

CONSTRUÇÃO DE UMA MINI CNC PLOTTER DE BAIXO CUSTO COM ESP32 BUILD A LOW-COST MINI CNC PLOTTER WITH ESP32

Luan Ramos Pataroⁱ
Lucas Lourenço Silva Bezerraⁱⁱ
Victor Ferreira de Oliveiraⁱⁱⁱ
Victor Frazão de Lima^{iv}
Tiago Akira Tashiro de Araújo^v

RESUMO

O projeto consistiu na construção de uma máquina CNC de baixo custo, feita com MDF de 6 mm e componentes eletrônicos como motores de passo NEMA, drivers A4988, CNC Shield V3 e a placa ESP32. As peças estruturais foram desenhadas em AutoCAD e Inkscape, com medidas obtidas por realidade aumentada e convertidas para G-code para corte a laser. Alguns ajustes manuais foram necessários para garantir o encaixe das peças. A máquina possui eixos X e Y com perfis de alumínio e correias dentadas, enquanto o eixo Z, responsável pelo movimento vertical da caneta, é operado por um servo motor. A base tem três camadas de MDF para garantir estabilidade e reduzir vibrações. O controle eletrônico é feito via CNC Shield e pode ser operado remotamente por Wi-Fi ou Bluetooth, graças à ESP32. A união entre precisão mecânica e controle eficiente permite à CNC realizar desenhos com alta exatidão.

Palavras-chave: CNC, eletrônica, baixo custo, materiais complexos

ABSTRACT

The project consisted of building a low-cost CNC machine using 6mm MDF and electronic components such as NEMA stepper motors, A4988 drivers, CNC Shield V3, and the ESP32 board. The structural parts were designed in AutoCAD and Inkscape, with measurements obtained through augmented reality and converted to G-code for laser cutting. Some manual adjustments were necessary to ensure the parts fit together. The machine has X and Y axes with aluminum profiles and timing belts, while the Z axis, responsible for the vertical movement of the pen, is operated by a servo motor. The base has three layers of MDF to ensure stability and reduce vibrations. Electronic control is provided by CNC Shield and can be operated remotely via Wi-Fi or Bluetooth, thanks to the ESP32. The combination of mechanical precision and efficient control allows the CNC to produce highly accurate drawings.

Keywords: CNC, electronics, low cost, complex materials, AutoCAD, ESP32, G-Code.

1 INTRODUÇÃO

A área de design gráfico é complexa e constantemente influenciada por inovações tecnológicas, atraindo profissionais criativos interessados em desenvolver soluções inovadoras. Nesse contexto, o blog Multiprodutos Digitais (2025) afirma que a tecnologia de Controle Numérico por Computador (CNC) tem se destacado, trazendo automação e precisão para setores como a manufatura e o design gráfico. Uma versão

mais acessível dessa tecnologia é a CNC a caneta, que utiliza uma caneta ou marcador no lugar de ferramentas de corte, permitindo a criação de desenhos detalhados com menor custo e mantendo o potencial criativo dos projetos.

O projeto em questão visa construir uma CNC a caneta do zero, com o objetivo de facilitar a criação de placas eletrônicas e automatizar tarefas que seriam demoradas e sujeitas a erros se feitas manualmente. Para reduzir os custos, Birck (2025) sugere utilizar peças de MDF e componentes reaproveitados, adquiridos de ferro-velho ou pela internet. As peças foram cortadas com precisão usando uma máquina de corte a laser, seguindo especificações obtidas por meio de softwares especializados, garantindo a fidelidade do projeto original.

1.1 Problema de pesquisa

As máquinas CNC tradicionais apresentam um custo elevado e dependem de componentes que são de difícil obtenção no mercado brasileiro. Zhang (2025) afirma que isso restringe o acesso a essas tecnologias, especialmente para pequenas empresas e projetos educacionais. Para garantir que o projeto ofereça qualidade e segurança comparáveis às CNCs comerciais, adotaram-se técnicas avançadas de montagem, com o objetivo de minimizar os impactos e os efeitos causados pelos movimentos constantes da máquina. Essas medidas visam reduzir o desgaste prematuro dos componentes, prolongando assim a vida útil da CNC.

1.2 Objetivo(s)

O projeto teve como objetivo construir uma máquina CNC a caneta de baixo custo, utilizando MDF de 6 mm e componentes eletrônicos acessíveis, como motores de passo NEMA, drivers A4988, CNC Shield V3 e a placa ESP32. As peças estruturais foram desenhadas em AutoCAD e Inkscape, com medidas obtidas por realidade aumentada e posteriormente convertidas em G-code para corte a laser. Ajustes manuais foram necessários para garantir o alinhamento da estrutura, que conta com uma base reforçada, eixos X e Y movidos por correias dentadas e eixo Z com servo motor para movimentação da caneta.

