

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA TRATAMENTO DE DADOS GERADOS PELOS EXPERIMENTOS DO LABORATÓRIO REMOTO DE FÍSICA

Deivid Esp. S. de Souza¹ (IC), Thiago C. Caetano (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: Ondas estacionárias. Controle remoto. Otimização experimental.

Introdução

A proposta inicial deste trabalho era desenvolver ferramentas computacionais para auxiliar no tratamento de dados gerados por experimentos do laboratório remoto de física. No decorrer do desenvolvimento do projeto, identificou-se a necessidade de aprimorar o hardware utilizado nos experimentos, com destaque para o experimento "Ondas Estacionárias". Dessa forma, o foco da pesquisa foi expandido, passando a abranger também o aperfeiçoamento dos componentes físicos, cuja melhoria era essencial para garantir a precisão dos resultados experimentais e a eficácia geral do experimento.

Com o avanço do projeto, o objetivo principal passou a ser o aprimoramento da precisão e da funcionalidade do experimento "Ondas Estacionárias". Para isso, foram realizadas atualizações nos sistemas de emissão de frequência e redesenhada a arquitetura física do sistema, consolidando todos os componentes eletrônicos em uma única placa de circuito impresso (PCB). Essas modificações visaram simplificar as operações, aumentar a eficiência e tornar o sistema mais adequado para o ensino de física. Além disso, buscou-se garantir que o experimento pudesse ser utilizado tanto remotamente quanto presencialmente, proporcionando maior flexibilidade e versatilidade para estudantes e pesquisadores. Dessa forma, o sistema tornou-se mais acessível, eficiente e funcional, atendendo às necessidades de ensino e aprendizagem de forma mais abrangente.

A justificativa para a realização desta pesquisa baseia-se na necessidade de proporcionar um sistema mais eficiente e preciso para o ensino de física, uma vez que atividades experimentais são fundamentais para a compreensão de conceitos teóricos. Diante da crescente demanda por acessibilidade e flexibilidade, o aprimoramento do experimento "Ondas Estacionárias" buscou atender tanto o uso remoto quanto o presencial,

ampliando o alcance pedagógico dessa ferramenta.

O método de pesquisa incluiu a revisão do sistema de controle de frequências e a substituição de componentes obsoletos por novas tecnologias, como o conversor digital-analógico MCP4725 (DAC) e o potenciômetro digital MCP41010. Além disso, foi implementada uma gaiola de Faraday para minimizar interferências eletromagnéticas e melhorar a comunicação entre os microcontroladores. Foram realizados testes práticos para validar as modificações implementadas.

O desenvolvimento do projeto também envolveu a criação de uma nova PCB que consolidasse todos os componentes, facilitando a montagem e a manutenção do sistema. Foram realizadas simulações e testes experimentais para garantir a funcionalidade e a precisão do novo design, tanto para operações presenciais quanto remotas. Dessa forma, buscou-se assegurar a confiabilidade e a eficácia do experimento como ferramenta de ensino.

Metodologia

A pesquisa seguiu uma sequência de métodos cuidadosamente estruturados. O primeiro passo foi revisar os componentes eletrônicos do experimento, com foco na melhoria da precisão do controle de frequência. O circuito integrado ICL8038, anteriormente utilizado, foi substituído por um conversor digital-analógico MCP4725 (DAC) e um potenciômetro digital MCP41010, o que trouxe maior controle e estabilidade à emissão das frequências.

Na etapa seguinte, a arquitetura física do sistema foi completamente redesenhada, integrando todos os componentes em uma única placa de circuito impresso (PCB). Esse novo layout facilitou tanto o processo de montagem quanto a manutenção, além de aumentar a eficiência operacional do sistema.

Para garantir uma comunicação estável entre os microcontroladores e minimizar as interferências eletromagnéticas causadas pelo amplificador TDA2030, foi inserida uma gaiola de Faraday. Com o redesenho finalizado, implementou-se a funcionalidade de operação híbrida, permitindo o controle do experimento de forma remota e presencial.

Foram realizados testes de validação que confirmaram a eficácia das melhorias, incluindo o aumento da precisão no controle de frequência, a redução de interferências e a funcionalidade plena do sistema nas duas modalidades de operação. A análise comparativa entre a configuração anterior e a atual evidenciou melhorias significativas no desempenho do experimento.

Resultados e discussão

Os principais resultados obtidos durante a pesquisa são apresentados a seguir, organizados de acordo com a sequência de implementação.

Inicialmente, a substituição do circuito integrado ICL 8038 por um conversor digital-analógico MCP4725 (DAC) e um potenciômetro digital MCP41010 resultou em um controle de frequência mais preciso e estável. O novo sistema permitiu uma maior simetria das ondas estacionárias, eliminando a assimetria de 49% e 51% observada no sistema anterior. Essa melhoria garantiu uma maior confiabilidade nos resultados experimentais.

Na etapa seguinte, o redesenho da arquitetura física do sistema, com a consolidação dos componentes em uma única placa de circuito impresso (PCB), simplificou significativamente a montagem e manutenção do experimento como mostra a Figura 1. A integração de todos os elementos em uma única PCB resultou em uma maior eficiência na operação, além de reduzir a complexidade do sistema.

A inserção de uma gaiola de Faraday no sistema também reduziu drasticamente as interferências eletromagnéticas geradas pelo amplificador TDA2030, o que melhorou a comunicação entre os microcontroladores e proporcionou maior estabilidade ao experimento.

Com a implementação da operação híbrida, foi possível utilizar o experimento tanto de forma remota

quanto presencial. Essa flexibilidade permitiu uma adaptação eficiente às diferentes modalidades de ensino, garantindo acessibilidade e facilidade de uso.

