



Desenvolvimento e Controle de uma Plotter Híbrida por CNC e CLP

Rafael Moreira Wrublak | rafael.mw07@aluno.edu.br

Vitor Farias de borba | vitor.borba@ifsc.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plotter de 3 eixos com sistema de controle híbrido, projetada para operar tanto por meio de um controlador lógico programável (CLP) quanto por comando numérico computadorizado (CNC). A proposta tem caráter didático e visa proporcionar aos estudantes uma compreensão prática sobre as diferenças e aplicações de cada tecnologia de controle em sistemas automatizados. A construção do protótipo foi realizada do zero, com grande parte das peças produzidas em impressão 3D e outras obtidas por meio de reaproveitamento ou aquisição específica. Após a primeira montagem, ajustes estruturais foram necessários para corrigir desalinhamentos e melhorar a precisão dos movimentos. Em seguida, a etapa eletroeletrônica foi implementada e diversos testes foram conduzidos, acompanhados de calibrações sucessivas até alcançar resultados satisfatórios. O sistema final apresentou precisão média de 0,5 mm, sendo capaz de executar desenhos de alta complexidade. Apesar disso, observou-se a necessidade de aprimorar a relação entre velocidade e precisão. Atualmente, o equipamento está em uso na disciplina de Acionamentos do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC, atuando como ferramenta educacional versátil no ensino de controle por CLP e CNC.

Palavras-chave: plotter; automação industrial; controle híbrido; CLP; CNC.

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial e a manufatura digital são fundamentais para o aumento da produtividade e precisão em diversos setores. O uso de máquinas CNC (Computer Numerical Control) e de controladores lógicos programáveis (CLPs) destaca-se como tecnologia essencial em aplicações industriais e educacionais. Contudo, a maioria dos equipamentos opera em apenas um desses modos, limitando a flexibilidade e dificultando abordagens didáticas mais completas, além disso o uso de CLP para o controle de movimentos, que poderia ser utilizado com confiabilidade adequada é preterido pelo uso de tecnologias mais custosas como o CNC por falta de conhecimento dos profissionais. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plotter de 3 eixos com sistema de controle híbrido, operável por CLP ou CNC, visando a demonstração de potencialidade de controle de movimentos através de CLP. A proposta tem caráter educacional, permitindo aos estudantes explorar, de forma prática, as diferenças entre os dois tipos de controle e integrando conceitos de automação e manufatura digital em um único equipamento.

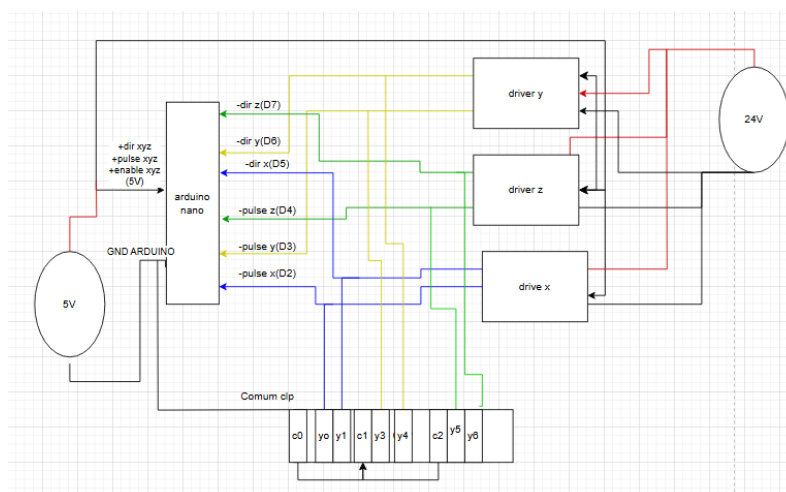


2 Método

Uma vez que o foco no desenvolvimento deste projeto foi a demonstração de capacidade de controle de movimentos dos CLPs utilizando como base de comparação o CNC que é uma forma de controle mais robusta e clássica, e não a precisão de movimentação, algumas decisões em relação a construção mecânica foram tomadas com base em custos e praticidade, além disso foi utilizado como base o projeto do canal “How to Mecatronics”. Sendo assim, foi construído com peças produzidas em impressão 3D e componentes reaproveitados ou adquiridos conforme necessidade.

