

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE AVANÇO NO MONITORAMENTO DE DADOS DO CNC

Autores

Erik Gustavo Del Conte

Orientador

Klaus Schutzer

1. Introdução

A usinagem HSM (*High Speed Machining*) é uma tecnologia que ao possibilitar a otimização da manufatura de moldes e matrizes, contribui para a redução do ciclo de desenvolvimento do produto, tornando-se um fator diferencial em produtividade e competitividade, que são itens estratégicos do ambiente corporativo.

O emprego desta tecnologia na produção não depende somente de uma máquina com eixo-árvore de alta velocidade e sim de um conjunto de tecnologias, que vão desde a programação da usinagem através de sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*) com o emprego das metodologias de interpolação da trajetória da ferramenta e parâmetros adequados até as tecnologias de fixação da ferramenta e da peça, sistemas de acionamento, dispositivos de segurança, monitoramento do processo, entre outras, que interagem com a finalidade de obter resultados específicos no processo de usinagem ⁽¹⁾.

A crescente utilização do PC (*Personal Computer*) no ambiente produtivo e a evolução de sistemas de aquisição de dados são fatores que contribuem para o desenvolvimento e aplicação de sistemas de monitoramento de máquinas. Os sistemas de monitoramento proporcionam informações sobre o estado de determinada variável do equipamento, este estado é utilizado como base para a tomada de decisões que visam adequar o comportamento da máquina para uma condição pré-determinada, ou mesmo visando o estudo do equipamento inserido no processo produtivo com a finalidade de otimização do mesmo.

A otimização do processo está diretamente relacionada a capacidade de interação do usuário com a máquina. Esta abertura, em termos de programação e configuração é necessária e determina a flexibilidade que o equipamento proporcionará em níveis de integração e automação. Neste sentido, desde os anos 90, o controlador de arquitetura aberta (*Open Architecture Control - OAC*) é uma das iniciativas com o objetivo de proporcionar a abertura de interfaces e métodos de configuração dos equipamentos originais ⁽²⁾. Alguns sistemas possuem arquitetura fechada ou semi-aberta, porém permitem a manipulação de dados de operação com baixas frequências de amostragem através da utilização de aplicações baseadas em PC com módulos de software de interface fornecidos pelo fabricante do CNC ⁽³⁾.

O monitoramento do processo tem neste trabalho, a proposta de, através da comunicação com o comando numérico de arquitetura aberta, monitorar variáveis que o CNC utiliza e disponibiliza para leitura. Dentre esses dados tem-se: velocidade programada e real de avanço, posição dos eixos, rotação do eixo-árvore, temperatura do motor, entre outros ⁽⁴⁾.

Os parâmetros de programação são tradicionalmente baseados na experiência do profissional ou em manuais técnicos, isso resulta na utilização de parâmetros conservadores, pois a prioridade é a prevenção a

falhas no processo. O monitoramento online de dados, considera o comportamento da máquina durante o processo de usinagem e permite o ajuste online dos parâmetros com o objetivo de otimizá-los ⁽⁵⁾.

A transmissão dos dados do comando numérico ao PC é executada através de redes de comunicação industrial, suas principais funções são: controle através dos métodos de troca de dados com os atuadores, configuração dos equipamentos de campo e coleta de dados possibilitando a visualização em HMI (*Human Machine Interface*) ⁽⁶⁾.

As tecnologias de comunicação para dispositivos de campo, proporcionam confiabilidade na transmissão de dados em tempo real e com custo adequado para os sistemas de automação. As redes de campo padronizadas e comerciais como PROFIBUS, P-NET, WorldFIP, Foundation Fieldbus e Ethernet/IP, oferecem soluções com funcionalidade e interoperabilidade entre dispositivos adequados a integração digital da manufatura ⁽⁷⁾.

A evolução padronizada das tecnologias de comunicação entre equipamentos de campo e a utilização do conceito de arquitetura aberta são itens fundamentais para a inserção do monitoramento de máquinas no ambiente produtivo. O desenvolvimento de softwares específicos da área de instrumentação e controle contribuem para o crescimento constante de aplicações baseadas em PC. Neste trabalho é utilizado o software LabVIEW que é baseado no conceito de fluxo de dados programáveis e possui funções para comunicação via rede. Na Figura 1 é demonstrado o conceito do sistema.

