

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE NUMÉRICO COMPUTADORIZADO (CNC)

Clayton Emílio Duarte de Souza

***Abstract** - The rapid advance of industrial production forces industries to switch their machine tools to automated machines, such as numerically controlled machines. The practice of reforming obsolete equipment, to increase its useful life, through the technological improvement and use of new materials and processes, is called retrofitting. It is a fundamental element in modern industrial processes, impacting the productivity of the plant in which the equipment is inserted. For this equipment, the technique was developed from the survey of the operating specifications, the modeling and optimization for the creation of the new control system and the implementation of the new hardware.*

Abstract - O rápido avanço da produção industrial obriga as indústrias a trocarem suas máquinas-ferramenta manuais por máquinas automatizadas, como as comandadas numericamente. A prática de reforma de equipamentos obsoletos, para aumentar sua vida útil, através da melhoria tecnológica e uso de novos materiais e processos, é denominada *retrofitting*. Ela constitui peça fundamental nos processos industriais modernos, impactando a produtividade da planta na qual o equipamento está inserido. Para estes equipamentos, a técnica foi desenvolvida a partir do levantamento das especificações de funcionamento, a modelagem e otimização para a criação do novo sistema de controle e a implementação do novo hardware.

Keywords: Retrofitting. Computer Numerical Command. Machine Tool

Keywords - *Retrofitting*. Comando Numérico Computadorizado. Máquina-Ferramenta.

I. INTRODUÇÃO

Em meados de 1900 Herman Hollerith criou um sistema de armazenamento de dados de cartões perfurados para o departamento de recenseamento dos EUA. Entretanto foi Scheyer que pediu em 1912, a patente da máquina de cortar algodão aos EUA que controlava seus movimentos totalmente por meio de uma gravação previa em uma folha perfurada de papel.

A tecnologia de Controle Numérico Computadorizado (CNC) surgiu a partir da experiência da Parsons Corporation de uma pequena empresa fabricante de hélices e rotores de helicópteros. Em 1946 eles aplicaram o conceito de controle por números em uma máquina de usinagem convencional conectada a um computador alimentado por informações de cartões perfurados (MCNC, 2018).

Desde então a Força Aérea Americana contratou a Parsons Corporation para adaptar esta tecnologia na fabricação de aviões e material bélico, patrocinando estudos sobre o CNC. A empresa estudou e realizou as adaptações do CNC para uma máquina ferramenta convencional da Cincinnati e assim criaram o protótipo de uma máquina que foi demonstrado em 1953 no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology – MIT) (MCNC, 2018).

A maior diferença entre a máquina CN e a CNC é que as primeiras não são providas de memória, só lendo os comandos e executando as ações sem alterações possíveis nos programas na hora da produção. Já as CNC possuem memórias e permitem

alterações ampliando as funções das atividades dos equipamentos (MCNC, 2018).

O CNC é uma evolução do controle numérico, trocando o controle de hardware por controle de software, sendo criados dois tipos de sistemas: o direto e o computadorizado. O direto possui um único computador central para controlar várias máquinas e o computadorizado possui seu próprio processador. O controle numérico distribuído (CND) tem um computador central que controla várias máquinas equipadas com computador, com mais flexibilidade e capacidade de memória e processamento (PAZOS, 2002).

Segundo Pazos (2002), as máquinas com CNC apresentam as seguintes vantagens em relação à convencional: retorno financeiro maior, flexibilidade de operação realizando formas complexas com precisão e repetibilidade com alta produtividade, diminuição do uso de ferramentas sem utilização de gabaritos, calibração da máquina facilitada por dispositivos eletrônicos, execução de um número maior de operações a cada setup, programas preparados, armazenados eletronicamente e recuperados rapidamente, usados para prototipagem instantânea, não depende de habilidade do operador.

As desvantagens da CNC em relação à convencional seriam: maior custo inicial custo e tempo de programação, maior custo de manutenção (PAZOS, 2002).

Contexto

GRANDE parte das CNCs existentes atualmente são caseiras, construídas por entusiastas e estudantes, resultando em poucas unidades produzidas em escala industrial. Entretanto, a oferta de novas tecnologias a um custo acessível tende a ampliar seu uso em grande escala.

Justificativa

Na atualidade há uma necessidade de aumento de produção, alta qualidade, alta velocidade de produção, redução de perdas e controle dimensional dos produtos. A introdução de automação tem tornado o processo mais limpo, com maior qualidade e mais rapidamente. Por isso, o CNC aumenta a potencialidade de criar uma máquina com custo acessível, aumentando a produtividade.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo explicar o funcionamento do CNC e suas particularidades, vantagens e desvantagens.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada consistiu em uma revisão de literatura, com pesquisa em revistas e sites buscando artigos sobre o CNC, publicados nos anos de 2000 a 2018. Em seguida, realizou-se a análise dos autores dos artigos e uma síntese de cada artigo. Constatou-se uma pequena quantidade de

publicações sobre o assunto. Em especial foram encontradas muitas teses com construção de CNCs feitas de modo amador pra experimentos.

