



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL
DEP. ARY DE CAMARGO PEDROSO
Técnico em Automação Industrial**

Antônio Carlos Lopes Gonçalves

Fábio Luis Crespilho

Jhonatan Dalton Damião

John Gregory Oliveira de Souza

CANETA CNC DIDÁTICA

Piracicaba

2025

Antônio Carlos Lopes Gonçalves

Fábio Luis Crespilho

Jhonatan Dalton Damião

John Gregory Oliveira de Souza

CANETA CNC DIDÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Automação Industrial da Etec Dep. Ary de
Camargo Pedroso, orientado pela Prof^a
Milene da Silva como requisito para
obtenção do título de técnico em
Automação Industrial.

Piracicaba

2025

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à Deus, por ter nos levantado todas as vezes e permitisse que ultrapassasse as dificuldades durante esta trajetória.

À nossa família e amigos, que sempre acreditaram no nosso potencial e estiveram presentes apoiando durante toda essa jornada.

À nossa orientadora, Milene da Silva, pelo seu incentivo e compreensão ao longo da elaboração deste trabalho. Obrigado por sempre estar disponível a compartilhar seu conhecimento conosco.

RESUMO

Nos últimos anos, a automação deixou de ser uma exclusividade da indústria e passou a fazer parte de diversos outros contextos, como o ambiente educacional e o universo dos pequenos empreendedores. Tecnologias como os equipamentos de Controle Numérico Computadorizado (CNC) têm sido utilizadas como ferramentas de aprendizado, experimentação e desenvolvimento de novos produtos e soluções. Apesar de sua crescente popularidade, o alto custo desses equipamentos ainda representa uma barreira significativa para grande parte da população. Diante desse cenário, este projeto foi concebido com o objetivo de democratizar o acesso a essa tecnologia, demonstrando que é possível desenvolver uma máquina CNC do tipo "caneta plotter" que seja funcional, robusta e, ao mesmo tempo, acessível do ponto de vista financeiro.

Palavras-Chave: Controle Numérico Computadorizado (CNC), Acessibilidade Tecnológica, Caneta Plotter.

ABSTRACT

In recent years, automation has ceased to be exclusive to industry and has become part of many other contexts, such as the educational environment and the world of small entrepreneurs. Technologies such as Computer Numerical Control (CNC) equipment have been used as tools for learning, experimenting and developing new products and solutions. Despite their growing popularity, the high cost of this equipment still represents a significant barrier for a large part of the population. Given this scenario, this project was conceived with the objective of democratizing access to this technology, demonstrating that it is possible to develop a CNC machine of the plotter pen type that is functional, robust and, at the same time, affordable from a financial point of view.

Key-Words: Computer Numerical Control (CNC), Technological Accessibility, Plotter Pen.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. JUSTIFICATIVA	7
3. Objetivos	7
3.1. Objetivo Geral	7
3.2. Objetivos Específicos	7
4. METODOLOGIA	7
4.1. Montagem da CNC	9
4.2. Esquema elétrico	11
4.3. Programação	11
5. RESULTADO E CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

O termo CNC vem do inglês Computer Numerical Control, que significa Controle Numérico Computadorizado. As máquinas CNC são sistemas capazes de reproduzir peças projetadas computacionalmente por meio de mecanismos automatizados, controlados por instruções codificadas destinadas ao sistema de controle da máquina. Trata-se de um método de controle dos movimentos por meio da interpretação direta de instruções codificadas em letras e números. Esse sistema processa os dados inseridos e gera sinais de saída que são utilizados para acionar e coordenar os componentes da máquina, permitindo a execução automática e precisa das operações programadas. As máquinas CNC automatizam o processo de fabricação, eliminando a necessidade de supervisão constante por parte do operador. Essa característica torna a tecnologia CNC especialmente vantajosa para a produção em série e em larga escala, garantindo repetibilidade, precisão e eficiência no processo produtivo.

