



Robô Modular SMARS: uma plataforma didática para o ensino de Mecatrônica

Vitor Gregorio da Costa Gomes¹ | vitor.g22@aluno.ifsc.edu.brVitor Farias de Borba | vitor.borba@ifsc.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a evolução de um Robô Modular baseado no modelo SMARS, consolidando-o como uma plataforma pedagógica multifacetada para o ensino de Engenharia e Técnico em Mecatrônica no IFSC. Concebido para mitigar a evasão estudantil ao conectar teoria e prática, o projeto articula manufatura aditiva, eletrônica embarcada e programação. O robô executa tarefas de navegação autônoma com sensor ultrassônico, desenho vetorial via braço articulado e manipulação de objetos com módulos intercambiáveis de pá e empilhadeira, simulando operações de logística. Sua versatilidade é ampliada por múltiplos paradigmas de controle: infravermelho (IR), rádio frequência (NRF24L01) com uma luva interativa baseada em giroscópio (MPU6050), e, notavelmente, uma implementação avançada com ESP32-CAM, que viabiliza teleoperação por Wi-Fi com transmissão de vídeo em tempo real. Esta última vertente insere o projeto no contexto da Internet das Coisas (IoT) e da Indústria 4.0, confirmando a viabilidade da plataforma como uma ferramenta educacional de baixo custo, flexível e alinhada às demandas tecnológicas contemporâneas.

Palavras-chave: robótica educacional; mecatrônica; manufatura aditiva, plataforma didática; internet das coisas (IoT).

1 INTRODUÇÃO

De acordo com pesquisas como a realizada pela CNI (Confederação Nacional da Indústria), uma das principais causas para a evasão nos cursos de Engenharia tem sido associada, em grande parte, à dificuldade dos estudantes em visualizar a aplicação prática dos conceitos teóricos abordados em sala de aula. Para enfrentar esse desafio, este projeto desenvolveu uma adaptação do robô SMARS, amplamente difundido na comunidade maker, transformando-o em uma ferramenta de apoio didático com custo reduzido em relação ao projeto original.

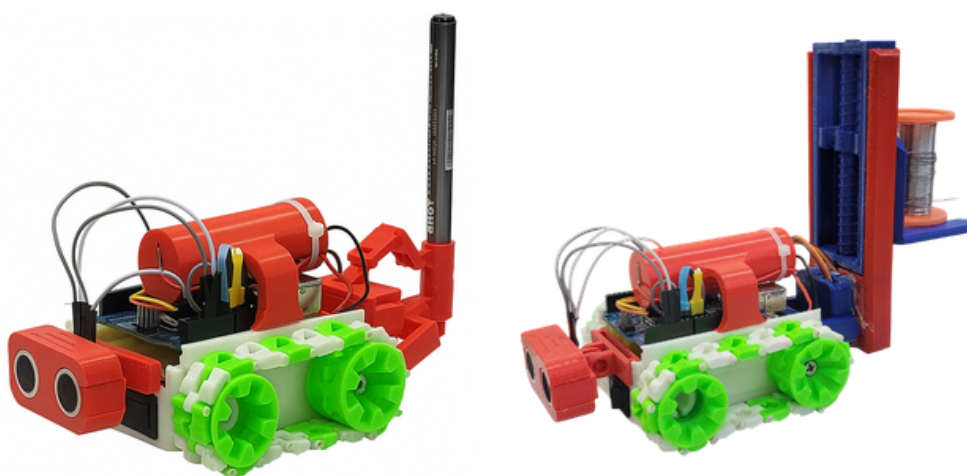
O Robô Modular SMARS foi idealizado para atuar como elo entre teoria e prática, permitindo que os alunos explorem fundamentos de eletrônica, programação, controle de motores e sensores de forma interativa. Além disso, sua estrutura modular incentiva a experimentação e a criatividade, favorecendo atividades de extensão e oficinas abertas à comunidade, em linha com o compromisso do IFSC com a democratização do conhecimento tecnológico.



2 MÉTODO

A estrutura mecânica, projetada em CAD e fabricada por impressão 3D, utiliza um sistema de encaixe que dispensa parafusos, garantindo montagem ágil e robustez. O módulo de movimentação principal conta com o movimento por esteiras e controle pré-programado ou por IR através do módulo NRF24L01 e um controle, e abriga a maior das alterações em relação ao projeto original, a alteração dos motores N20 originais por modelos de motor DC com redução acoplada, embora maiores custem cerca de 12 vezes menos e são mais facilmente encontrados. Foram desenvolvidos módulos de suporte a sensores ultrassônico, infravermelho e de cor, braço de desenho com servo motor SG90, pá de carregamento e um módulo de empilhadeira. Este atuador, também controlado por um servo motor, possui um mecanismo de garfo que permite a elevação vertical precisa de pequenas cargas, possibilitando a criação de desafios didáticos mais complexos que envolvem não apenas o transporte, mas também o empilhamento e a organização de objetos, espelhando processos de automação em armazéns. Abaixo podem ser observados alguns dos módulos desenvolvidos.

Figura 1: Módulo braço com caneta para desenho e módulo empilhadeira



Fonte: Autoria própria.

