



SISTEMA PARA REGISTRO DE TEMPO EM COMPETIÇÕES ESTUDANTIS DE ROBÓTICA

Leonel, F. M.¹; Fernandes, V. B. S.¹; Freitas, M. G.²; Salles, L. P.^{2,3}

¹ Grupo PET Engenharia Elétrica (PET Elétrica), Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Campus Pampulha, Email: petee.ufmg@gmail.com;

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG, Campus Pampulha

³Tutora do Grupo PET- Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Campus Pampulha;

RESUMO: As competições de robótica desempenham um papel crucial na disseminação desse tema na sociedade, atuando como um meio eficaz para despertar e intensificar o interesse dos estudantes nas áreas de engenharias e tecnologias. Nesse contexto, considerando que muitas dessas competições adotam o tempo como critério classificatório, desenvolver um sistema automático de aferição é imprescindível para garantir a confiabilidade e precisão nas medições de tempo de percurso para robôs em solo. Portanto, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma alternativa para esse sistema, seus componentes, sensores e algoritmos.

Palavras-chave: Aferição de tempo, Competições estudantis, Robótica, Instrumentação.

SYSTEM FOR RECORDING TIME IN STUDENT ROBOTICS COMPETITIONS

ABSTRACT: Robotics competitions play a crucial role in promoting this field within society, serving as an effective means to spark and intensify students' interest in engineering and technology areas. In this context, considering that many of these competitions use time as a classification criterion, developing an automatic timing system is essential to ensure reliability and accuracy in measuring the course time of ground robots. Therefore, this article aims to present an alternative for such a system, including its components, sensors, and algorithms.

Keywords: Time Measurement, Student competitions, Robotics, Sensing.

1. INTRODUÇÃO

Embora ainda distante de muitos ambientes educacionais, o ensino da robótica tem se difundido gradativamente pelas instituições de ensino brasileiras nos últimos anos. Esse crescimento pode ser atribuído a dois principais motivos: a multidisciplinaridade da robótica e a facilidade de adaptação da complexidade dos conceitos ao grau de aprendizado dos estudantes. Com relação à multidisciplinaridade, a robótica possibilita a integração entre diferentes áreas do conhecimento, tais como a matemática, física, eletrônica e programação, como foi concluído por Neto et al. (2015). Relacionado a esse ponto, foi observado por Silva (2018) que essa multidisciplinaridade pode gerar aos alunos novos significados quanto às áreas do conhecimento envolvidas. Ademais, segundo De Souza et al. (2019) o caráter lúdico da robótica possibilita a adaptação do seu ensino em diferentes graus de complexidade, possibilitando sua aplicação tanto no contexto das escolas de ensino fundamental quanto de ensino médio. Ainda neste contexto, vale ressaltar a importância do tema como um elemento motivacional importante nas escolas.

Dessa forma, as competições de robótica desempenham um papel essencial ao estimular o interesse de estudantes e entusiastas nessa área (Dias et al., 2020). Um exemplo disso é a



Competição de Robôs Autônomos (CoRA, 2025), organizada pelo Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais (PETEE UFMG, 2025) (Figura 1), que oferece um ambiente integrador, motivador e desafiador para o desenvolvimento de robôs seguidores de linha. Nessa competição, dividida em categorias conforme a idade do estudante, os robôs devem percorrer trajetos pré-determinados, superando obstáculos no menor tempo possível. A classificação é determinada com base no desempenho ao longo do percurso, considerando tanto o número de desafios vencidos quanto, em caso de empate, o tempo total gasto. Os desafios propostos consideram a complexidade de construção do *hardware* e *software* e o grau de escolaridade dos estudantes envolvidos em uma determinada categoria da competição. Para garantir o registro de avanço de cada desafio e o intervalo de tempo gasto em cada percurso, a CoRA faz uso de sensores que registram a duração temporal, relativa ao início da trajetória, que o robô desenvolve em cada etapa do trajeto.

Figura 1 – Organizadores, colaboradores e alguns participantes da Competição de Robôs Autônomos 2023



Fonte: Elaboração própria.

Diante disso, este artigo apresenta um sistema de aferição de tempo para competições de robótica, garantindo a marcação do tempo em diferentes modalidades. O sistema é composto por módulos sensor/transmissor e *software*. Os módulos sensor/transmissor registram a passagem dos robôs em cada etapa do percurso, enviando os dados a um computador. No computador, um *software* denominado Chronos processa as medições e exibe os resultados em uma interface gráfica. Esta interface gráfica pode ser projetada exibindo os resultados aos espectadores durante o percurso do robô.