A tecnologia CNC é extremamente versátil e está presente em diversas áreas da indústria, indo além da simples automação de processos repetitivos. Suas aplicações incluem usinagem de metais, corte a laser CNC, corte por plasma CNC, corte por jato d'água CNC, caneta plotter CNC, impressão 3D, gravação CNC e fabricação de circuitos impressos, entre outras. Cada uma dessas aplicações utiliza ferramentas específicas e adaptações que tornam possível a execução precisa de tarefas complexas e repetitivas, com alto grau de padronização e eficiência.

Uma caneta CNC, por exemplo, é uma versão adaptada da máquina CNC que, em vez de ferramentas de corte como fresas ou lasers, utiliza uma caneta como ferramenta principal. Essa caneta é fixada em um suporte móvel, permitindo desenhar com precisão sobre superfícies planas a partir de instruções digitais. Essa aplicação é bastante utilizada em atividades educacionais, artísticas e de prototipagem, especialmente por seu baixo custo e simplicidade de montagem.

Em um mundo cada vez mais tecnológico, a otimização de processos e a redução de custos tornaram-se uma realidade. Nesse contexto, a busca pela automação de máquinas tem despertado grande interesse em diversos setores da indústria. Embora muitos processos de fabricação tradicionais já

tenham sido automatizados, ainda são escassos os projetos de baixo custo voltados ao desenvolvimento de máquinas CNC, o que limita o acesso a essa tecnologia por parte de pequenos fabricantes, instituições de ensino e interessados na área.

2. JUSTIFICATIVA

Apesar da popularidade dos equipamentos CNC profissionais, o custo elevado dos mesmos ainda representa uma barreira significativa para comunidades com poucos recursos para a aquisição desses equipamentos. A caneta CNC desenvolvida neste projeto visa solucionar esse problema.

3. Objetivos

3.1. Objetivo Geral

Elaborar de uma caneta CNC funcional, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo.

3.2. Objetivos Específicos

- Possibilitar a replicação do desenvolvimento do equipamento pela população;
- Utilizar o equipamento para facilitar o ensino dos alunos da área de automação e programação;
- Executar cortes de desenhos automatizados em superfícies planas com boa precisão.

4. METODOLOGIA

O projeto foi baseado no CNC Caseira com Arduino e Trilhos de Gavetas Telescópicos de Baixo Custo, desenvolvido por Marlon Nardi Walendorff. A metodologia foi dividida em quatro etapas. Na primeira etapa, foram

selecionados os materiais necessários para a elaboração do projeto, apresentados na tabela abaixo com seus respectivos valores. Na segunda etapa, foi realizada a montagem propriamente dita. Na terceira etapa, foi feita a parte elétrica do projeto e, por último, a programação do CNC.

Tabela 1 - Lista de peças mecânicas e elétricas.

MATERIAL	QUANTIDADE	VALOR
Peças em MDF de armário usado	17	R\$ 50
Motores de passo de impressora de papel	3	R\$ 100
Barra de rosca de 1/4	1	R\$ 3
Porcas para barra de 1/4	6	R\$ 1
Trilhos de gaveta light 25cm	6	R\$ 36
Espaguete termo retrátil de 9.5mm (para fazer o acoplamento do eixo do motor com a barra de rosca)	50cm	R\$ 3
Super bonder	1	R\$ 6
Dissipador térmico	1	R\$ 15
Parafusos de 60mm x 4mm (para fixar as peças 2 e 3 na peça 1)	2	R\$ 0,5
Parafusos de 80mm x 4 mm (para fixar as peças 2 e 3 na peça 1)	2	R\$ 0,5
Parafusos de 40mm x 4mm (para fixar as peças 7 e 8 na peça 1)	4	R\$ 0,25

