

DESENVOLVIMENTO DE UM MEDIDOR DIGITAL DIMENSIONAL AUTOMATIZADO PARA MEDIÇÕES EM MILÍMETROS COM ARDUÍNO

Ana Marcia Siqueira Santos, Giovanna Batista de Souza, Natália Marques Galdino e Carlos Silva.

IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rod. Pres. Dutra, km 145 - s/n - Jardim Diamante - 12223-201 - São José dos Campos-SP, Brasil, ana.marcia@aluno.ifsp.edu.br, giovanna8batista@gmail.com, natalia.galdino@aluno.ifsp.edu.br, carlossilva@ifsp.edu.br

Resumo

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um equipamento de medição digital com o objetivo de obter medidas precisas de comprimento de objetos físicos, eliminando erros humanos comuns em medições manuais. Utilizando um sensor ultrassônico e um sistema automatizado, o dispositivo realiza a medição e exibe o resultado diretamente em um visor digital. Testes demonstraram ganhos ao utilizar o medidor em relação a outros instrumentos de medição, como: Esquadro e Paquímetro. A solução é voltada para aplicações que exigem medições rápidas e exatas, contribuindo para a automação e a eficiência em processos técnicos, por exemplo.

Palavras-chave: Medição digital. Precisão. Sensor Ultrassônico. Visor digital. Automação.

Área do Conhecimento: Engenharia Mecatrônica.

Introdução

A Engenharia de Controle e Automação é uma área multidisciplinar que combina conhecimentos de eletrônica, mecânica, computação e controle para desenvolver sistemas automatizados capazes de executar tarefas com alta precisão, repetibilidade e eficiência. A automação industrial, nesse contexto, visa não apenas o aumento da produtividade, mas também a redução de custos operacionais e a minimização de falhas humanas, contribuindo para processos mais seguros, rápidos e confiáveis. Ela otimiza diversas etapas produtivas, especialmente na medição dimensional de peças e componentes, crucial para o controle de qualidade (Rezende, 2017).

A adoção de sistemas automatizados de medição promove ganhos significativos em precisão e eficiência, além de possibilitar a integração com sistemas de controle de produção e bancos de dados para rastreabilidade e análise estatística. A digitalização desse processo também viabiliza a coleta de dados em tempo real e o monitoramento contínuo de parâmetros críticos, alinhando-se às exigências da manufatura avançada e da Indústria 4.0.

Nesse contexto, a medição precisa de componentes segue sendo uma etapa indispensável em processos industriais, laboratoriais e acadêmicos. Instrumentos como o paquímetro são amplamente utilizados por sua praticidade e capacidade de medir com alta exatidão. No entanto, por se tratar de um equipamento manual, seu uso depende da habilidade do operador, estando sujeito a falhas humanas e sendo pouco eficiente em tarefas repetitivas ou demandas em larga escala (Pereira, 2008).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver um equipamento de medição automatizado, inspirado no funcionamento de um paquímetro tradicional. Uma estrutura móvel (cursor) se desloca automaticamente até encostar no objeto a ser medido, por meio de um mecanismo motorizado adaptado de uma impressora. A medição é feita por um sensor ultrassônico fixo, que calcula a distância até o cursor. A leitura do sensor é realizada por um microcontrolador (Arduino Uno), que processa os dados e exibe o valor correspondente à dimensão do objeto em tempo real em um display OLED.

Dessa forma, o projeto busca aliar tecnologia e precisão em uma solução prática, confiável e de fácil implementação, capaz de atender às necessidades atuais da indústria moderna. Ao automatizar um processo tradicional de medição, o sistema reduz falhas humanas, aumenta a eficiência e se torna uma alternativa acessível e adaptável a diferentes contextos produtivos.

Metodologia

Os materiais utilizados para a montagem do equipamento de medição foram: impressora 3D, trilho e motor de uma impressora comum, madeira, Arduino UNO, cabo para conexão no Arduino/USB, bateria 9V, jumpers, protoboard, botão liga/desliga, sensor ultrassônico HC-SR04 e display OLED.