Figura 1: Conceito do sistema de monitoramento de dados do CNC.

2. Objetivos

Dimensionar a taxa de aquisição e analisar a influência da velocidade de avanço no sistema de monitoramento de dados desenvolvido para o CNC SIEMENS 810D do centro de usinagem Romi Discovery 760 localizado no laboratório de automação da manufatura da UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba) e do CNC SIEMENS 840D do centro de usinagem 5 eixos Hermle localizado no CCM (Centro de Competência em Manufatura) do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica).

3. Desenvolvimento

O sistema foi desenvolvido com a utilização do software LabVIEW 7.0 da National Instruments, a comunicação do PC Intel Pentium III de 800 MHz e sistema operacional Windows XP com o CNC foi desempenhada pela placa CP5611 instalada no barramento PCI (*Peripheral Component Interconnect*) do PC. Na conexão da placa CP5611 com o CNC foi utilizado o cabo de rede MPI (*Multi Point Interface*), sendo esses três equipamentos da empresa SIEMENS.

A disponibilização dos dados para comunicação é executada pelo NCDDE (*Dynamic data exchange with the NC kernel*), este servidor de dados faz parte do pacote OEM (*Original Equipment Manufacturer*) da SIEMENS ⁽⁸⁾. Através das funções DDE (*Dynamic Data Exchange*) do LabVIEW, é requisitada a leitura da variável de velocidade “vavactm” (este é o nome da variável que contém dados da velocidade real de avanço) do eixo X. O comportamento da variável é visualizado através de um gráfico e os valores da variável com o tempo gerado no contador em milisegundos são gravados em um arquivo texto separado por tabulações, sendo este arquivo a fonte de análise dos tempos relativos a taxa de aquisição determinada neste experimento.

O ensaio foi feito com a execução do sistema para leitura da variável “vavactm” do eixo X em um deslocamento de 100 mm com a velocidade de avanço de 1000 mm/min no primeiro ensaio e 5000 mm/min no segundo ensaio para o CNC 810D que possui velocidade de transmissão de dados de 187.5 Kbps e para o CNC 840D com velocidade de transmissão de 1.5 Mbps ^(9,10). Segue abaixo o programa NC utilizado nos ensaios:

G54

G0 X0

M00

G1 X100 F1000

M30

Para ensaio 1 F=1000 e ensaio 2 F=5000

4. Resultados

Os dados obtidos nos ensaios são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados coletados com o sistema desenvolvido.

A velocidade de avanço é determinada pelo deslocamento em milímetros dividido pelo tempo em minutos (mm/min). A Equação 1 dimensiona a taxa de aquisição do sistema para a coleta de 1 ponto de leitura por 1 mm de deslocamento no intervalo de tempo de 1 s.

Equação 1.

Onde:

TA = Taxa de Aquisição

O sistema deve ter uma taxa de 16,67 pontos/s para coletar no mínimo 1 ponto por 1 mm de deslocamento com a velocidade de avanço 1000 mm/min

Para a taxa média de 9,01 pontos/s (ver Tabela 1) do CNC 810D o limite de velocidade de avanço para a aquisição de 1 ponto por mm percorrido é calculado conforme a Equação 2, abaixo:

Equação 2.

Onde:

VA_{MAX} = Velocidade de Avanço Máxima para a aquisição de 1 pto/mm.

Com a taxa média máxima 58,81 pontos/s (ver Tabela 1) do CNC 840D, para a aquisição de no mínimo 1 ponto por mm percorrido a velocidade de avanço máxima é calculada na Equação 2.1.

Equação 2.1.

Esses dois limites de velocidade, na qual é garantida a coleta de 1 ponto de leitura por 1 milímetro percorrido, são resultado das velocidades de transmissão da rede de 187.5 Kbps e de 1.5 Mbps. A Equação 3 demonstra essa influência:

Equação 3.

Onde:

GV = Ganho de Velocidade de transmissão

GT = Ganho de Taxa de transferência

O ganho de 8 vezes na velocidade de transmissão resultou no ganho de taxa de aquisição de 6,23. O ganho obtido do aumento da velocidade de transmissão evidencia que este item é o principal “gargalo” na comunicação e que está limitado as características tecnológicas do equipamento. Isso demonstra o impacto desta tecnologia no sistema de monitoramento, onde surge necessidade de buscar outras alternativas para a solução deste problema.