Uma busca manual foi realizada nos resultados obtidos, analisando individualmente os títulos e resumos dos trabalhos que se encaixavam nos propósitos dessa revisão bibliográfica.

Uma busca adicional por literatura recente foi feita no Google Acadêmico para encontrar publicações com informações relevantes relacionadas ao CNC.

No total 5 publicações foram incluídas no presente trabalho.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Controle Numérico Computadorizado (CNC)

O CNC é uma evolução do controle numérico, substituindo o hardware por software, sendo criados dois tipos de sistemas: o controle numérico direto e o controle numérico computadorizado. A diferença entre eles é que no primeiro um único computador central controla várias máquinas e no segundo cada máquina é equipada com o seu próprio processador. O controle numérico distribuído (DNC) é um computador central que controla várias máquinas equipadas com computador, com mais flexibilidade, capacidade de memória e processamento (KALPAKJIAN, 2001).

No CNC se usa um microcomputador como parte integrante do equipamento para controlar a máquina. O programa pode ser controlado remotamente em sistemas integrados de projeto (CAD-D) e fabricação (CAM, CAPP). O operador pode testar o programa CNC para encontrar possíveis erros que possam acontecer durante o processo de usinagem. E pode programar também não teclado e tecla na própria máquina (KALPAKJIAN, 2001).

A precisão de posicionamento das máquinas CNC é de cerca de $\pm 3 \mu\text{m}$, com repetibilidade por volta de $\pm 8 \mu\text{m}$ e resolução de quase $2,5 \mu\text{m}$. A precisão de posicionamento é o erro entre a posição desejada e a posição real. A repetibilidade é o erro de posicionamento depois de repetidos movimentos nas mesmas condições (LYRA, 2010).

O menor incremento de movimento que pode ser obtido se chama resolução. Para maximizar a precisão em máquinas CNC a rigidez e a folga devem ser controladas. Como são construídas sobre estruturas extremamente rígidas, as folgas nos fusos são extintas pela utilização de fusos de esferas recirculantes. (LYRA, 2010).

A utilização do CNC fez um rápido controle das máquinas-ferramentas, pois com a utilização das mesmas elas apresentam sintomas para a inadequação ou fim de suas vidas útil. A utilização dos CNC pode se tornar um investimento muito oneroso, entretanto, está surgindo uma alternativa para atualizar tecnologicamente as máquinas ferramentas, que é a modernização ou *retrofitting* (adaptação), que tem por objetivo a atualização tecnológica das máquinas-ferramenta (COLIN et al, 1985).

No *retrofitting* é feita atualização de partes, adaptando o equipamento para torna-lo mais confiável à nova tecnologia de controle e acionamento de seus dispositivos. Também se pode fazer a restauração de máquinas que operam em ambientes

agressivos, ou parte destas. Podem-se recuperar as qualidades originais da máquina que sofreu o desgaste pelo tempo e ambiente (COLIN et al, 1985).

As principais vantagens do *retrofitting* segundo Colint et al (1985):

- Aumento da produtividade,
- Redução dos períodos de inatividade,
- Redução de riscos operacionais,
- Disponibilização de recursos de programação mais simples,
- Garantia de acessibilidade a peças de reposição de forma rápida e por um longo período,
- Possibilidade de integração em rede de comunicação com o restante da planta industrial ou com sistemas de gerenciamento

Retrofitting

A possibilidade de substituição de plataformas proprietárias de hardware e software, que geralmente são arquiteturas fechadas, por outras com arquitetura aberta, de fácil intervenção e intercambialidade é uma das principais vantagens do *retrofitting*. Além de promover a recuperação de todos equipamentos como se pode ver na figura 1 (MANUTEC, 2018).

Figura 1. Banheira spray antes e depois do retrofitting



Fonte: Techmachine (2018)

O projeto é baseado no preço da tecnologia incorporada, entre eles sistemas de controle, sensores e atuadores, controladores lógico-programáveis (CLP), softwares etc. O custo final deve ser menor do que o de um novo equipamento ou sistema, justificando a sua implantação (MANUTEC, 2018).

Um estudo do processo produtivo é indispensável para se fazer o *retrofitting*, para saber se há viabilidade técnica da modernização das máquinas. Também devem ser analisadas as peças indispensáveis para a adaptação, à desmontagem do equipamento antigo e as condições para as novas estruturas conforme figura 2 (MANUTEC, 2018).

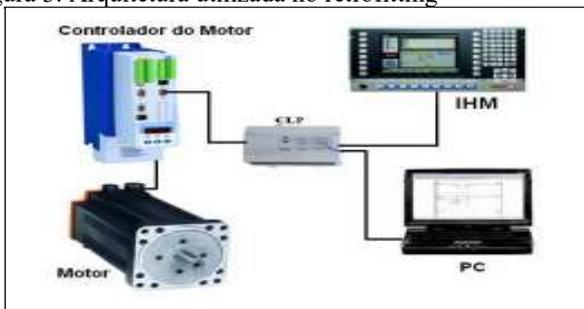
Figura 2. Cortador orbital duplo antes e depois do retrofitting



Fonte: Techmachine (2018)

Fazer a reforma das máquinas antigas pode beneficiar a empresa, mas envolve tempo e dinheiro. O preço do *retrofitting* depende do projeto de reforma do equipamento e da tecnologia, entretanto sempre menor que uma máquina nova e moderna. As adaptações podem ser vistas na figura 3 abaixo (TECHMACHINE, 2018).