Além da medição, processamento e exibição do tempo percorrido em cada etapa, para todos os espectadores (competidores, participantes e convidados) o projeto foi desenvolvido com foco na facilidade de replicação, tornando-o acessível a competições locais. O artigo detalha o funcionamento do sistema, incluindo *hardware*, alternativas para os componentes utilizados, *software* e os resultados obtidos, concluindo com uma análise da eficácia do sistema proposto.

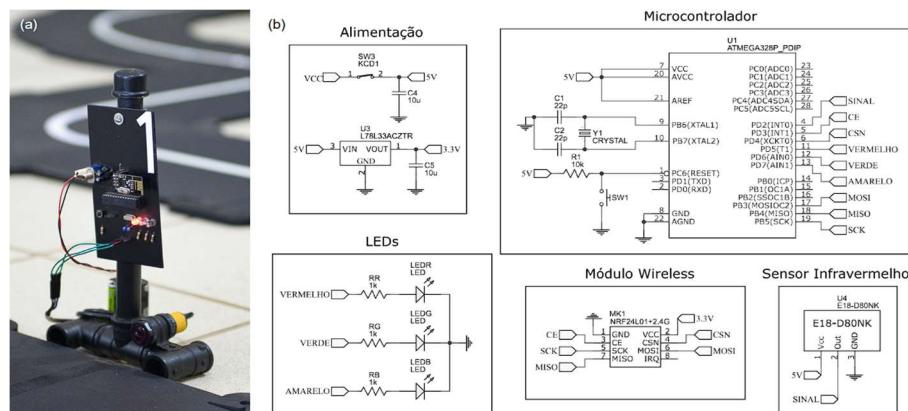
2. METODOLOGIA

A aferição de tempo é essencial para medir a eficiência em diversos contextos, incluindo competições de robótica, onde a precisão na medição do tempo é fundamental para evitar empates e conflitos entre equipes. Para isso, um sistema de sensoriamento para esse tipo de

competição deve ser capaz de detectar a passagem dos robôs e registrar os tempos ao longo do trajeto de maneira confiável. Considerando a relevância das competições de robótica e seus diversos aspectos avaliativos, um sistema de sensoriamento deve ser capaz de atender tanto categorias de arrancada, focadas na velocidade do robô ao percorrer um caminho entre dois pontos, quanto categorias de lógica, que avaliam o tempo que o robô necessita para superar desafios ao longo de um trajeto.

Para resolver o problema na CoRA, foi proposto um sistema composto por módulos de detecção, *HUBs* de comunicação e um *software* de cronômetro. Os detectores registram a passagem dos robôs e enviam os dados aos *HUBs*, que os repassam ao computador, onde o *software* Chronos processa e exibe os dados. O módulo de sensoriamento/transmissão do sistema, Figura 2(a), inclui circuitos de: alimentação (Figura 2(b) - Alimentação), sinalização (Figura 2(b) – LED), detecção de movimento (Figura 2(b) - Sensor de Infravermelho). Processamento (Figura 2(b) - Microcontrolador) e transmissão de dados (Figura 2(b) – Módulo Wireless), montado em uma placa de circuito impresso (PCI). Conforme detalhado na Figura 2(b), o bloco de alimentação mostra o circuito responsável por fornecer energia ao sistema, utilizando uma fonte de 5V que passa por um regulador linear L78L33ACZTR para gerar 3,3V, tensão necessária para alimentar o módulo wireless, e capacitores responsáveis pela estabilização da tensão. O bloco do microcontrolador apresenta o ATmega328P, componente central do sistema, responsável por processar os sinais recebidos, controlar os LEDs e gerenciar a comunicação com o módulo wireless. O bloco dos LEDs é composto por três unidades desse componente, cada um associado a um resistor limitador de corrente. A emissão na cor vermelha indica a ausência de detecção, a verde confirma a passagem do robô e a amarela sinaliza uma falha no sistema. Já o bloco do módulo wireless representa o NRF24L01, encarregado da transmissão dos dados para o *HUB* de comunicação. Por fim, o bloco do sensor infravermelho mostra o E18-D80NK, sensor responsável por detectar a passagem do robô e enviar o sinal correspondente ao microcontrolador.

Figura 2 - (a) Módulo de sensoriamento/transmissão; (b) Esquemático do circuito do módulo de sensoriamento/transmissão.