O CNC estudado permite através da utilização de ações síncronas coletar dados de variáveis do sistema, a principal vantagem deste método é que o tempo entre leituras depende somente do tempo de resposta do CNC, que é considerado como o tempo necessário para a leitura da informação, processamento e transmissão desta informação para a máquina executar o movimento⁽¹¹⁾, o que elimina o atraso na transmissão de dados via rede. As desvantagens são a limitação no número de variáveis monitoradas e é necessário transmitir e tratar o arquivo com os dados coletados “manualmente”.

Na Figura 2 é demonstrado a influência da velocidade de avanço na variação da taxa de aquisição. Neste gráfico, fica evidenciado que com o aumento da velocidade de avanço, o intervalo entre leituras aumenta e a quantidade de pontos coletados nessa distância diminui, prejudicando a resolução da variável medida. Os tempos entre leituras considerado no CNC sem o sistema de aquisição é o tempo equivalente ao tempo de resposta da máquina.

Figura 2: Influência da velocidade de avanço na resolução dos pontos de leitura.

5. Considerações Finais

A taxa de aquisição dimensionada para o comando 810D foi de 9,01 pontos/s e para o 840D foi de 58,81 pontos/s. A diferença de aproximadamente 6,5 vezes foi evidenciada pelo aumento de 8 vezes na taxa de transmissão da rede para o comando 840D.

A taxa de transmissão da rede e a velocidade de avanço programada influenciou na quantidade de pontos coletados pelo sistema. No sistema desenvolvido os limites de velocidade de avanço para a aquisição de no mínimo um ponto por milímetro percorrido é de 540,6 mm/min para o comando 810D e 3528,6 mm/min para