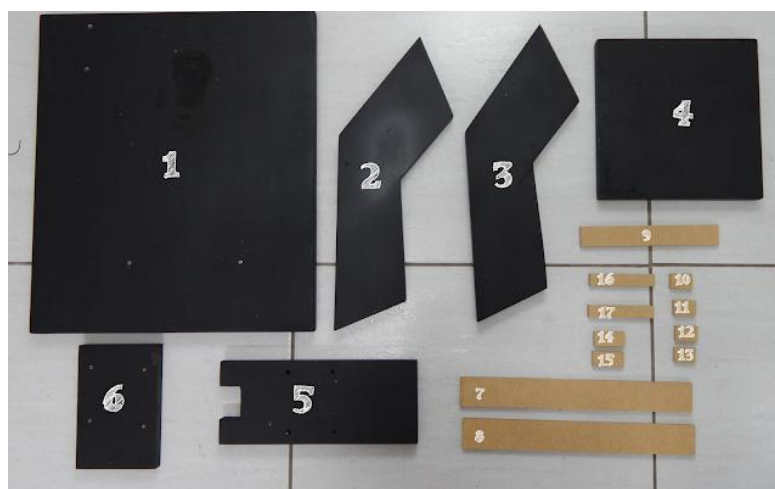
Tabela 2. Lista de ferramentas.

Alicate de corte
Alicate de bico
Ferro de solda
Estanho
Parafusadeira
Furadeira
Chave de fenda
Chave philips
Tesoura
Isqueiro (ou soprador térmico)
Régua
Esquadro

4.1. Montagem da CNC

Primeiramente, foi feita a montagem da estrutura principal da CNC, que consiste em uma base formada por quatro peças em MDF, formando uma estrutura quadrada superficial e o suporte da CNC, onde é montado o eixo Z. Após a montagem da base, foi feita a montagem da parte posterior da CNC, também com peças em MDF, mas de forma vertical. Apresentado na figura 1.

Figura 1 - Peças em MDF utilizadas na CNC

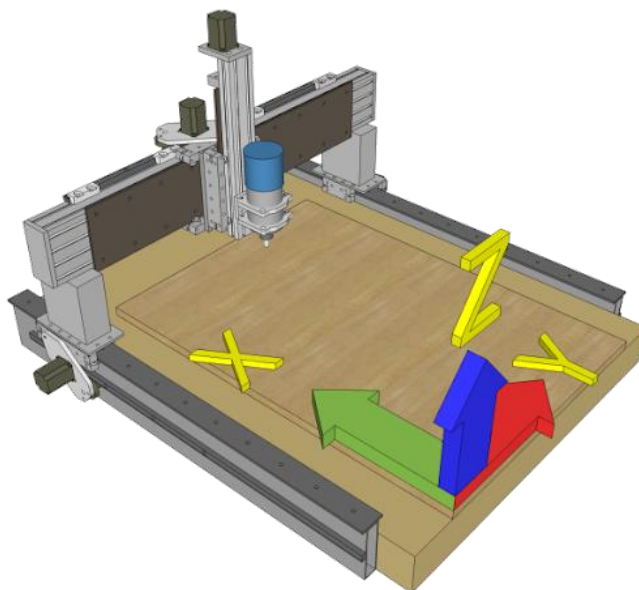


Fonte: Acervo do Autor.

Com a estrutura principal montada, foi realizada a montagem do sistema de coordenadas, composta por três eixos: X, Y e Z, que são responsáveis pela movimentação. Para o eixo Z, foram utilizados dois trilhos de gaveta de 25 cm, que foram posicionados no suporte da CNC de forma paralela e parafusados. As partes dos trilhos que deslizam foram encaixadas nos trilhos juntamente com outra peça em MDF para possibilitar os movimentos de subida (Z+) e descida (Z-). Nesta peça em MDF é onde ficará fixada a caneta.

Para a montagem dos eixos X e Y, foram utilizados quatro trilhos posicionados horizontalmente e soldados nos pontos de encontro dos trilhos. Duas porcas foram soldadas no trilho de forma que a barra de rosca seja inserida centralizada, alinhada e sem nenhuma folga, atravessando de um trilho para o outro. O eixo X representa os movimentos laterais, para a direita (X+) e esquerda (X-). O eixo Y representa os movimentos para frente (Y+) e para trás (Y-), conforme a figura abaixo.

