



**17º Congresso de Iniciação Científica**

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE DADOS EM HSM (HIGH SPEED MACHINING)**

**Autor(es)**

---

CARLOS EDUARDO RIBEIRO RODRIGUES

**Orientador(es)**

---

KLAUS SCHÜTZER

**Apoio Financeiro**

---

PIBIC/CNPQ

**1. Introdução**

---

O desenvolvimento de um sistema de monitoramento para controle de processo de manufatura é um importante fator em direção da fabricação automatizada e a integração do computador em direção da alta produtividade do sistema e a qualidade dos produtos (KANG, et. al., 2001).

O CNC de arquitetura aberta permite a implantação de sistemas e customização de funções, e também permite acesso aos dados da máquina. É improvável encontrar no meio industrial um CNC que possua sua arquitetura completamente aberta, e é mais difícil ainda as empresas fabricantes entrarem em um consenso e adotarem um padrão único para o acesso a essas funções.

O projeto baseia-se em 3 tecnologias distintas, porém complementares: Tecnologia HSM, CNC de Arquitetura Aberta e Software Labview. Cada uma dessas bases fornece o conhecimento necessário para o desenvolvimento de um sistema para monitoramento da usinagem.

Este trabalho tem a proposta de otimizar a taxa de transmissão do sistema de monitoramento de dados de um CNC de arquitetura aberta. Para atingir esse objetivo é proposto o desenvolvimento do projeto do módulo de Buffer de dados e as respectivas análises para definição da melhor estratégia de aquisição.

**Tecnologia HSM**

A tecnologia HSM (High Speed Machining) é também denominada como HSC (High Speed Cutting). Trata-se de uma tecnologia de usinagem não convencional em que fatores como máquina, ferramenta de corte, material e forma da peça a ser usinada, além do próprio processo a ser elaborado, interagem com o objetivo de obter resultados específicos nas operações de usinagem, de maneira muito mais rápida. Apresenta como principal vantagem a possibilidade de trabalhar com velocidades de corte cinco a dez vezes maiores do que as normalmente utilizadas e com avanços e profundidades de corte também bastante menores do que aqueles adotados em usinagens convencionais (OLIVEIRA, 2003).

A viabilidade econômica da Usinagem em Altíssima Velocidade já está comprovada atualmente de modo satisfatório. Os desenvolvimentos futuros serão concentrados principalmente na área das máquinas HSC e nas tecnologias de usinagem. A tecnologia HSC não deve ficar limitada apenas a determinados campos de utilização, mas esta técnica deve ser mais desenvolvida e empregada especialmente para a usinagem seriada (SCHÜTZER, SCHULZ, 2003).

CNC de Arquitetura Aberta

Segundo o instituto IEEE (Institute of Electrical and Eletronics Engineers) a definição para o sistema de arquitetura aberta é a seguinte: “Um sistema aberto possui características que habilitam as aplicações implementadas a serem executadas em várias plataformas de diferentes fabricantes, interoperáveis com outros sistemas e com uma interação consistente com o usuário” (PRITSCHOW, 2001).

O Controlador de Arquitetura Aberta é um termo bem conhecido no campo de controle de máquinas. As interfaces de controle aberto são necessárias para a contínua integração de novas funcionalidades avançadas nos sistemas de controle e são importantes para a criação de unidades de manufatura reconfigurável (PRITSCHOW, 2001).

#### Software LabVIEW

O software LabVIEW é um programa da National Instruments, utilizado para monitoramento de dados, onde é utilizada uma linguagem de programação gráfica que utiliza ícones, em vez de linhas de texto, para criar aplicações. Em contraste às linguagens de programação baseadas em texto, em que instruções determinam a execução do programa, o LabVIEW utiliza programação baseada em fluxo de dados, onde o fluxo dos dados determina a execução.

## 2. Objetivos

---

Desenvolvimento do módulo de buffer, para a otimização da aquisição de dados do CNC aberto.

## 3. Desenvolvimento

---

### Projeto do Buffer

Segundo REGAZZI, buffer é uma região da memória onde são mantidos dados temporariamente para uso posterior entre dois locais, como entre uma área de um aplicativo e um dispositivo de entrada/saída.