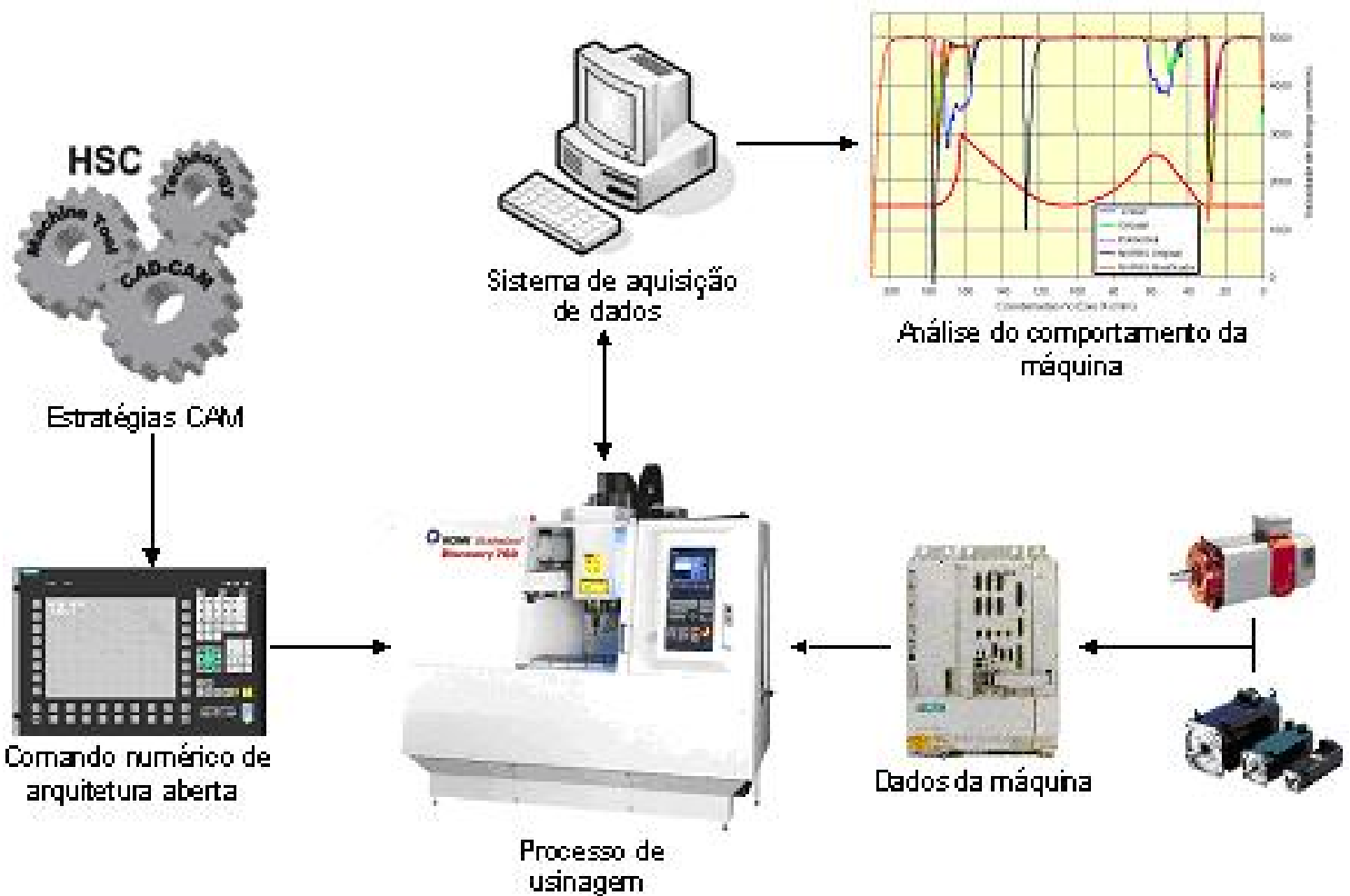
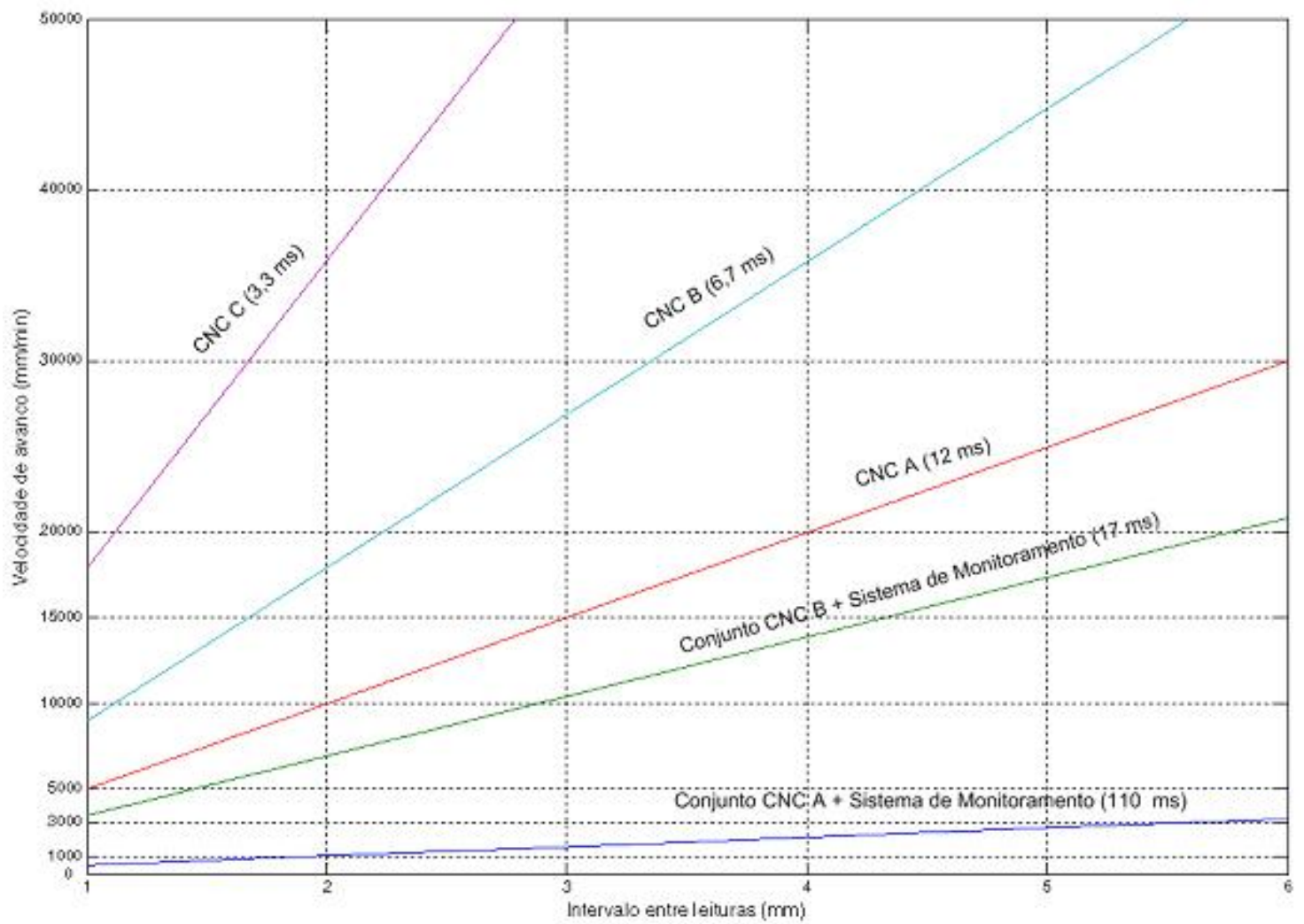
o comando 840D com taxas de transmissão de rede de 187,5 Kbps e 1,5 Mbps respectivamente, sendo o atraso da transmissão via rede o principal limitador na taxa de aquisição do sistema

