

DESENVOLVIMENTO DE UMA SERINGA ELETRÔNICA DE CONSTRUÇÃO SIMPLES PARA CONTROLE DE MICROVOLUMES DE APLICAÇÃO DIVERSAS

Clara Costa², Keven Magalhães Santos³, Leticia Lima⁴, Uneliton Neves Silva⁵, Valfredo Lemos⁶,
Marcos Bezerra⁷

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma seringa eletrônica de baixo custo e construção simplificada, voltada ao controle de microvolumes em aplicações laboratoriais, industriais, médicas e biológicas. O dispositivo é composto por uma estrutura de suporte adaptável a seringas comerciais, associada a um motor de passo e a um sistema de deslocamento linear, o que possibilita o controle preciso da vazão e do volume dispensado. O sistema eletrônico de automação foi implementado por meio da plataforma Arduino, permitindo programação flexível, personalização de parâmetros e integração com outros equipamentos. O protótipo construído apresentou precisão e confiabilidade satisfatórias, com variação inferior a 5% entre volumes programados e dispensados. A solução proposta caracteriza-se pela simplicidade construtiva, baixo consumo energético, facilidade de manutenção e compatibilidade com diferentes tipos de seringas. Os resultados demonstram o potencial do dispositivo como alternativa acessível às bombas comerciais de alto custo, contribuindo para ampliar o acesso a tecnologias de automação em laboratórios de ensino e pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, automação, bomba de seringa, microvolumes, motor de passo.

DEVELOPMENT OF A SIMPLE ELECTRONIC SYRINGE FOR MICROVOLUME CONTROL IN MULTIPLE APPLICATIONS

ABSTRACT

This work presents the development of a low-cost, simplified electronic syringe designed for microvolume control in laboratory, industrial, medical, and biological applications. The device consists of a support structure adaptable to commercial syringes, combined with a stepper motor and a linear displacement system, which enables precise control of flow rate and dispensed volume. The electronic control system was implemented using the Arduino platform, allowing flexible programming, parameter customization, and integration with other devices. The prototype demonstrated satisfactory precision and reliability, with variations below 5% between programmed and dispensed volumes. The proposed solution is characterized by constructive simplicity, low energy consumption, ease of maintenance, and compatibility with different syringe types. The results highlight the device's potential as an accessible alternative to high-cost commercial syringe pumps, contributing to the democratization of automation technologies in teaching and research laboratories.

KEYWORDS: Arduino, automation, microvolumes, open-source platform, syringe pump.

INTRODUÇÃO

O controle de microvolumes é essencial em diferentes áreas, como análises químicas, aplicações médicas e processos industriais. As bombas de seringa são ferramentas consagradas para essa finalidade, garantindo precisão e repetibilidade. No entanto, o custo elevado e a complexidade de manutenção dos modelos comerciais limitam seu uso em instituições de ensino e laboratórios com recursos reduzidos. O desenvolvimento de alternativas acessíveis, baseadas em plataformas abertas como o Arduino, representa uma estratégia promissora para democratizar o acesso a tecnologias de automação. Este trabalho apresenta a construção de uma seringa eletrônica de baixo custo, simples e funcional, voltada para múltiplas aplicações.

¹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: claracostabr16@gmail.com

³ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: kevensantos1912@gmail.com.

⁴ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: limasouzaleticia18@gmail.com.

⁵ Coordenador, Mestre, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: uneliton@hotmail.com.

⁶ Coordenador, Professor Doutor, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: vlemos@uesb.edu.br.

⁷ Orientador, Professor Doutor, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Química Analítica, Campus de Jequié, 45206-190, Jequié, Bahia. E-mail: mbezerra@uesb.edu.br.

MATERIAIS E MÉTODOS

O dispositivo foi desenvolvido a partir de uma estrutura de suporte ajustável para seringas comerciais. O sistema de acionamento utilizou motor de passo NEMA 17 acoplado a fuso roscado, responsável pela movimentação do êmbolo. O controle eletrônico foi implementado na plataforma Arduino Uno, programada em C/C++, associada a driver específico e fonte de 12 V. O sistema de operação incluiu botões e potenciômetro para ajuste de vazão e volume. Testes experimentais foram realizados com soluções aquosas de referência para avaliar a precisão, repetibilidade e estabilidade da vazão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido apresentou funcionamento estável e compatibilidade com diferentes tipos de seringas, demonstrando precisão inicial no bombeamento de microvolumes. Nos testes preliminares, a variação entre volumes programados e dispensados manteve-se inferior a 5%, indicando confiabilidade adequada para aplicações laboratoriais. A simplicidade construtiva favoreceu a manutenção e a substituição de componentes, além de permitir personalização por meio do Arduino. O baixo custo de produção, estimado em menos de 10% do valor de bombas comerciais, reforça o caráter acessível do dispositivo. Contudo, o trabalho ainda está em andamento, sendo necessárias etapas adicionais de validação e melhorias, como o aperfeiçoamento do alinhamento mecânico e a implementação de interfaces de controle mais avançadas.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

O desenvolvimento da seringa eletrônica encontra-se em andamento e, até o estágio atual, resultou em um protótipo funcional, de fácil operação e com boa precisão nos testes preliminares. Os resultados obtidos até o momento indicam potencial de aplicação em análises químicas, processos de dosagem controlada e experimentos biológicos, configurando-se como alternativa acessível às bombas comerciais. No entanto, ainda são necessárias etapas adicionais de validação e aprimoramentos, como a implementação de interface gráfica, conexão sem fio e sensores complementares. Essas melhorias poderão ampliar as possibilidades de uso do dispositivo, tornando-o ainda mais competitivo em relação aos equipamentos disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BANZI, M.; SHILOH, M. Getting Started with Arduino. 3. ed. Maker Media, 2014.
- (2) DUTTA, A.; LEWIS, J.; RODRIGUEZ, D. Design and development of low-cost syringe pump. *Journal of Laboratory Automation*, v. 17, n. 1, p. 40–48, 2012.
- (3) PEIRANO, A. M.; PIRES, R. Desenvolvimento de equipamentos científicos com Arduino: aplicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 3, p. 25–39, 2019.
- (4) SILVA, P. R.; OLIVEIRA, F. S. Automação de baixo custo aplicada a laboratórios de ensino. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 1, p. 56–63, 2020.
- (5) YU, Z.; WANG, L.; CHEN, H. A compact and precise syringe pump system for microfluidics. *Sensors and Actuators A: Physical*, v. 280, p. 125–133, 2018.