O desenvolvimento de um buffer circular em anel é de fundamental importância para a otimização de um processo, pois permite o armazenamento temporário de dados entre dois sistemas que possuem tempos de processamentos diferentes. Nesse caso específico, a otimização dá-se no processo de usinagem, que em uma etapa mais avançada do projeto permite o controle on-line dos parâmetros da máquina-ferramenta e possíveis melhorias a curto prazo no ciclo CAD/CAM/CNC.

Mas todo buffer possui um tamanho limitado, portanto deve haver um mecanismo de sincronização que permita que o produtor não gere dados quando o buffer estiver cheio e que o consumidor não retire dados quando o buffer estiver vazio.

A transmissão de dados para o buffer e do buffer para o sistema de monitoramento será feita através de blocos, que nada mais é que o tamanho do buffer divididos em seções de tamanhos iguais, onde a idéia principal é fornecer uma transmissão sustentada e de forma ordenada.

### Estratégia de Desenvolvimento

Ao decorrer do projeto houve a necessidade de criar um sistema de simulação, onde uma função do LabVIEW teria a função da máquina geradora de dados e haveria um ciclo de repetição - loop, que determinaria o tamanho do buffer em questão. Para efeitos práticos o tamanho do buffer ficou estabelecido em 1000 dados, ou seja, o loop faria 1000 iterações.

Para atender a uma simulação mais fiel também foram acrescentados alguns itens à função, tais como a frequência de trabalho do loop de controle da posição (100 Hz). Esse valor da frequência foi obtido através do tempo de ciclo do Interpolador (TCI) que é de 0,010s, tempo para a aquisição de dados da máquina.

Com o decorrer do projeto, e a realização de alguns testes para a aquisição de algumas variáveis, foi apresentada a proposta de substituir o buffer feito em LabVIEW por uma área da máquina destinada ao armazenamento de dados temporários da máquina. Essa região da máquina é chamada de Parâmetros “R”.

Com uma programação NC adequada, consegue-se gravar dados do processo de usinagem, determinando quais dados serão gravados e após o processo coletá-los diretamente dessa região da máquina.

### Transmissão de Dados

Para o monitoramento eficaz de um processo é necessário identificar dois itens:

1. Quais os dados necessários para análise?
2. Quantos dados serão transferidos no processo?

O primeiro item refere-se à variável a ser monitorada, enquanto que o segundo refere-se à quantidade de dados transferidos ao sistema de aquisição, resultando em um bloco de dados.

Especificamente para esse projeto, foi definido que a velocidade de avanço é a variável que se pretende monitorar. Em relação ao segundo item foi necessária a realização de alguns testes para a verificação do tamanho ideal do bloco.

Durante um processo de usinagem são gerados muitos dados, dependendo do tamanho do programa que a máquina está executando. Nesse caso se o objetivo for analisar todo o processo em tempo real há a necessidade de um sistema que colete os dados, e logo em seguida grave-os em um arquivo para uma análise posterior. Porém se o intuito for verificar alguma fase da usinagem ou melhorar

algum comando analisando dados obtidos com o monitoramento, o ideal é a coleta de dados armazenados na própria memória da máquina.

A análise detalhada é feita posteriormente, o que diferencia o processo em tempo real do processo de análise de uma fase é a quantidade de dados obtidos, ou seja, enquanto um processo requisita todos os dados fornecidos pelo programa, o outro opta por uma seção pré-determinada.

O processo em tempo real requisita o armazenamento diretamente no PC, transmitindo os dados por blocos alimentando um buffer que está diretamente interligado com a máquina e com o sistema de aquisição.

O processo de análise de uma fase, requisita o uso de uma função de armazenamento de dados nos Parâmetros R da máquina do centro de usinagem Romi Discovery 360. A capacidade é para 100 dados, porém existe uma possibilidade que pode elevar a capacidade para 1000 dados, mas que, por questões técnicas e de segurança não serão relatadas nesse relatório.