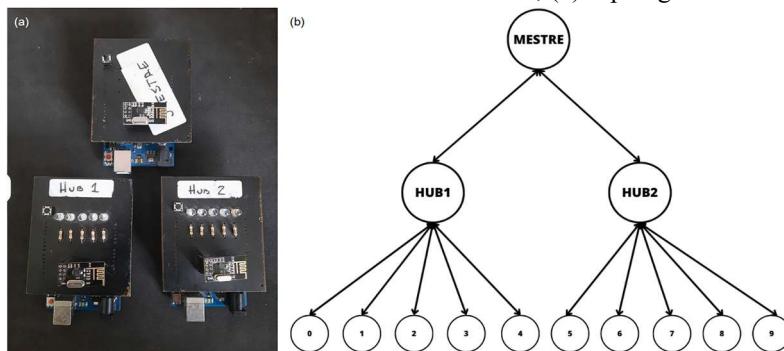


Fonte: Elaboração própria.

A comunicação do sistema ocorre sem fio, utilizando módulos NRF24L01 como pode ser visto na Figura 3(a), que estabelece uma topologia em árvore para a troca de informações conforme o diagrama da Figura 3(b). A comunicação sem fio foi escolhida pois, assim como

observado por Rodrigues et al. (2018), o uso de fios pode gerar transtornos durante a realização do evento. O computador se conecta ao módulo mestre, que recebe dados dos *HUBs* intermediários, responsáveis por repassar os sinais dos sensores. Essa configuração permite a escalabilidade do sistema, podendo aumentar ou reduzir o número de sensores conforme necessário.

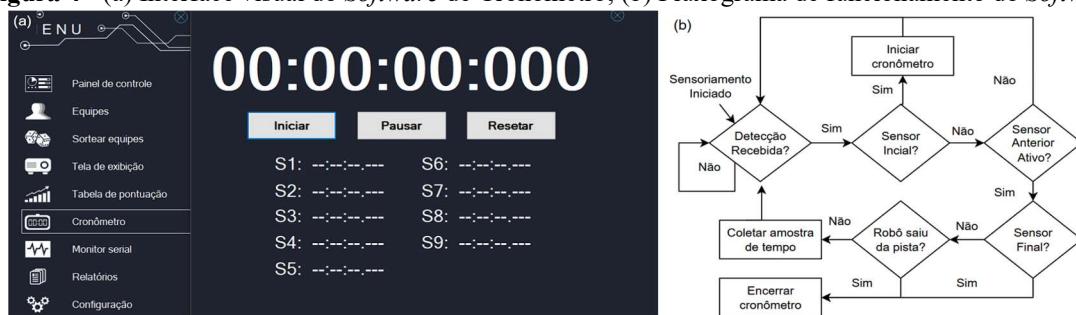
Figura 3 - (a) Módulos de conexão com módulos de sensoriamento; (b) Topologia de conexão dos módulos.



Fonte: Elaboração própria

O Chronos, visto na Figura 4(a), é um *software* desenvolvido em linguagem C Sharp (C#) utilizando a estrutura Windows Forms na plataforma .NET, facilitando a criação de uma interface gráfica simples e intuitiva, que pode ser projetada para visualização coletiva em competições. Seu principal objetivo é processar os dados dos sensores por meio da comunicação entre o módulo mestre e um computador. O *software* opera de forma contínua, aguardando a ativação do sensor inicial para iniciar o cronômetro. Após o início da contagem, o sistema verifica se as detecções ocorrem na sequência correta do trajeto antes de registrar os tempos, prosseguindo até que o sensor final seja acionado e o cronômetro seja encerrado. A Figura 4(b) apresenta o fluxograma de funcionamento do cronômetro, que inicia a contagem ao detectar o sensor inicial e a encerra quando o robô sai da pista ou atinge o sensor final. Cada nova detecção só é validada se o sensor anterior estiver ativo, garantindo a sequência correta do percurso antes de registrar a amostra de tempo.

Figura 4 - (a) Interface visual do *Software* de Cronômetro; (b) Fluxograma de funcionamento do *Software*.



Fonte: Elaboração própria

Além da aferição de tempo, o Chronos possui funcionalidades específicas para competições, como cadastro de equipes, sorteio da ordem de apresentação, exibição das classificações, tabela de pontuação geral e geração de relatórios. A tela de exibição dos

resultados pode ser transmitida para o público, incentivando participantes e espectadores. Já os relatórios servem como comprovação da classificação e base de dados para futuros eventos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