Os testes de validação confirmaram que o novo sistema oferece resultados significativamente mais precisos e estáveis em comparação ao sistema anterior. A análise comparativa demonstrou uma clara evolução no controle de frequências, na usabilidade e na eficiência operacional do experimento. Essas melhorias tornaram o sistema mais confiável e acessível tanto para estudantes quanto para pesquisadores.

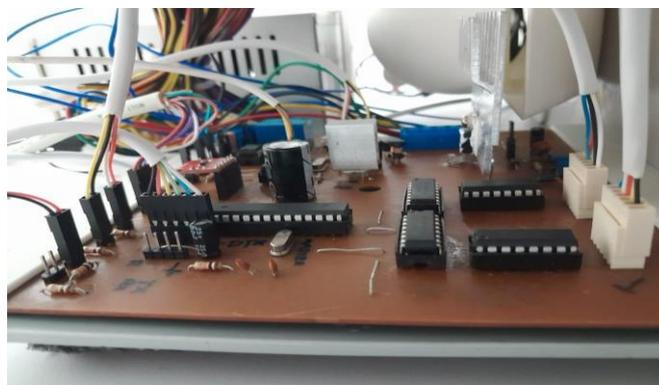


Figura 1 – Placa de Circuito Impresso Completa: Ondas Estacionárias

Conclusões

A pesquisa resultou em melhorias significativas no experimento "Ondas Estacionárias", com destaque para o aumento da precisão e estabilidade no controle de frequências, obtido pela substituição do circuito integrado ICL8038 por um conversor digital-analógico (DAC) e um potenciômetro digital MCP41010. A consolidação dos componentes em uma única placa de circuito impresso (PCB) simplificou a montagem e manutenção do sistema, tornando-o mais eficiente e fácil de operar. A introdução de uma gaiola de Faraday reduziu significativamente as interferências eletromagnéticas, assegurando maior confiabilidade e estabilidade na comunicação entre os microcontroladores.

Outro avanço importante foi a implementação da operação híbrida, que permite o uso tanto remoto quanto presencial do experimento, ampliando sua aplicabilidade em diferentes contextos educacionais.

A análise comparativa demonstrou que o novo sistema oferece resultados mais precisos e consistentes, além de facilitar a utilização do experimento. Com essas melhorias, o experimento "Ondas Estacionárias" consolidou-se como uma ferramenta mais robusta e acessível para o ensino de física, proporcionando um ambiente experimental mais controlado e adaptável às necessidades modernas de ensino.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) pela oportunidade de realizar esta pesquisa e por todo o suporte acadêmico oferecido ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Sou especialmente grato ao programa PIBIC UNIFEI, que proporcionou a bolsa que possibilitou a realização deste projeto. O apoio e os recursos disponibilizados foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Referências

AUER, M. E.; AZAD, A. K.; EDWARDS, A.; JONG, T. Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education. New York: Springer, 2018.

BENDER, A. L.; SBARDELOTTO, D. R.; MAGNO, W. C. Using DC motors in Physics experiments. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 4, p. 401-405, 2004.

CANU, M.; DUQUE, M. Laboratorios remotos: ¿qué interés pedagógico? In: ENCUENTRO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN EM ENGENHARIA ACOFI, Anais... 2015.

DE SANDOVAL, J. S.; DE CUDMANI, L. C. Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. Revista de Enseñanza de la Física, v. 5, n. 2, p. 10-17, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1990.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, p. 525-542, 2012.

FIDALGO, A. V. et al. Adaptação de Laboratórios Remotos a Cenários de Ensino: Casos de Estudo com

VISIR e RemotElectLab. VAEP-RITA, v. 1, n. 2, p. 135-141, 2013.

GOLC. GOLC – global online laboratory consortium website. Disponível em: <<http://www.online-lab.org/>>. Acesso em: [data de acesso].

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Vol. 2. Rio de Janeiro: Grupo Gen-LTC, 2018.

JESUS, V. L. B.; SASAKI, D. G. G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, p. 3503, 2014.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. Ciência & Educação, n. 3, 1996.

LOPES, S. P. M. L. Laboratório de acesso remoto em Física. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino da Física e da Química) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. Ciência & Educação, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

OLIVEIRA, C. R. S. et al. Um Ambiente Para a Prática Remota de Aulas Laboratoriais de Física (determinação da viscosidade de Líquidos). Brazilian Journal of Computers in Education, v. 17, n. 1, p. 43, 2009.

ORDUÑA, P. et al. The WebLab-Deusto Remote Laboratory Management System Architecture: Achieving Scalability, Interoperability, and Federation of Remote Experimentation. In: AUER, M.; AZAD, A.; EDWARDS, A.; JONG, T. (Eds.). Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education. Cham: Springer, 2018. p. 17-42.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Conceitos de física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 22, n. 1, p. 9-35, 2005.

SANTOS, E. I.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Jaboticatubas. Anais... 2004.

SILVA, J. B. et al. Uso de dispositivos móveis para acesso a Experimentos Remotos na Educação Básica. VAEP-RITA, v. 1, n. 2, p. 129-134, 2013.

SILVA, L. F.; ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 313-324, 2012.

SOUZA, A. R. et al. The Arduino board: a low-cost option for physics experiments assisted by PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 1-5, 2011.

ZUTIN, D. G. Online Laboratory Architectures and Technical Considerations. In: AUER, M.; AZAD, A.; EDWARDS, A.; JONG, T. (Eds.). Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education. Cham: Springer, 2018. p. 5-16.