A utilização de ações síncronas para a aquisição de dados volta a ser considerada pois neste método a influência da velocidade de avanço na coleta de dados é menor se comparado a leitura das variáveis via rede. Porém deve-se estudar a possibilidade de automação deste método através da comunicação com o comando, assim como suas limitações.

Referências Bibliográficas

1. SCHÜTZER, K. et al. *Usinagem em Altíssimas Velocidades*. São Paulo: Editora Érica, 2003. 214 p.
2. SILVA, E.; J.; BIFFI, M.; OLIVEIRA, J. F. G. The Development of an Open Architecture Control System for CBN High Speed Grinding. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Rio de Janeiro, Vol. XXVI, No. 1, p. 51 – 55, Janeiro de 2004.
3. EROL, N.A.; ALTINTAS, Y.; ITO, M.R. Open system architecture modular tool kit for motion and machining process control. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, Vol. 5, No. 3, p. 281 – 291, Setembro de 2000.
4. FERRAZ, F.; COELHO, R. T. Data acquisition and monitoring in machine tools with CNC of open architecture using internet. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, London, Vol. 26, No. 1 – 2, Julho de 2005.
5. CUS, F.; MILFELNER, M.; BALIC, J. An intelligent system for monitoring and optimization of ball-end milling process. *Journal of Materials Processing Technology*, Maribor, Vol. 175, No. 1 – 3, p. 90 – 97, Junho de 2006.
6. FERRAZ, F. Desenvolvimento de um sistema de monitoramento e supervisão para o processo de torneamento. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.
7. ALVES, M.; TOVAR, E. Engineering PROFIBUS networks with heterogeneous transmission media. *Computer Communications*, Porto, In Press, Julho de 2006.
8. A.G. SIEMENS, SINUMERIK 840D / 810D / FM-NC OEM package MMC User's Manual, 12 ed., 1997.
9. A.G. SIEMENS, SINUMERIK 840D Installation and Start-Up Guide Manual, 11 ed., 2002.
10. A.G. SIEMENS, SINUMERIK 810D Installation and Start-Up Guide Manual, 11 ed., 2002.
11. HELLENO, A. L. Investigação de métodos de interpolação para trajetória da ferramenta na usinagem de moldes e matrizes com alta velocidade. Dissertação (Mestrado) - Universidade Metodista de Piracicaba, 2004.

Anexos



Descrição	810D F1000	810D F5000	840D F1000	840D F5000
Qtde Pontos	75	29	341	82
Taxa pontos/s	9,01	8,75	56,12	61,51
Tmédio entre leituras (s)	0,112	0,117	0,018	0,016
Tmínimo (s)	0,055	0,066	0,008	0,011
Tmáximo (s)	0,215	0,219	0,039	0,022

$$VA_{MAX} = TA \times Tempo \quad VA_{MAX} = 9,01 \times 60 \quad VA_{MAX} = 540,6 \text{ mm/min} \quad (2)$$

$$VA_{MAX} = 58,81 \times 60 \quad VA_{MAX} = 3528,6 \text{ mm/min} \quad (2.1)$$

$$GV = \frac{1500}{187,5} = 8 \quad GT = \frac{56,12}{9,01} = 6,23 \quad (3)$$