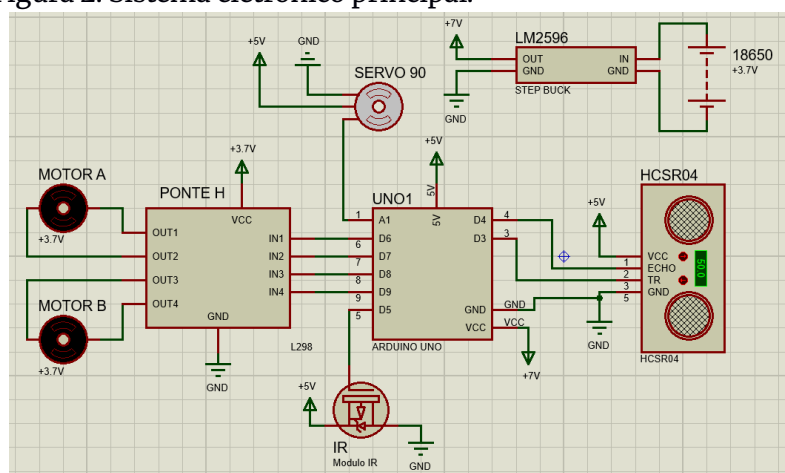
2.1 Arquitetura Eletrônica

A arquitetura base do sistema utiliza um Arduino UNO como unidade central de processamento, que gerencia os motores DC através de uma ponte H L298N. A alimentação é provida por uma bateria de lítio 18650, cuja tensão de 3,7V é elevada para

aproximadamente 7V por um conversor step-up MT3608 para alimentar o pino VIN do Arduino e a ponte H. O projeto conta circuito de carga da bateria USB embutido.

Como uma evolução significativa, foi desenvolvida uma arquitetura alternativa baseada no microcontrolador ESP32-CAM. Este componente substitui o conjunto Arduino UNO e o módulo de rádio NRF24L01, oferecendo uma solução mais integrada e poderosa. O ESP32-CAM possui conectividade Wi-Fi e Bluetooth nativas e uma câmera embarcada. Essa substituição não apenas reduz a complexidade do hardware, mas eleva o potencial do projeto, permitindo o processamento local de informações, a comunicação direta com redes TCP/IP e o envio de imagens.

Figura 2: Sistema eletrônico principal.



Fonte: Proteus 8

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

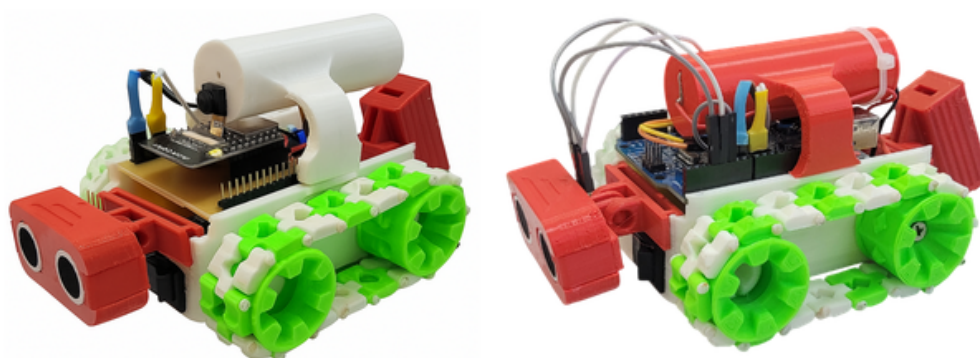
Os resultados do projeto confirmaram tanto a funcionalidade mecânica da plataforma quanto sua expansão para novas tecnologias pedagógicas.

- **Validação Mecânica:** Os testes com os módulos, como o braço e a empilhadeira, foram bem-sucedidos. O robô conseguiu manipular pequenas cargas com precisão satisfatória, validando seu uso em atividades que simulam tarefas industriais. Isso permite que os estudantes apliquem na prática, de forma engajadora, conceitos de cinemática, controle de atuadores e lógica de programação.
- **Expansão para IoT com ESP32-CAM:** A implementação de um protótipo funcional com a ESP32-CAM já é um resultado significativo. Foi comprovada a capacidade de estabelecer uma transmissão de vídeo e um sistema de controle via Wi-Fi. O maior ganho desta versão é o potencial didático que ela oferece, permitindo que os alunos aprendam sobre tecnologias de rede e interfaces.



Em suma, a introdução da ESP32-CAM eleva o robô de uma simples plataforma de automação para um sistema ciber-físico de baixo custo, alinhado às tendências da Indústria 4.0 e abrindo caminho para futuras explorações em visão computacional e inteligência artificial.

Figura 3: Comparação com arduino e com módulo ESP32 cam, ambos com módulo seguidor de linha.



Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Robô Modular SMARS transcende sua concepção inicial, consolidando-se como um ecossistema de aprendizado em constante evolução. As implementações do módulo empilhadeira e, principalmente, da arquitetura baseada em ESP32-CAM, validam a flexibilidade da plataforma e sua capacidade de se adaptar para incorporar tecnologias emergentes. O projeto não apenas cumpre seu objetivo de reduzir a lacuna entre teoria e prática, mas agora também serve como uma introdução tangível aos pilares da Indústria 4.0 e da IoT. Como perspectivas futuras, a existência de uma plataforma com vídeo embarcado abre caminho para a exploração de algoritmos de inteligência artificial, como o reconhecimento de cores, a leitura de QR Codes ou o seguimento de objetos, executados diretamente na ESP32, potencializando ainda mais o seu uso em projetos de pesquisa e extensão.

REFERÊNCIAS

HOMAS, Kevin. *What is SMARS*. SMARSFan. Disponível em:

https://www.smarsfan.com/about/what_is_smars Acesso em: 13 out. 2025.

MCALÉER, Kevin. *Screwless Modular Assembleable Robotic System (SMARS)*. Repositório no GitHub. Disponível em: <https://github.com/kevinmcaleer/smars> Acesso em: 13 out. 2025.