Figura 2 - Eixos X, Y e Z da caneta CNC.



Fonte: Acervo do Autor.

Após a montagem dos três eixos, foram realizados os acoplamentos dos motores de passo nos eixos. Cada motor é ligado a um acoplamento flexível que conecta a um fuso, ou seja, para cada eixo, há um motor de passo. O motor do eixo Z foi posicionado verticalmente, e os motores dos eixos X e Y de forma horizontal. Estes motores foram retirados de uma impressora de papel. Além

disso, foi colocado um dissipador térmico no motor de passo do eixo Z a fim de resfriá-lo durante o funcionamento do equipamento. Por fim, foi fixada a caneta no suporte da CNC.

4.2. Esquema elétrico

Foi elaborado o esquema elétrico do projeto, que inclui a integração de três motores de passo. Os três motores de passo foram ligados, cada um, a um Easy Driver de passo A3967, conectados à CNC Shield, que, por sua vez, está acoplada ao Arduino Uno. Para alimentar o sistema, foi utilizada uma fonte externa bivolt e um regulador de tensão. Apresentado na figura 3.

Figura 3 - Arduino UNO.



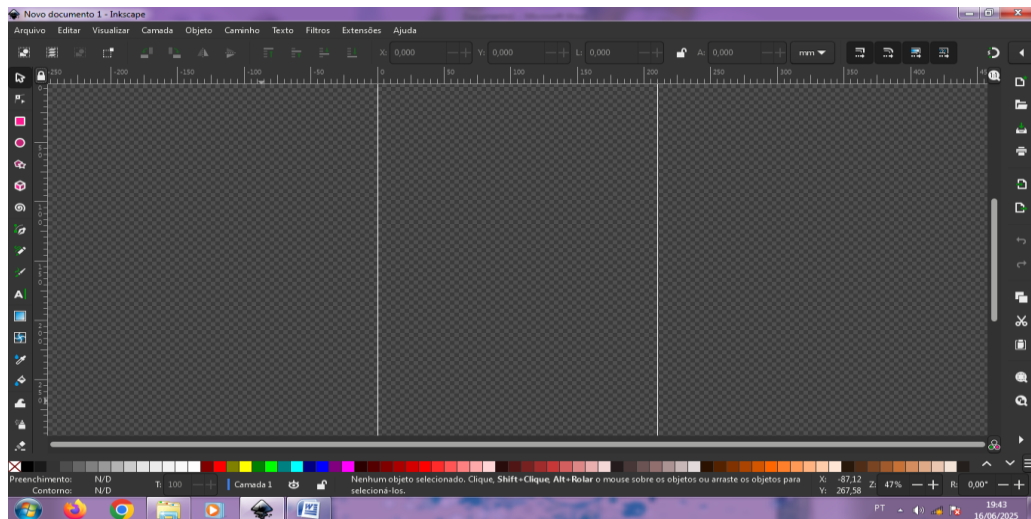
Fonte: <https://www.mercadolivre.com.br/chipsce-atmega328p-ch340g-unor3/p/MLB33941758>

4.3. Programação

Para a criação de modelos que serão produzidos pela CNC, foi utilizado um software chamado "Inkscape" (figura 4), no qual é preparado o modelo do desenho. Após a seleção e a inserção do desenho 3D, foi feita a programação com os programas C-Code e GRBL, apresentado na figura 5. O G-Code é uma linguagem de programação universal que conta com vários comandos, cuja função é indicar os trajetos que os eixos X, Y e Z devem realizar, além da velocidade que a máquina deve operar. Após a programação no G-Code, o