Figura 3. Arquitetura utilizada no retrofitting



Fonte: solucoesindustriais.com (2018)

O *retrofitting* aumenta a produtividade já que há a capacidade de se modernizar com frequência, além de poder integrar os equipamentos aos sistemas de gerenciamentos eletrônicos (TECHMACHINE, 2018).

No *retrofitting* são eliminados os desgastes, troca de peças danificadas, pintura nova, itens de segurança reapropriados, entretanto são mantidas as características principais do equipamento. São trocados os componentes eletroeletrônicos e velhos acionamentos. O *retrofitting* é a melhor opção para que as empresas possam manter equipamentos confiáveis, modernos e produtivos (TECHMACHINE, 2018).

IV. DISCUSSÃO

As máquinas, ferramentas, e as operações de fabricação necessitam ter flexibilidade para responderem a mudanças. Uma parte essencial no projeto é examinar interferências entre componentes, para impedir problemas na montagem ou uso do produto. Também é imprescindível para definir se partes móveis como mecanismos funcionarão de modo adequado.

Há programas que identificam problemas com partes móveis e outras situações dinâmicas, e tudo podem ser precisamente dimensionadas. Em um mundo globalizado e competitivo por

demais, falhas na entrega de produtos significam perder clientes para fornecedor.

O projeto de *retrofitting* requer a troca mínima de componentes, além dos custos serem baixos. A sequência de processos e operações a serem realizadas, as máquinas a ser empregadas e o tempo padrão para cada operação, e todas as demais informações são documentadas na folha de processo.

A motivação original de que a proposta surge da dificuldade ao acesso de tecnologias que simplifiquem a feitura de novos projetos. Manter um dispositivo funcional e de baixo custo para suprir a demanda, adotando o conceito de software e hardware abertos, qualquer usuário pode modificar a máquina CNC de acordo com as necessidades.

O *retrofitting* visa ser uma ferramenta de ideias e incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias e difundir a ideia de que uma tecnologia somente é suficientemente inovadora quando é acessível a todos.

V. CONCLUSÃO

Em tempos de crise econômica, o *retrofitting* se torna uma importante opção para o empresário, que enfrenta problemas para lucrar ao mesmo tempo em que tem que arcar com a folha de pagamento e os custos de manutenção dos equipamentos. Os gastos devem ser bem justificados e os investidores têm dificuldades em conseguir créditos para aplicar em seu empreendimento.

A troca de peças pode permitir que falhas no processo produtivo sejam identificadas com maior precisão e maior rapidez, proporcionando um ágil restabelecimento do equipamento, evitando a paralisação da produção e auxiliando o empresário a não perder dinheiro por conta da manutenção da máquina.

O *retrofitting* também permite que a adaptação das peças do maquinário seja feita de acordo com o treinamento que os funcionários já possuem, levando o empresário a economizar com contratação de mão de obra nova e treinamentos, por exemplo.

Após o uso do *retrofitting* constata-se o aumento da eficiência, com conseqüente aumento de produtividade. Também há o aumento de disponibilidade da máquina para processo produtivo, uma vez que reduz-se sensivelmente os tempos necessários para manutenção, principalmente corretiva.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio recebido da UNIUBE em sua formação acadêmica.

REFERÊNCIAS

- (1) COLIN, A., JIN-CHENG, D. AND MILLER, J., Retrofitting machine tools with computer control. *Microprocessors and Microsystems*, Volume 9, Issue 8, Pages 378-385. 1985. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0141933185900523> Acesso em: 13 nov 2018.
- (2) LYRA, PVA. Desenvolvimento de uma Máquina Fresadora CNC Didática, [Distrito Federal] 2010. 90p., 297 mm (FT/UnB, Engenheiro, Controle e Automação, 2010). Trabalho de Graduação – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Disponível em:

- <http://alvarestech.com/temp/cnc/Fresadora%20CNC%20Did%20E1tica.pdf> Acesso em: 13 nov 2018.
- (3) MANUTEC. A importância do retrofitting de máquinas e equipamentos. 2018. Disponível em: <http://www.manutec.ind.br/index.php/blog-manutec/52-a-importancia-do-retrofitting-de-maquinas-e-equipamentos> Acesso em: 10 nov 2018.
- (4) SCHMID,S.R.; Manufacturing Engineering and Technology, 2001; 4o edição; Prentice Hall. Disponível em: https://pt.slideshare.net/jagdeep_jd/manufacturing-engineering-and-technology-schmid-and-kalpakjian Acesso em: 10 nov 2018.
- (5) TECHMACHINE. Retrofitting (reforma) em equipamentos. 2018. Disponível em: <http://www.tecmachine.ind.br/retrofitting.php> Acesso em: 20 nov 2018.