

CONSTRUÇÃO DE UMA CNC ROUTER DE 3 EIXOS, PARA APLICAÇÕES DIDÁTICAS, COM USO DE TECNOLOGIAS ABERTAS

Robson Antônio dos Santos¹
Marcos Dias da Costa Silva²
Lucas Vitor Lima da Silva³
Reginaldo Florêncio de Paiva Filho⁴
João Antônio da Silva Neto⁵
Verílton Nunes da Silva⁶

INTRODUÇÃO

As máquinas CNC (Comandadas Numericamente por Computador) pertencem ao grupo das chamadas máquinas-ferramenta, que funcionam pelo princípio de retirada ou de adição de material. Exemplos destas máquinas são tornos CNC, centros de usinagem, máquinas de eletroerosão, máquinas de corte a *laser*, impressoras 3D, entre outras. São sistemas responsáveis por produzir peças mecânicas, corte de placas, modelos tridimensionais, entre outros trabalhos a partir de um processo automatizado. São equipamentos que permitem um aprofundamento dos pilares das ciências mecânicas CAD (Desenho Assistido por Computador, do inglês *Computer Aided Design*) e CAM (Manufatura Assistida por Computador, do inglês *Manufacturing Aided Computer*). Estão muito presentes no cotidiano industrial, das grandes às pequenas empresas de fabricação de componentes.

Um exemplo bastante comum destas máquinas são as CNC *Router*, semelhante a uma fresadora CNC, porém de pequeno porte, mas que é capaz de realizar desbastes em peças como madeira, acrílico e peças metálicas de baixa dureza, de acordo com a potência do eixo-árvore da mesma. Para se movimentar, normalmente é realizada por três eixos (X, Y e Z), onde os dois primeiros eixos são responsáveis pelas coordenadas da posição da ferramenta na peça, que fica presa a uma mesa de fixação da máquina, e o terceiro que é responsável pela coordenada da profundidade da ferramenta de corte. Sua interface é realizada através de computador, com uso de *software* específico, onde executa um

¹ Discente do Curso Técnico em Automação Industrial do IFPB – *Campus* Itabaiana, robson.antonio@academico.ifpb.edu.br;

² Discente do Curso Técnico em Automação Industrial do IFPB – *Campus* Itabaiana, marcos.costa@academico.ifpb.edu.br;

³ Técnico de Laboratório de Mecânica do IFPB – *Campus* Itabaiana, lucas.lima@ifpb.edu.br;

⁴ Técnico de Laboratório de Mecânica do IFPB – *Campus* Itabaiana, reginaldo.paiva@ifpb.edu.br;

⁵ Professor do IFPB – *Campus* Itabaiana, silva.antonio@ifpb.edu.br

⁶ Professor orientador: Doutor, IFPB – *Campus* Itabaiana, verilton.silva@ifpb.edu.br.

código de programação *G-code* a partir de um desenho da peça. Os servo-motores para movimentação do posicionamento da peça são controlados através de um sistema de controle em comunicação com o *software*.

Uma máquina CNC representa para uma instituição de tecnologia grandes avanços, como a praticidade de confeccionar peças com geometrias complexas, mais rapidez na produção e a capacidade de auxiliar na aplicação de projetos de pesquisa em outras áreas de conhecimento, como a biomedicina. Atualmente, alunos do Curso Técnico em Automação Industrial do IFPB - *Campus* Itabaiana vivem uma realidade que encontram dificuldade de acesso a esta tecnologia, onde precisam realizar deslocamento para outras unidades para terem atividades práticas relacionadas ao conteúdo abordado.

Portanto, este projeto visa desenvolver uma máquina CNC do tipo *Router*, para fins didáticos de ensino e que também servirá para futuras pesquisas na temática abordada, como exemplo permitir estudar com detalhes toda a parte construtiva, elementos de máquinas e funcionamento dos mecanismos, como também desenvolver programas na linguagem *G-code* a serem executados para confecção de peças, entendimento do funcionamento da instrumentação e dos microcontroladores aplicados ao sistema, além de conteúdos de formação geral, como abordagem prática em disciplinas de física e matemática, por exemplos.