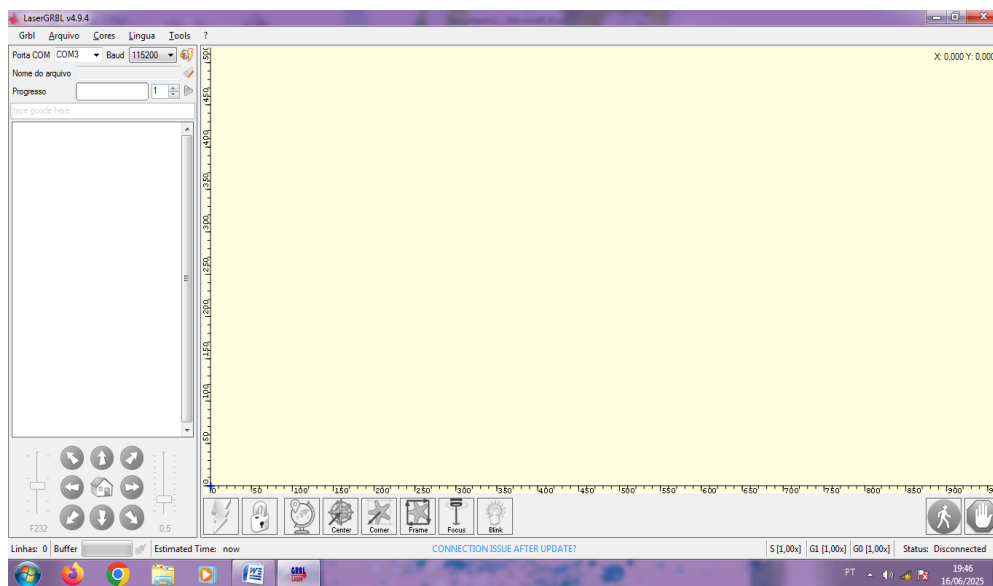
desenho codificado foi carregado em outro software chamado GRBL, no qual foi feita a leitura e a execução pela CNC. Apresentado na figura 6.

Figura 4 - Software Inkscape.



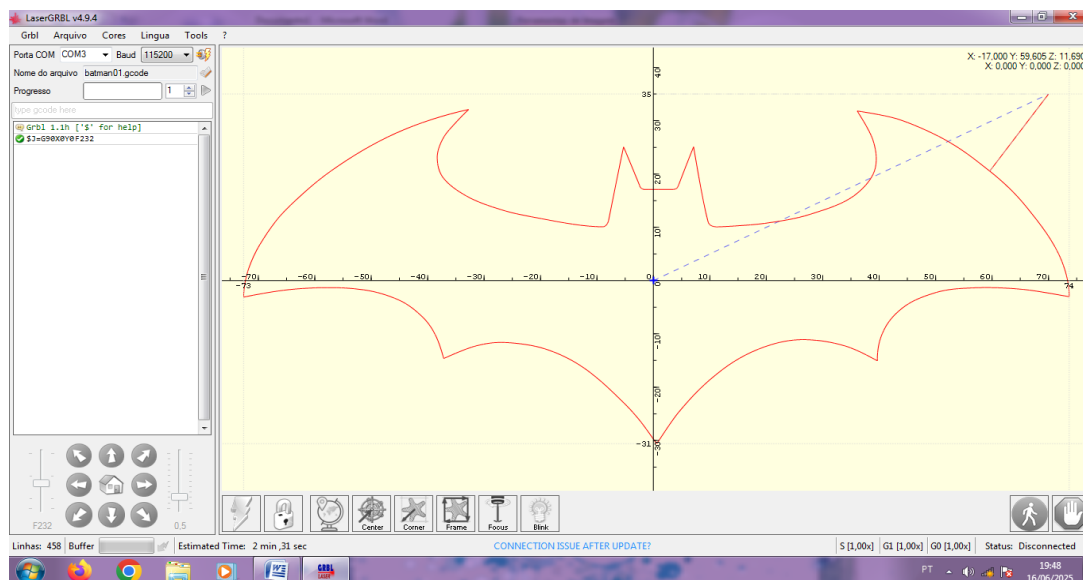
Fonte: Acervo do Autor.

