

CURSO CONSTRUÇÃO DE CNC À CANETA BAIXO CUSTO COM ESP32 LOW-COST PEN CNC CONSTRUCTION COURSE WITH ESP32

Victor Frazão de Limaⁱ

Victor Ferreira de Oliveiraⁱⁱ

Matheus da Silva Vieira Britoⁱⁱⁱ

Humberto de Sousa Megda^{iv}

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um curso prático voltado à construção de uma máquina CNC à caneta de baixo custo, utilizando o microcontrolador ESP32 como unidade de controle. A proposta visa democratizar o acesso à fabricação digital e ao ensino técnico, especialmente em contextos educacionais com recursos limitados. O projeto abrange desde a montagem mecânica com MDF e componentes acessíveis até a programação e parametrização da máquina, promovendo a integração entre hardware e software. A metodologia inclui o uso de ferramentas como AutoCAD, Inkscape e Due Studio Flow, além de ajustes manuais para garantir precisão. Os resultados esperados incluem a disseminação do conhecimento técnico, o estímulo à criatividade e o fortalecimento da cultura maker. A iniciativa busca capacitar estudantes e entusiastas, promovendo autonomia e inovação por meio da educação prática em automação e eletrônica embarcada.

Palavras-chave: CNC plotter, Gravação CNC, Máquina de desenho CNC, ESP32, G-code

ABSTRACT

This paper presents the development of a practical, hands-on course centered on building a low-cost pen CNC machine, using the ESP32 microcontroller as its control unit. The initiative seeks to democratize access to digital fabrication and technical education, especially in schools and institutions with limited resources. The project encompasses mechanical assembly using MDF and readily available components, alongside programming and machine configuration, fostering the integration between hardware and software. The methodology incorporates tools such as AutoCAD, Inkscape, and Due Studio Flow, complemented by manual calibration to ensure precision. The expected outcomes include the dissemination of technical knowledge, stimulation of creativity, and reinforcement of the maker culture. Ultimately, the initiative aims to empower students and enthusiasts by promoting autonomy and innovation through experiential learning in automation and embedded electronics.

Keywords: CNC plotter, CNC engraving, CNC drawing machine, ESP32, G-code

1 INTRODUÇÃO

A crescente popularização das tecnologias de fabricação digital tem

impulsionado o desenvolvimento de soluções acessíveis para o ensino técnico e a prototipagem. Entre essas tecnologias, as máquinas de controle numérico computadorizado (CNC) destacam-se pela versatilidade e precisão na execução de tarefas automatizadas, como gravação, corte e desenho. No entanto, grande parte dos projetos disponíveis apresenta alto custo ou complexidade de montagem, o que limita seu uso em ambientes educacionais e por iniciantes.

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um curso voltado à construção de uma CNC à caneta de baixo custo, utilizando o microcontrolador ESP32 como unidade de controle. O projeto contempla desde a montagem mecânica até a programação e parametrização da máquina, com foco na simplicidade, funcionalidade e replicabilidade. A estrutura foi elaborada com materiais acessíveis, como MDF e componentes eletrônicos amplamente disponíveis, visando democratizar o acesso ao conhecimento técnico.

A proposta surge da necessidade de suprir a carência de conteúdos didáticos que abordem de forma clara e prática a integração entre hardware e software em projetos de automação. Assim, o curso tem como objetivo principal capacitar estudantes e entusiastas, promovendo autonomia, criatividade e o fortalecimento da cultura maker. A iniciativa busca contribuir para a formação técnica e para a disseminação de conceitos fundamentais de eletrônica embarcada, programação e fabricação digital.

1.1 Problema de pesquisa

Existe uma dificuldade atual no ajuste de peças e em sua produção, bem como pouco conteúdo disponível de forma livre sobre o assunto.

1.2 Objetivo

Demonstrar, de forma clara e acessível, o processo de construção de uma CNC à caneta baixo custo com ESP32

1.3 Justificativa

O conhecimento disponibilizado na internet não aborda questões de parametrização e oferece materiais de custo elevado ou de montagem complexa. A justificativa do projeto é .é compartilhar de forma clara e acessível o conhecimento técnico entre os alunos, entusiastas e despertar a curiosidade e interesse nos participantes para aprender mais sobre a área.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) surgiram em 1949 com James Parsons, evoluindo de sistemas baseados em cartões perfurados para plataformas CAD/CAM integradas e controladas por software. Segundo Harrison

(2025), essa evolução permitiu maior precisão, velocidade e aplicabilidade em diversos setores industriais e educacionais.

O MDF (Medium Density Fiberboard) é amplamente utilizado em projetos educacionais de CNC por sua homogeneidade, estabilidade dimensional e baixo custo. Estudos mostram que, apesar da baixa resistência à umidade e dificuldade de fixação com parafusos, o MDF oferece boa usinabilidade e acabamento superficial quando fresado com parâmetros adequados (SILVA, 2021).

Para Lisboa (2025), o microcontrolador ESP32 tem se destacado em projetos de automação e ensino técnico por sua conectividade Wi-Fi/Bluetooth e capacidade de controle de dispositivos. Em oficinas educacionais, seu uso tem promovido maior engajamento dos alunos e facilitado a compreensão de conceitos de IoT e automação residencial, especialmente com metodologias como Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).

A integração entre hardware e software é essencial em projetos maker, permitindo que estudantes desenvolvam soluções práticas e inovadoras. Abordagens educacionais realizadas por Oliveira (2025) e que envolvem arquitetura de computadores e sistemas embarcados têm mostrado eficácia na formação técnica, ao promover o pensamento sistêmico e criativo.