A máquina vai proporcionar um baixo custo em relação a existentes no mercado, por utilizar boa parte dos materiais para sua confecção disponível no comércio local, por não haver custos de comercialização e principalmente por utilizar *softwares* livres, na sua interface CAD/CAM. A máquina também será provida de monitoramento através do dispositivo que contém a programação, e uso de aplicativos livres, instrumentação e sistema de controle já utilizados por recursos didáticos de componentes curriculares do Curso Técnico Integrado de Automação Industrial do IFPB - *Campus* Itabaiana, entre outras disciplinas da área de tecnologia, de modo que venha a funcionar de forma multi-disciplinar.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

O projeto está dividido basicamente em três etapas: projeto mecânico, projeto eletroeletrônico e projeto de controle por *software*. Serão abordados separadamente para apresentar seus detalhes, mas na metodologia será abordado como um todo para sua devida validação.

Projeto Mecânico

Nesta primeira etapa, foram realizadas a modelagem da máquina com o uso do software Autodesk Inventor, versão disponível para estudantes e professores, específico para modelagem 3D. O protótipo foi desenvolvido no Laboratório de Máquinas Operatrizes do IFPB – *Campus Itabaiana*.

A escolha de material proporcionou rigidez suficiente a estrutura, motores e elementos de máquinas que ofereçam movimentos confiáveis e ajustes com o mínimo de folgas eom busca de minimizar futuros erros.

O projeto consistiu em utilizar como estrutura perfis de alumínio estrutural, comercialmente vendido para fins de máquinas *maker*, nas dimensões de seção transversal de 40x40 mm. Na região onde haverá movimento da peça e da ferramenta, perfis em “T” em aço inoxidável foram utilizados para guiar os carros e dar rigidez a estrutura. O Volume de trabalho da máquina possui uma área de usinagem de 230 x 230 mm, e 150 mm de altura. Para a realização do corte, foi selecionado um motor *spindle* de potência 800 W e rotação máxima de 20.000 RPM. Utilizou-se motores de passo de 5,7 kgf.cm (0,6 N.m) acoplados a fusos trapezoidais TR8 x 8 mm e castanhas para o mesmo tipo de rosca, para mover a peça nos eixos “X” e “Y” e a ferramenta de corte ao longo do eixo “Z”. Patins de esferas foram utilizados como guias nos carros em todos os eixos.

Projeto eletro-eletrônico

Na segunda etapa consiste na escolha de fontes de energia, placas controladoras e sensores. E por fim serão instalados em computador e outros dispositivos o *software* para programação e execução da usinagem. Foram utilizados os seguintes materiais, dado destaque aos listados a seguir:

- Placa microcontroladora *Arduino UNO R3*;
- Placa auxiliar CNC Shield V3;
- Fonte de alimentação 5 V para os circuitos e 12 V para os motores de passo;

O *Arduino* é uma placa eletrônica com *hardware* e *software* livres. Vale ressaltar que a placa pode ser usada para desenvolver projetos interativos e também conectar-se a outro computador (CIRIACO, 2015).

A placa auxiliar CNC Shield é capaz de dar suporte para controlar até 4 drivers, três deles são designados os eixos do protótipo, como: X, Y e Z, cada um deles é

conectado a um motor de passo. O quarto driver é identificado como A, ele serve para espelhar um dos outros motores, caso necessário.

Projeto de controle por software

E para complementar o projeto, tem-se a parte de controle por *software*, responsável por fazer a ligação da programação desejada, através de desenhos técnicos, com a movimentação sincronizada dos motores. Destaca-se o uso de *softwares* livres, para promoção de divulgação de conhecimento na área educacional. Para isso, tem-se basicamente estes dois itens que compõem o subsistema:

- *Firmware* GRBL 0.9j;
- *Software* livre Universal G-code Sender 2.1.6;

Metodologia

Para apresentação dos testes experimentais, foram preparados *blanks* a partir de barras quadradas de nylon. O *blank* possui medidas aproximadamente de 41,3 mm (1.5/8”) de lado, com 50 mm de altura, onde neles serão usinadas peças com programação desenvolvida com o uso do complemento CAM instalada no *software* Autodesk Inventor, de acordo com a linguagem de programação compatível para GRBL.

A demonstração do funcionamento da máquina ocorre utilizando os códigos G01 (Interpolação Linear), G02 (Interpolação circular no sentido horário) e G03 (Interpolação circular no sentido anti-horário). Foram abordadas duas possíveis situações de usinagem, ambas com profundidade de corte de 7,5 mm. A primeira, foi realizado a usinagem de fresamento de contorno, com o uso de uma fresa de metal duro com diâmetro de 6 mm.

Neste teste utilizou-se uma rotação fixa, de aproximadamente 5000 RPM e parâmetros de avanço de 100 mm/min e máxima profundidade de corte de 0,5 mm, tudo isso para buscar resultados satisfatórios de qualidade superficial e não buscar forçar a máquina neste momento.