O sistema eletrônico, integrado via CNC Shield, é controlado remotamente por Wi-Fi ou Bluetooth utilizando a ESP32. O projeto destaca-se pelo seu foco educacional, econômico e sustentável, demonstrando que é possível alcançar precisão e funcionalidade com materiais acessíveis. Além disso, Stylecnc (2025) conclui que esse formato promove a democratização da fabricação digital e o aprendizado técnico em contextos com poucos recursos.

1.3 Justificativa

O avanço da tecnologia tem ampliado significativamente o acesso a ferramentas de automação e fabricação digital. Contudo, Microcontrollers Lab (2025) informa que equipamentos como as máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado) ainda representam um investimento elevado, especialmente para pequenos empreendedores, escolas técnicas, laboratórios de inovação e entusiastas. Essa realidade dificulta a democratização do acesso à prototipagem rápida, fabricação personalizada e capacitação técnica em áreas como mecânica, eletrônica e automação. Nesse contexto, o desenvolvimento de uma CNC de baixo custo se justifica como uma alternativa viável e acessível para ampliar o acesso à fabricação digital.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A introdução dos computadores entre as décadas de 1960 e 1970 revolucionou o controle numérico, dando origem ao CNC (Thomas, 2025). Com o G-code, máquinas como tornos e fresadoras tornaram-se mais precisas e eficientes. Avanços posteriores em eletrônica e software tornaram essas máquinas mais rápidas, fáceis de usar e integradas com sistemas digitais, incluindo Internet das Coisas e manufatura híbrida. Embora o MDF aglomerado usado na estrutura da CNC apresente limitações de durabilidade e precisão, sua escolha é justificada pelo baixo custo e acessibilidade, especialmente para fins educacionais e prototipagem. O projeto prioriza o equilíbrio entre desempenho e viabilidade econômica.

3 METODOLOGIA

O projeto da CNC foi desenvolvido com placas de MDF de 6mm, com peças desenhadas em softwares como AutoCAD e Inkscape. As medidas foram baseadas em vídeos com auxílio de realidade aumentada. As peças foram recortadas por uma máquina a laser, com arquivos convertidos em SVG e G-code usando o Due Studio Flow.

O controle dos motores é feito pelo microcontrolador ESP32, que também atua como o cérebro da máquina. A estrutura conta com componentes como motores de passo NEMA, módulo CNC Shield V3, drivers A4988, perfis de alumínio e peças de MDF, além de caneta ou marcador para desenho. A fabricação exigiu ajustes manuais em peças que saíram fora do esquadro. O eixo de profundidade é controlado por um servo motor, responsável por mover a caneta para baixo. As correias e rolamentos asseguram a precisão dos movimentos, e o CNC Shield facilita a montagem, conectando os drivers aos motores. Na estrutura mecânica, a base foi reforçada com múltiplas peças para evitar movimentos indesejados. As coordenadas X e Y são sustentadas por perfis de alumínio, com polias e correias dentadas acopladas aos motores de passo, garantindo a movimentação precisa da CNC.

4 RESULTADOS PARCIAIS

A construção da CNC a caneta, embora ainda em desenvolvimento, já demonstra avanços significativos no que diz respeito à montagem estrutural e integração dos principais componentes eletrônicos. Até o momento, as etapas relacionadas ao corte, ajuste e encaixe das peças em MDF de 6 mm, bem como a organização da estrutura mecânica com motores de passo NEMA, correias dentadas e perfilados de alumínio, foram concluídas com êxito. A utilização do software AutoCAD e Inkscape para desenho técnico, aliada ao processo de conversão para G-code via Due Studio Flow, garantiu precisão nas medidas e eficiência no recorte das peças. Os resultados preliminares apontam que os objetivos de custo-benefício estão sendo respeitados, especialmente com o uso de materiais recicláveis e de baixo custo. Ressalta-se que, por se tratar de um projeto ainda em desenvolvimento, os resultados serão avaliados conforme a implementação completa do sistema de controle e automação.

5 CONCLUSÕES PRELIMINARES

Com base no progresso obtido até o momento, pode-se afirmar que a parte estrutural e mecânica da CNC a caneta foi executada com sucesso. As soluções adotadas para garantir estabilidade, precisão e economia, como o uso de MDF de 6 mm, perfis de alumínio e o aproveitamento de materiais recicláveis, se mostraram eficazes. A montagem foi realizada conforme os parâmetros de projeto, e os primeiros testes indicam que os componentes mecânicos atendem aos requisitos de funcionalidade e resistência.