#### 4. Resultado e Discussão

---

##### Definição do Tamanho do Bloco

Tamanho do bloco refere-se aqui à quantidade ideal de dados transmitido de uma única vez ao PC, no menor tempo possível, com a menor variabilidade de tempo entre as amostras. Através de testes realizados, foi identificado o tamanho ideal de bloco para transmissão da máquina-ferramenta para o PC.

Primeiramente a escolha dos tamanhos de blocos a serem analisados deu-se de forma esquemática visando obter tamanhos de blocos variados, sendo um tamanho mínimo, um mediano e outro máximo, com o intuito de conseguir transmitir mais dados possíveis em uma transmissão no menor tempo possível, e com a menor variação desse tempo para obter uma uniformidade no sistema.

Para definir o tamanho de bloco ideal, foi preciso realizar alguns testes, para analisar o tempo de transferência em relação à quantidade de dados transmitidos. Com esse teste foram obtidos os tempos médios, e com o tamanho da amostra (100 dados) foi possível calcular o desvio padrão de cada bloco.

Foram obtidos os seguintes valores:

- Para o bloco de 10 dados: O tempo médio registrado foi 67,19 ms e o desvio padrão calculado foi 0,654.

- Para o bloco de 50 dados: O tempo médio registrado foi 124,74 ms e o desvio padrão calculado foi 0,662.

- Para o bloco de 100 dados: O tempo médio registrado foi 219,42 e o desvio padrão calculado foi 2,535.

Apenas com a análise desses dados, conseguiu-se determinar o melhor bloco adotando alguns critérios. O tempo é o principal fator, mas também a quantidade de dados influi muito. O bloco de 50 dados possui o dobro de tempo de transmissão que o bloco de 10, porém com 5 vezes mais dados. Em relação ao desvio padrão eles não possuem diferenças significativas entre si, mas em relação ao bloco de 100 dados há uma diferença significativa a ser considerada. Por possuir um tamanho razoável de dados e não apresentar um desvio padrão muito alto o bloco de 50 dados foi o escolhido para a transferência de dados da máquina-ferramenta para o PC.

#### 5. Considerações Finais

---

Verificou-se que o monitoramento de algumas variáveis, como a posição e a velocidade de avanço, é possível. Também foi estabelecido o tamanho de bloco ideal para transmissão de dados do CNC para o PC, dado importante para a transmissão de dados do sistema de monitoramento e do módulo de buffer.

Com o uso de uma área da máquina denominada Parâmetros R foi possível usá-la como um buffer do sistema. Mas a programação em LabVIEW ainda é importante como uma ferramenta auxiliar na análise de dados e aquisição dos mesmos.

A aquisição de dados da máquina-ferramenta através do PC é uma ferramenta útil e viável para a análise de parâmetros ótimos de usinagem, que viabiliza a otimização do ciclo CAD/CAM/CNC.

#### Referências Bibliográficas

---

KANG, M. C. et al. An investigation of tool-wear monitoring in a high-speed machining *Sensors and Actuators A-Physical*, Spain, Vol 116, No 3, p.539 - 545, 2004.

NATIONAL INSTRUMENTS. Manual de treinamento do LabVIEW Básico 1. 2000. National Instruments Corporation. 334 p.

OLIVEIRA, G. HSM – Conceito e Aplicações, In: Usinagem em Altíssimas Velocidades: como os conceitos HSM/HSC podem revolucionar a indústria metal-mecânica. São Paulo: Érica, 2003.

PRITSCHOW, G. et al. Open Controller Architecture – Past, Present and Future. *Annals of the CIRP*, Vol. 50/2, p. 1-8, 2001.

REGAZZI, R.D. et al. Soluções Práticas de Instrumentação e Automação - Utilizando a programação gráfica LabVIEW. Rio de Janeiro, 2005.

SCHÜTZER, K.; SCHULZ, H. Tendências Futuras da Usinagem com Altíssima Velocidade, In: Usinagem em Altíssimas Velocidades: como os conceitos HSM/HSC podem revolucionar a indústria metal-mecânica. São Paulo: Érica, 2003.

#### Anexos