Após a montagem inicial, ajustes estruturais foram realizados para corrigir desalinhamentos e melhorar a precisão. Em seguida, implementou-se a etapa eletroeletrônica, incluindo as conexões principais do sistema de controle híbrido. No diagrama presente na figura 1 é possível observar que o controle dos drivers e motores de passo, assim como a interpretação dos sensores de fim de curso podem ser realizados por um arduino uno ou pelo CLP. O arduino por sua vez faz uso do *firmware* GRBL que é um *firmware* desenvolvido para o controle CNC de máquinas de até 3 eixos com auxílio de um PC para envio das instruções. No caso de utilização do CLP deve-se inserir o borne no CLP que realizará o controle. Observa-se no entanto que não se deve tentar energizar os 2 equipamentos de forma simultânea, sob o risco de danos. Inicialmente foi prevista uma chave comutadora para impedir esta operação, mas seu uso foi abandonado por apresentar a incidência de ruídos e dificultar a operação.

Figura 1 – Projeto elétrico CNC/CLP



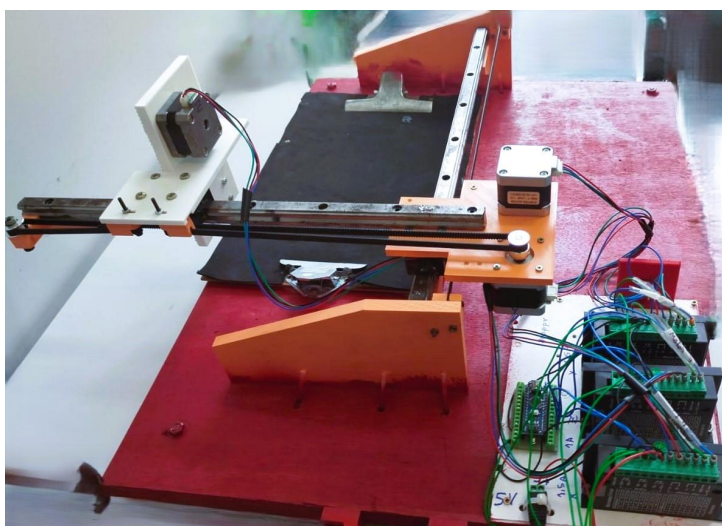
Fonte: do Autor

Concluída a integração mecânica e eletrônica, foram realizados testes em campo, acompanhados de calibrações sucessivas até atingir precisão aceitável. O desempenho do protótipo foi avaliado considerando sua operação tanto em modo CLP quanto CNC.

3 Resultado

O eixo Z foi um dos maiores desafios deste projeto, tendo sido re-projetado diversas vezes, a versão final utiliza uma guia linear de pequeno porte e um suporte de caneta com uma cremalheira, possibilitando a conversão de movimento rotativo em linear. Os demais eixos também utilizam guias lineares, mas a conversão é realizada através de correias dentadas. O protótipo apresentou desvios médios de 0,5 mm, permitindo a execução de desenhos de alta complexidade. Identificou-se que, ao aumentar a velocidade de operação, o desvio tende a aumentar, indicando necessidade de ajustes futuros, no entanto, para o objetivo deste protótipo que é a demonstração de compatibilidade de utilização de CLP para controle de movimentação o resultado foi satisfatório. A Figura 2 ilustra a plotter finalizada e pronta para operação.

Figura 2 – Plotter 3 eixos



Fonte: do Autor

4 Conclusão

Conclui-se que a realização do trabalho foi bem-sucedida, atendendo plenamente aos objetivos propostos no início do projeto. Embora o desenvolvimento tenha demandado um tempo maior do que o inicialmente planejado, o resultado final mostrou-se eficaz e funcional. Atualmente, a plotter já está sendo utilizada na disciplina de Acionamentos, ministrada na 7ª fase do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC, servindo como ferramenta didática para a demonstração prática dos diferentes tipos de controle — tanto por CLP quanto por CNC.



**SNCT
2025**

Semana Nacional De Ciência e Tecnologia

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar as mudanças climáticas no meu território



CompartilhArte
Semana de Arte e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Campus
Florianópolis

REFERÊNCIAS

RIBEIRO, Carlos Augusto F. de Jesus; SANTOS, Francimar Conceição dos; CARNEIRO, Larissa Vanile Santos; SANTIAGO, Michell Thompson Ferreira; GADELHA, Rafael Maia; ALMEIDA, Tiago Jairo Vieira de; FERREIRA, Tiara Borges Santiago. **PLOTTER THOMPSON**. V *Siintec*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-8, nov. 2019. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/siintec2019/117.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2025.

DIY PEN PLOTTER WITH AUTOMATIC TOOL CHANGER | ARDUINO BASED CNC DRAWING MACHINE. YouTube, canal *How To Mechatronics*, [s.l.], 2024. Disponível em: <https://youtu.be/virDtVVt2Xo>. Acesso em: jun. 2024.