q1 P2 R0 L7 R1 L2 R2 L97.396 R3 L0.000 R4 L8.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P2 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L5 R10 ~(MSG,FT-16) G110 Q1 P2 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P2 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 3 */ G110 Q1 P3 R0 L1 R1 L3 R2 L111.961 R3 L0.000 R4 L4.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P3 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P3 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 G110 Q1 P3 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 4 */ G110 Q1 P4 R0 L3 R1 L4 R2 L143.670 R3 L0.000 R4 L6.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P4 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L5 R10 ~(MSG,FT-12) G110 Q1 P4 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P4 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 5 */ G110 Q1 P5 R0 L5 R1 L5 R2 L134.662 R3 L0.000 R4 L6.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P5 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L9 R10 ~(MSG,FB-12) G110 Q1 P5 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P5 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 6 */ G110 Q1 P6 R0 L10 R1 L6 R2 L125.604 R3 L0.000 R4 L5.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P6 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L9 R10 ~(MSG,FB-10) G110 Q1 P6 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P6 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 7 */ G110 Q1 P7 R0 L8 R1 L7 R2 L117.117 R3 L0.000 R4 L3.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P7 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L9 R10 ~(MSG,FB6) G110 Q1 P7 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P7 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 8 */ G110 Q1 P8 R0 L3 R1 L8 R2 L223.805 R3 L0.000 R4 L1.700 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P8 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L2 R10 ~(MSG,BR-3.4) G110 Q1 P8 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P8 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 /* Tool File 9 */ G110 Q1 P9 R0 L4 R1 L9 R2 L89.621 R3 L0.000 R4 L2.000 R5 L0.000 R6 L0 G110 Q1 P9 R7 L0.000 R8 L0.000 R9 L5 R10 ~(MSG,FT-4) G110 Q1 P9 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 G110 Q1 P9 R11 L0 R12 L0 R13 L0 R14 L0 R15 L0 R16 L0 R17 L5 R18 L0 </pre>
--	---

Figura 6 – Formato de dados de ferramentas – a) comando Mach9, b) comando Fanuc

Nesta proposta de integração a medição de ferramentas pode ser executada fora da máquina CNC, paralelamente ao processo de produção, sendo os dados de ferramentas enviados automaticamente para o comando CNC através da rede DNC, economizando desta forma o tempo total de medição das ferramentas em máquina.

5. DISCUSSÃO

Para processos de medição de ferramentas diretamente na máquina CNC observa-se o uso de tempo que poderia ser destinado à produção. Em casos de máquinas com dispositivos próprios de medição o custo de manutenção é aumentado.

O tempo de medição nas máquinas de medir ferramentas ocorre paralelamente ao tempo de produção, não interferindo na preparação da máquina. O tempo de entrada de dados manual no comando da máquina CNC varia entre comandos e depende diretamente da experiência do operador da máquina.

Para empresas onde existam máquinas de medir ferramentas isoladas o problema permanece e a substituição por outras máquinas que tenham interfaces de integração prontas deve ocorrer ao longo do tempo.

Foram encontradas dificuldades na interpretação do formato de dados de ferramentas do comando Mach9 por apresentarem padrão proprietário compilado. Já o comando Fanuc apresenta formato de dados de ferramentas mais simplificado com o uso de parâmetros de armazenagem. Para os dois casos estudados não foram encontradas nos manuais do comando as informações sobre a forma de armazenamento de dados de ferramentas.

Pretende-se dar continuidade no trabalho através da análise de viabilidade de desenvolvimento de pré e pós-processadores para diferentes comandos CNC do mercado, verificando as dificuldades deste desenvolvimento.

6. CONCLUSÃO

A integração das máquinas de medir ferramentas com as máquinas CNC busca a eliminação da entrada manual de dados de ferramentas nas máquinas CNC, eliminação de dispositivos locais de medição e redução da quebra de ferramentas, redução do tempo de preparação da máquina CNC, aumento do controle de dados de ferramentas.

Este trabalho passa por uma etapa de estudo aprofundado da forma de armazenamento de dados dos comandos CNC.

O desenvolvimento de um sistema de baixo custo se mostrou viável. É importante que as informações sobre formatação dos dados de ferramentas estejam disponíveis. Isto foi uma das principais dificuldades encontradas até o momento.

7. REFERÊNCIAS

ALBERT, M., **Job Shops Automate Presseting With DNC**, (1996), disponível em <http://www.mmsonline.com/articles/119601.html>, acesso em 23 de setembro de 2003.

KIEF, H.B. and WATERS, T. F., (1992), **Computer Numerical Control**, Macmillan/Mc Graw-Hill.

LINCH, M. **The Key Concepts of Computer Numerical Control**, (1997), disponível em <http://www.mmsonline.com/articles/cnc98intro.html>, acesso em 23 de setembro de 2003.

GROOVER, M. P., (2001), **Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing**, 2nd Edition, New Jersey, Prentice Hall.

HANSON, K., **Ready, Preset, Go – What You Need to Know Before Setting Tools Offline**, (1999), Cutting Tool Engineering Magazine, June 1999, Volume 51, Number 4.

McCARTHY, R., **Presetters Produce Profit**, (1996), Cutting Tool Engineering Magazine, August 1996, Volume 48, Number5.

ROBB, D., **Look What's Happened To DNC**, (1998), disponível em <http://www.mmsonline.com/articles/mtg9809.html>, acesso em 23 de setembro de 2003.

VOLPATO, N. **Apostila: Introdução à Tecnologia e à Programação CNC – Torno e Fresadora**, (2002), Curitiba, CEFET-Pr.

ZELINSKI, P., **Four Tips for Software Implementation**, (2004), disponível em <http://www.mmsonline.com/articles/0104rt2.html>, acesso em 23 de setembro de 2003.

TOOL PRESSETER INTEGRATION WITH CNC MACHINES

Neri Volpato

CEFET – PR, nvolpato@cefetpr.br

Claudimir José Rebeyka

CEFET – PR, claudimir@ensino.ms

Dalberto Dias da Costa

UFPR, dalberto@demec.ufpr.br

Abstract.

CNC machines need to know the exact length of the tool to produce the workpiece correctly. Tool measure can be made directly at the CNC machine, although this means stop producing. Another way of measuring is presseting the tools out of the CNC machines, on the presseter. The presseter can simulate the tool fixturing, reducing CNC set up times.

CNC programs transfer is well resolved with DNC systems, but the tool data transfer normally occurs by manual data input. The operator of the CNC machine digitises tool data directly to the CNC panel. These manual data input increase set up times. It is possible to make manual data input mistakes, leading to tools or machine damages.

It is possible to integrate the presseter to CNC machines by using a computer system attached to the presseter. This system must collect and format the tool data, putting them in the correct DNC directory.

Keywords: *Integration, CNC, Presseter, Tools.*