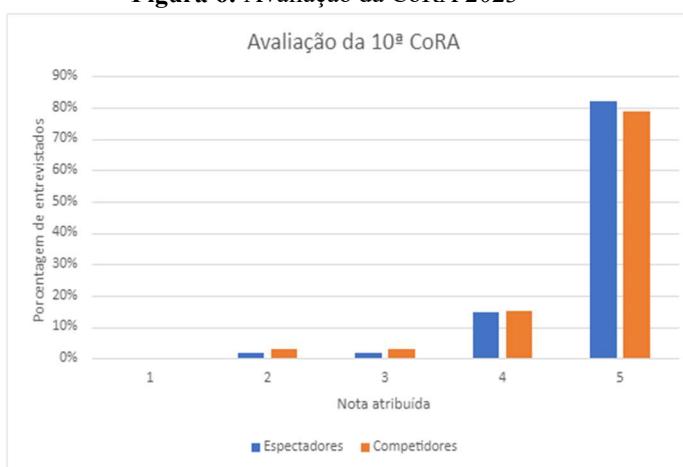
Durante o evento, o sistema foi submetido a condições reais de uso, enfrentando desafios típicos de competições, como variações ambientais e interferências externas. Essa aplicação prática representou uma etapa crucial para comprovar a robustez e confiabilidade do sistema em cenários dinâmicos e exigentes. Ele foi capaz de registrar os tempos dos competidores com precisão, como pode ser visto na Figura 5(a), eliminando ambiguidades, garantindo transparência no processo de classificação e, dessa forma, aumentando a satisfação dos participantes em relação ao evento. Em suma, a aplicação do sistema durante a CoRA 2023 validou sua eficácia técnica e operacional, como evidenciado na Figura 60 cerca de 80% dos presentes, sendo 58 espectadores e 33 competidores, atribuíram nota máxima ao evento. A experiência prática, ilustrada na Figura 5(b), confirmou que o sistema atende aos requisitos fundamentais de confiabilidade exigidos em uma competição, sendo uma solução escalável para competições similares de robótica.

Figura 5: (a) Tela de exibição apresentada ao público (b) Sistema montado durante o evento.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6: Avaliação da CoRA 2023



Fonte: Elaboração própria.

Futuramente, espera-se aprimorar o sistema, melhorando seu desempenho em condições adversas e coletando feedback de competidores e organizadores. Essa otimização, garante que o sistema atenda às demandas de diferentes competições de robótica.



4. CONCLUSÕES

Pelo exposto, é possível concluir que o sistema de sensoriamento para a aferição de tempo em etapas permite uma solução acessível para os interessados em replicar o sistema em competições. A escolha do sensor infravermelho industrial, assim como da fabricação da placa de circuito impresso para compor os módulos de sensoriamento trazem maior confiabilidade ao projeto. Quanto ao *software* Chronos, empregado na competição revelou-se versátil, apresentando uma interface de usuário simples e funcional.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Educação Tutorial, Ministério da Educação (MEC), à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), à Escola de Engenharia da UFMG, à Fundação Christiano Ottoni, ao Colegiado de Engenharia Elétrica por fomentar estes projetos e aos colaboradores: Caio Teraoka de Menezes Câmara, Lucas Jose de Souza Oliveira, Gustavo Alves Dourado e Alexandre Augusto Leal Martins.

6. REFERÊNCIAS

1. NETO, R. P. B.; SANTANA, A. M.; ROCHA, D. P.; SOUZA, A. A. S. Robótica na Educação: Uma Revisão Sistemática dos Últimos 10 Anos. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), v. 26, n. 1, p. 386, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.386>. Acesso em: 22 fev. 2025.
2. SILVA, H. F. da. Robótica educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
3. DE SOUZA, A. H. G.; PINHEIRO, A. M. C.; MORAES, A. A. C.; DOS SANTOS, D. M. G.; ZAGO, G. M. P.; OLIVEIRA, S. C. de; MENDES, V. F. Metodologias de Ensino Aplicadas à Robótica Educacional. 14º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente - SBAI, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/sbai-2019-111415>. Acesso em: 22 fev. 2025.
4. DIAS, I. J.; CRUZ, J. V. C.; OLIVEIRA, S. C. de; MORATO, T. A.; BONFIN, T. M.; FETTER, V. B.; SALLES, L. P. Estratégias para realização de competições locais de robótica. XXIII Congresso Brasileiro de Automática, v. 2, p. 1203, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.48011/asba.v2i1.1203>. Acesso em: 22 fev. 2025.
5. Competição de Robôs Autônomos (CoRA). Disponível em: <http://cora.cpdee.ufmg.br/>. Acesso em: 15 mar. 2025.
6. Programa de Educação Tutorial (PET). Disponível em: <http://www.petee.cpdee.ufmg.br/>. Acesso em: 15 mar. 2025.
7. RODRIGUES, T. S.; FERNANDES, I. G. S.; OLIVEIRA, F. A. C.; OLIVEIRA, S. R. J. Implementação de uma rede de sensores sem fio no Torneio Universitário de Robótica. XVI Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, 2018.