A segunda situação utilizou-se das mesmas configurações de *blank* e dos mesmos parâmetros de corte, porém utilizou-se uma fresa de 8 mm de diâmetro e para a geometria houve uma diferença, pois, a intenção é de usinar dois círculos concêntricos, e para estudos futuros avaliar a concentricidade no momento em que a máquina realiza um contorno externo e outro interno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A máquina apresentou resultados esperados de acordo o material apresentado. Foram necessários ajustes e testes para obter um ponto adequado de funcionamento, o que resultou numa estabilidade mecânica e rigidez mecânica aceitáveis durante a usinagem do material, para as condições trabalhadas neste trabalho.

Sobre os componentes eletro-eletrônicos, demonstrou segurança durante o funcionamento, não havendo superaquecimento de componentes. Alguns dispositivos de segurança como chaves fins-de-curso, botoeira de emergência e aterramento, funcionaram adequadamente, não comprometendo a parte lógica do todo o *set-up*.

E sobre o sistema de controle, a máquina foi capaz de realizar de forma satisfatória todos os comandos de programação, executando a peça de acordo com o desenho técnico elaborado. Durante a execução do programa, é possível acompanhar simultaneamente o passo-a-passo que está sendo realizado através da tela do computador. O *software* UGS também permite que alguns comandos possam ser realizados de forma remota, usando um *smartphone*, o que permite que discentes possam interagir durante a aula com seu próprio dispositivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi apresentar um protótipo projetado de baixo custo e construído em laboratório, através da montagem de peças comerciais por *makers* e fabricação de componentes, com o uso de recursos destinados a pesquisa, em torno de R\$4.000,00 de acordo com o edital para desenvolvimento do projeto. Resultou em um instrumento didático voltado para atividades práticas correlacionadas ao ensino técnico para aplicação de conteúdos vistos até então apenas de forma teórica e com uso de simuladores.

Este projeto não apenas se alinha com os objetivos da educação profissional, técnica e tecnológica, que enfatizam a importância da aprendizagem prática e da experimentação, mas também busca acompanhar à crescente procura por competências técnicas avançadas no campo da usinagem e automação.

Ao facilitar a produção de peças com geometrias complexas, o laboratório *Maker* do IFPB - *Campus* Itabaiana passa a dispor de um equipamento importante para auxílio do ensino, desenvolvimento de novas pesquisas e da inovação, contribuindo significativamente para a formação de uma nova geração de profissionais qualificados e

criativos, capazes de transformar ideias em realidade, impulsionando assim o desenvolvimento tecnológico e social.

Futuras pesquisas englobam a realização de otimizações tanto nos aspectos mecânicos, como também na eletrônica e controle, e assim poder realizar novos testes com diferentes materiais de peças a serem usinadas, para que se possa avaliar outros parâmetros da máquina.

Palavras-chave: CNC Router, Fins didáticos, Fresamento, Máquinas-ferramenta.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus Itabaiana* pelo suporte financeiro e científico para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Balestrin, F. CNC ROUTER 3 EIXOS UTILIZANDO PLATAFORMA LIVRE. Trabalho de Conclusão de Curso. **UNA**, Betim, 2022.

Carreira, J. H.; Dornelas, R. B. C.; Moreira, L. G; Assunção, A. N. Desenvolvimento de máquina CNC controlada remotamente para uso didático. **Anais da Mostra Nacional de Robótica**, 2020.

Gomes, J. C. Construção de fresadora de baixo custo controlada computacionalmente, para aplicações didáticas. **Revista Eixo**, Vol. 9, No. 2, 13-26, 2020.

Mayer, M. F. Projeto de Router CNC4 eixos para corte de materiais para prototipagem. Trabalho de Conclusão de Curso. **Instituto Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, 2020.

Nunes, A. F. R. Development, production and performance testing of a three axes CNC router. Master in Mechanical Engineering. s, Lisbon, 2022.

Polastrini, F. H. Desenvolvimento de uma máquina CNC de baixo custo com software e hardware abertos. Trabalho de Conclusão de Curso. **Instituto Federal de Minas Gerais**, Formiga, 2016.

SANS MACHINING, 2021. A História da Tecnologia de Usinagem CNC. Disponível em: <https://www.sansmachining.com/the-history-of-cnc-machining-technology/>. Acesso em 01 de set. de 2022.

Silva, P. P. R., 2019. Testes funcionais do desempenho de uma Router com acionamento por CNC. Trabalho de Conclusão de Curso. **Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 2019.