Por fim, Silveira (2025) afirma que a cultura maker e os FAB LABs têm desempenhado papel fundamental na educação técnica, promovendo o letramento digital e científico. A diversidade de metodologias e ações pedagógicas nesses espaços contribui para a formação de cidadãos críticos e criativos, preparados para os desafios da sociedade digital.

3 METODOLOGIA

A estrutura foi feita com placas de MDF de 6mm, com peças desenhadas em AutoCAD e Inkscape.

Quanto às medidas, foram obtidas com auxílio de vídeos e recursos de realidade aumentada. As peças foram cortadas a laser, com arquivos convertidos em SVG e G-code via Due Studio Flow.

O controle é feito pelo microcontrolador ESP32, que gerencia motores de passo NEMA com CNC Shield V3 e drivers A4988. A máquina usa perfis de alumínio, correias, rolamentos e um servo motor para controlar a profundidade da caneta.

Ajustes manuais foram necessários para corrigir peças fora do esquadro. A base foi reforçada para evitar vibrações, e os eixos X e Y usam polias e correias dentadas para precisão.

O projeto será documentado passo a passo e os arquivos serão disponibilizados para download e execução.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Apesar dos desafios enfrentados, como ajustes manuais e limitações de materiais,

os resultados demonstram que é possível construir uma máquina CNC eficiente com recursos simples e baixo investimento. A escolha do ESP32 como controlador e o uso de MDF e componentes acessíveis reforçam o compromisso com a democratização do conhecimento técnico.

O impacto esperado é a disseminação do aprendizado, o estímulo à criatividade e o fortalecimento da cultura maker, promovendo autonomia e inovação entre os participantes. Este projeto não apenas ensina a construir uma CNC, mas também estimula o desenvolvimento de novos projetos.

5 CONCLUSÕES PRELIMINARES

O projeto atende aos requisitos propostos, sendo uma solução tecnicamente viável, didaticamente eficaz e de fácil replicação, contribuindo para a difusão de conceitos de automação, eletrônica embarcada e fabricação digital no contexto da educação técnica e da cultura maker.

REFERÊNCIAS

- BARÃO PNEUS E OFICINA. É necessário trocar o rolamento tensionador sempre que trocamos a correia dentada? Barão Pneus e Oficina, [s.d.]. Disponível em: <<https://baraopneuseoficina.com.br/e-necessario-trocar-o-rolamento-tensionador-sempre-que-trocamos-a-correia-dentada/>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- COMACBR. O que é CNC? Comacbr, [s.d.]. Disponível em: <<https://comacbr.com/o-que-e-cnc/>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- FEBELTECH. A revolução tecnológica no design gráfico. Febeltech, [s.d.]. Disponível em: <<https://febeltech.com.br/a-revolucao-tecnologica-no-design-grafico/>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- HARRISON, Noah. História do CNC: A origem e evolução da usinagem CNC. RapidDirect, 2021. Disponível em: <<https://www.rapiddirect.com/pt/blog/cnc-history/>>. Acesso em: 15 set. 2025.
- HUINFINITO. Polias GT2 20 dentes - eixo 5mm (impressora 3D ou CNC). Huinfinito, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.huinfinito.com.br/acessorios/1563-polias-gt2-20-dentes-eixo-5mm-impressora-3d-ou-cnc.html>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- KALATEC. Motor de passo Nema 23. Kalatec Automação, [s.d.]. Disponível em: <<https://loja.kalatec.com.br/motor-de-passo-nema-23>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- LISBOA, Yasmim Maria Dantas et al. Explorando o potencial pedagógico da ESP32 como ferramenta de ensino IoT em oficina educacional de automação residencial. In: Congresso Brasileiro de Automática – CBA, 2024. Disponível em: <https://www.sba.org.br/cba2024/papers/paper_4122.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.
- OLIVEIRA, Tiago de et al. Projetando arquiteturas de computadores numa abordagem de ensino prática e sistêmica. International Journal of Computer Architecture Education, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em: <http://www2.sbc.org.br/ceacpad/ijcae/v7_n1_dec_2018/IJCAE_v7_n1_dez_2018_paper_1_vf.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

SILVA, Lucas Fernando da. Análise do processo de fresamento de MDF em centro de usinagem CNC. UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/89a060cb-c9a1-4725-8733-88cf299d4045>>. Acesso em: 15 set. 2025.

SILVEIRA, Wilson et al. FAB LAB e educação no Brasil: as ações de disseminação da cultura maker na educação básica e no ensino superior. Revista Texto Livre, SciELO Brasil, v. 17, 2024. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tl/a/wmbkpchNNMHf8wYtkMgbhZB/>>. Acesso em: 15 set. 2025.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

i VICTOR FRAZÃO DE LIMA



Formado Técnico de Rede de Computadores pela Escola SENAI "Antonio Souza Noschese" em 2017, já atuei como Auxiliar de Suporte de TI na Faculdade São Judas Campus Unimonte, onde cursei por 2 anos e meio Engenharia Mecânica.

ii VICTOR FERREIRA DE OLIVEIRA



Formação profissional em eletricitista 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).

iii MATHEUS DA SILVA VEIIRA BRITO

Aluno do Curso Superior em Tecnologia de Automação Industrial do SENAI de Santos

iv HUMBERTO DE SOUSA MEGDA



Mestre e Graduado em Engenharia, Pós-graduado em Gestão de Energia e Eficiência Energética, Licenciado em Matemática e Técnico em Desenvolvimento de Sistemas e Eletrônica. Atualmente é Professor de Educação Superior na Faculdade SENAI e Engenheiro de Operação e Medição prestador de serviços da Petrobrás.