Os próximos passos do projeto incluem a finalização da programação da placa ESP32, a calibração dos motores de passo e a execução de testes completos com a máquina em operação. A expectativa é que, uma vez concluída, a CNC a caneta seja uma solução acessível e funcional para automação de desenhos técnicos e projetos de placas eletrônicas, contribuindo tanto para o meio educacional quanto para aplicações práticas em ambientes de baixo custo.

REFERÊNCIAS

BIRCK, Alan Josias. Projeto CNC Arduino Diy – Faça Você Mesmo! Blog UsinaInfo, 2019. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-cnc-arduino-diy-faca-voce-mesmo>. Acesso em: 16 set. 2025.

MULTIPRODUTOS DIGITAIS. Projetos CNC Laser Lucrativos: Ideias para Começar seu Negócio do Zero. Blog Multiprodutos Digitais, 25 maio 2025. Disponível em: <https://blog.multiprodutosdigitais.com/projetos-cnc-laser>. Acesso em: 16 set. 2025.

ZHANG, Jack. Projetos de corte CNC de MDF e máquina CNC de MDF recomendada. Blue Elephant CNC, 2025. Disponível em: <https://pt.elephant-cnc.com/blog/682-mdf-cnc-cutting-projects-and-recommended-mdf-cnc-machine>. Acesso em: 16 set. 2025.

STYLECNC. 15 melhores softwares de corte e gravação a laser (pagos/grátis). Disponível em: <https://pt.stylecnc.com/cnc-software/laser-engraver-cutter-software.html>. Acesso em: 16 set. 2025.

MICROCONTROLLERS LAB. Control Stepper Motor with A4988 Driver Module and ESP32. Disponível em: <https://microcontrollerslab.com/stepper-motor-a4988-driver-module-esp32>. Acesso em: 16 set. 2025.

THOMAS, Andrew. ESP32 GRBL CNC pendant with Bluetooth data link. GitHub, 2025. Disponível em: https://github.com/drandrewthomas/ESP32_GRBL_CNC_Wireless_Pendant. Acesso em: 16 set. 2025.

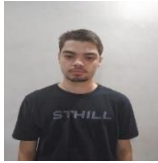
AGRADECIMENTOS

Agradeço à coordenação e aos funcionários do SENAI Santos pelo apoio fundamental durante o desenvolvimento deste projeto. A disponibilidade das instalações, equipamentos e suporte técnico oferecidos foram essenciais para a execução das etapas práticas da pesquisa. O acesso às dependências da instituição permitiu a realização dos testes e montagens em um ambiente adequado, contribuindo significativamente para a qualidade e viabilidade do trabalho.

Estendo também meus sinceros agradecimentos aos professores do curso de Tecnólogo em Automação Industrial, cujos conhecimentos técnicos, orientações e constante apoio foram indispensáveis para o avanço e aprimoramento deste projeto. A dedicação e comprometimento desses profissionais foram cruciais para transformar ideias em soluções práticas e funcionais.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

i LUAN RAMOS PATARO



Tenho 20 anos fiz ensino médio junto com um curso técnico (Electrónica) e agora estou no segundo ano na faculdade de tecnologia em automação industrial.

ii LUCAS LOURENÇO SILVA BEZERRA



Possui Técnico Redes de Computadores pela Escola Facultativa Senai Santos (2023), cursando atualmente a Tecnólogo em Automação Industrial em Santos pela Faculdade SENAI de Tecnologia em Automação (2024).

iii VICTOR FRAZÃO DE LIMA



Formado Técnico de Rede de Computadores pela Escola SENAI "Antonio Souza Noschese" em 2017 e atualmente estou cursando Tecnólogo em Automação Industrial. Já atuei como Técnico de Suporte de TI na Faculdade São Judas Campus Unimonte, onde cursei por 2 anos e meio Engenharia Mecânica.

iv VICTOR FERREIRA DE OLIVEIRA



Formação profissional em eletricista de manutenção em eletroeletrônica no Senai, técnico em eletroeletrônica, técnico em eletrotécnica (Etec Aristóteles), cursando técnico em automação industrial (Escola e faculdade Fortec de São Vicente) e cursando superior em automação industrial com ênfase em instrumentação industrial (Senai Santos).

v TIAGO AKIRA TASHIRO DE ARAÚJO



Bacharel e Licenciado em Química com atribuições tecnológicas pela Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Mestre e Doutorando em Ciências (PPG em Bioprodutos e Bioprocessos - UNIFESP). Atua como docente junto à Faculdade de Tecnologia SENAI-Santos e ao Centro Paula Souza - ETEC. <https://orcid.org/0000-0003-2960-8186>