Inicialmente, retirou-se o mecanismo de movimentação de uma impressora, que passou a funcionar como cursor móvel, responsável por se deslocar até o objeto a ser medido. Inspirando-se no funcionamento de um paquímetro, foi impressa em 3D uma peça que simula seu cursor, encaixada na parte móvel do projeto.

O motor e a correia reaproveitados da impressora deslocam o batente móvel até encostar no objeto, que fica preso entre dois batentes, um fixo e outro móvel. Nesse ponto, o sensor ultrassônico mede a distância entre os batentes, correspondente ao tamanho do objeto.

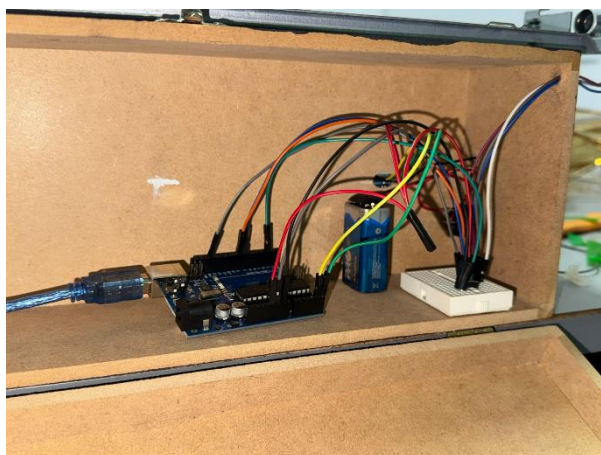
O sensor ultrassônico HC-SR04 opera com base no princípio da reflexão de ondas sonoras de alta frequência (ultrassom). Ao ser acionado pelo microcontrolador, o sensor emite um pulso sonoro com frequência de 40 kHz por meio do pino Trig. Esse pulso propaga-se no ar até chegar ao cursor e refletir de volta ao sensor, sendo captado pelo pino Echo. O Arduino UNO calcula a distância com base no intervalo de tempo entre a emissão e a recepção do som, utilizando o código implementado. Essas medidas são processadas e exibidas em tempo real no display OLED.

Todos os componentes estão alocados dentro de uma base feita de madeira, onde ficam de forma organizada para garantir uma aparência estética agradável e facilitar o uso do equipamento de medição que se encontra fixado na parte superior da base.

Resultados

A Figura 1 representa o circuito eletrônico montado dentro da caixa de madeira.

Figura 1 - Circuito eletrônico do Medidor Digital.

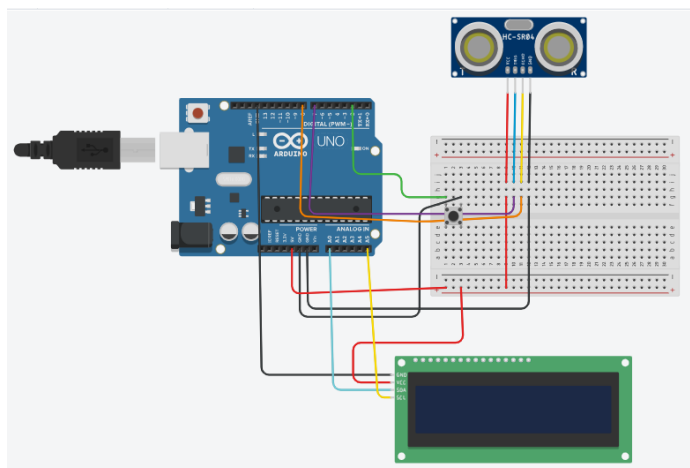


Fonte: Elaborado pelos autores.

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

A Figura 2 apresenta o diagrama elétrico feito no software TinkerCad para controlar o sensor ultrassônico e o display OLED com o arduino UNO.

Figura 2 – Diagrama elétrico do sistema, incluindo os principais componentes e conexões.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 3 corresponde ao design externo, já completo. Com o trilho da impressora, o display na parte frontal inferior, o cursor móvel em vermelho e o sensor ultrassônico próximo ao batente fixo.