Figura 5 - Software GRBL sem desenho.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 6 - Software GRBL com desenho.

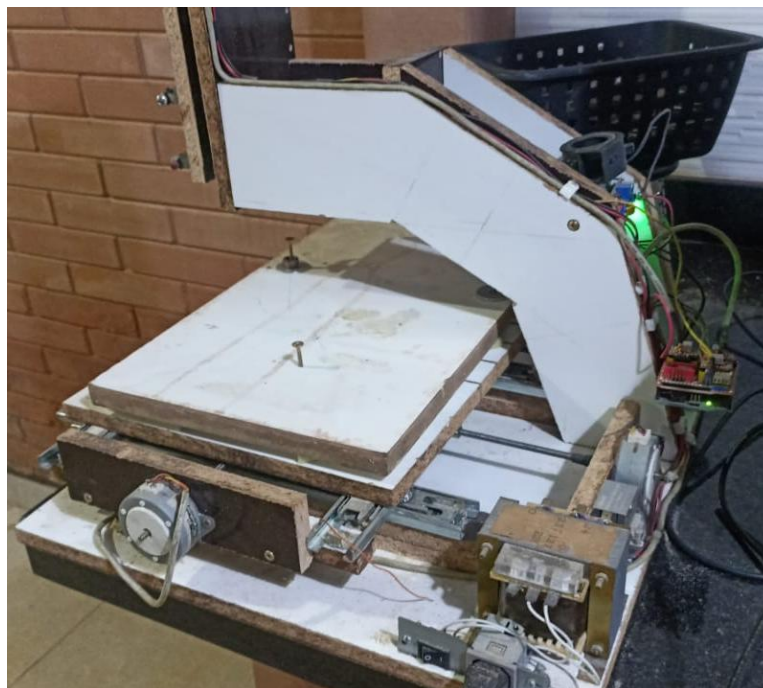


Fonte: Acervo do Autor.

5. RESULTADO E CONCLUSÃO

Este trabalho teve um propósito exclusivamente didático, pensado para ser utilizado em salas de aula — tanto em instituições particulares quanto em comunidades com poucos recursos. Foi idealizado especialmente para aqueles que não podem investir em uma máquina CNC profissional. Por isso, os materiais foram cuidadosamente selecionados para serem acessíveis: grande parte de suas peças mecânicas e eletrônicas são reaproveitadas, e sua estrutura foi feita com placas de MDF de armário usado, que são facilmente encontradas em lojas de material de construção. Além de o MDF ser simples de cortar, ele oferece a resistência necessária para que a máquina desempenhe bem sua função. Apresentado na figura 7.

Figura 7 - Resultado do trabalho: caneta CNC.



Fonte: Acervo do Autor.

Observou-se neste projeto que qualquer pessoa com conhecimentos básicos em eletrônica e montagem mecânica é capaz de reproduzi-lo, sem a necessidade de um laboratório ou de ferramentas especializadas. Ao longo do curso de Automação Industrial, torna-se evidente que o aprendizado prático é insubstituível. Desenvolver um projeto como este proporcionou ao grupo um valioso entendimento sobre mecânica, eletrônica e programação. Foi possível relembrar e aprofundar os conteúdos de todos os módulos do curso, ao mesmo tempo em que se criou uma oportunidade de aprendizado para muitos outros alunos e makers que se interessarem pelo modelo apresentado.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Phellipe Peterson Lima. Implementação de comando numérico computadorizado em uma furadeira de bancada. 2018. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BIANCHI, Kleber Eduardo. Concepção de uma máquina CNC para medição e usinagem de peças em madeira. 1996. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br>. Acesso em: 19 mai. 2025.

Construa sua própria CNC 2.0 – Disponível em: <https://professormarlonnardi.blogspot.com/p/construa-sua.html>. Acesso em: 13 mai. 2025.

Curso de programação CNC – Disponível em: https://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_CNC-1.pdf. Acesso em 15 mai. 2025.