Figura 3 - Montagem completa do Medidor Digital.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram realizadas algumas alterações nos componentes e na forma de montagem, com o objetivo de melhorar o desempenho do equipamento. Apesar disso, o conceito central foi mantido: desenvolver um sistema de medição preciso, inspirado no funcionamento do paquímetro tradicional, que minimizasse a possibilidade de erro humano na leitura.

Discussão

Foram realizadas algumas medições, de um mesmo objeto, por 3 diferentes instrumentos, e registrados na tabela a seguir:

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

Tabela 1 - Diferenças das medições por diferentes instrumentos.

Instrumento	Medida	Resolução
Esquadro	54 mm	1 mm
Paquímetro	52,28 mm	0,02 mm
Medidor Digital	52,91 mm	0,01 mm

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Como se pode observar na Tabela 1, a precisão dos instrumentos difere por várias razões, incluindo a influência humana, resultando em medições discrepantes da mesma peça. Porém o valor se torna bem mais exato quando usado o medidor digital, pois uma variável de erro é excluída.

Entretanto, o medidor digital não é adequado para a medição de objetos com dimensão menor de 20 mm, pois o sensor ultrassônico não garante precisão nessa faixa; objetos flexíveis, pois estes serão deformados pelo cursor; objetos que não fiquem adequadamente acoplados entre os batentes; e objetos maiores de 400 mm, por exceder os limites físicos do sistema.

Para os valores adquiridos na tabela 1, o medidor não foi calibrado. Em próximas medições, pensa-se em calibrar o equipamento, a fim de registrar e garantir a precisão. Será utilizado um outro equipamento já calibrado e com resolução 10x maior que a do medidor, para se realizar uma comparação entre as medidas e plotar a curva de tolerância do erro.

Conclusão

O desenvolvimento deste equipamento demonstrou a viabilidade de integrar tecnologias acessíveis, como mecanismos de impressora e sensores ultrassônicos, na criação de um sistema de medição preciso e de fácil utilização. A automatização da leitura contribuiu diretamente para a redução de erros humanos, superando limitações comuns dos instrumentos manuais.

As adaptações realizadas ao longo do projeto foram fundamentais para garantir a confiabilidade e o bom desempenho do sistema, evidenciando o potencial da reutilização criativa de componentes já existentes. O resultado é um dispositivo funcional, com aplicação promissora em contextos educacionais e industriais.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho, que era desenvolver um equipamento de medição automatizado inspirado em um paquímetro, foi atingido, pois o equipamento realiza medidas precisas, além de possuir uma ponta fixa, onde o objeto é apoiado e uma ponta móvel, que encosta no objeto para realizar a leitura, como em um paquímetro.

Conclui-se que o projeto atendeu às expectativas do grupo ao entregar uma solução precisa, confiável e economicamente viável, capaz de atender à necessidade por instrumentos de medição automatizados.

Referências

BOHN, Carlos André. Fundamentos de sensores e transdutores. **Revista Científica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC**, Salvador, v. 3, n. 5, p. 45-59, 2013. Disponível em: <https://repositorio.senaibahia.com.br/handle/123456789/42>. Acesso em: 19 jul. 2025.

CHIDVILASINI; KUMAR, Lalith; CHAITANYA; REDDY, Bhuvaneswar; et al. Arduino-based ultrasonic distance measurement and analysis system. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, v. 14, n. 8, 2025. Disponível em: <https://www.ijert.org/arduino-based-ultrasonic-distance-measurement-and-analysis-system>. Acesso em: 27 set. 2025.

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

ELEY METROLOGY. **What are the benefits of industrial automation in metrology?** Disponível em: https://eyley.com/2024/06/28/what-are-the-benefits-of-industrial-automation-in-metrology/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 30 jul. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Guias e Normas Técnicas em Metrologia**. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br>. Acesso em: 30 jul. 2025.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO/IEC 17025 – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories**. Disponível em: <https://www.iso.org/ISO-IEC-17025-testing-and-calibration-laboratories.html>. Acesso em: 27 set. 2025.

PEREIRA, Carlos Alberto. **Metrologia Industrial**. São Paulo: Érica, 2008.

REZENDE, José Cláudio. **Automação Industrial: Controle e Instrumentação**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.