

Desenvolvimento de um novo sistema de controle de tração para veículos elétricos baseado em microprocessadores ARM Cortex-M e no padrão SAE Internacional

Ryan Fellipe Silva Costa

Prof. Dr. Pedro de Oliveira Conceição Junior

Escola de Engenharia de São Carlos/Departamento de Engenharia Elétrica/Universidade de São Paulo

ryanfellipe2001@usp.br

Objetivos

O objetivo deste projeto foi desenvolver um sistema de controle de tração para um veículo elétrico de Fórmula SAE[1], utilizando microprocessadores ARM Cortex-M. As principais metas incluíram a otimização de métodos de aquisição de dados, o aprimoramento do processamento em sistemas de baixo custo, a compatibilidade com a comunicação CAN(Contoller Area Network) e o desenvolvimento de um circuito eletrônico compacto adequado para instalação em veículos.

Métodos e Procedimentos

Na primeira fase, foram projetadas 2 placas de circuito impresso (PCBs) utilizando o software Altium Designer. A escolha de 2 placas foi com o objetivo de melhorar a performance do sistema[2], fazendo uma responsável pela coleta de dados dos sensores(DCU) e outra responsável pelo controle dos motores(MCU) através desses dados obtidos, como representado no diagrama da Figura 1 . As placas incluíam microcontroladores STM32F103C8T6, transceptores CAN e outros componentes, que foram soldados e testados em um laboratório da equipe EESC-USP Tupã para garantir a integridade da montagem.

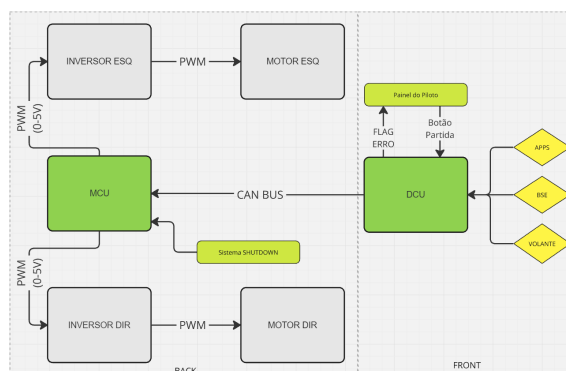


Figura 1: Diagrama do Sistema

Os microcontroladores foram programados através da plataforma STM32Cube IDE[3], configurando a comunicação CAN[4] e desenvolvendo algoritmos para o controle dos motores de corrente contínua sem escovas (BLDC). Um protótipo em bancada foi utilizado para simular o funcionamento do sistema, garantindo que o microcontrolador nas placas lesse corretamente os dados dos sensores e transmitisse comandos para os motores. Após a validação, o sistema foi integrado ao veículo de Fórmula SAE Elétrico e as PCBs foram conectadas ao chicote elétrico. Testes dinâmicos em diferentes tipos de prova monitoram o desempenho do controle de tração, a resposta dos sensores e a eficácia da comunicação entre os módulos.

Resultados

Os testes demonstraram que os circuitos eletrônicos apresentados na Figura 2 e a comunicação CAN foram robustos e eficazes, garantindo a transmissão confiável de dados entre sensores, microcontroladores e atuadores.

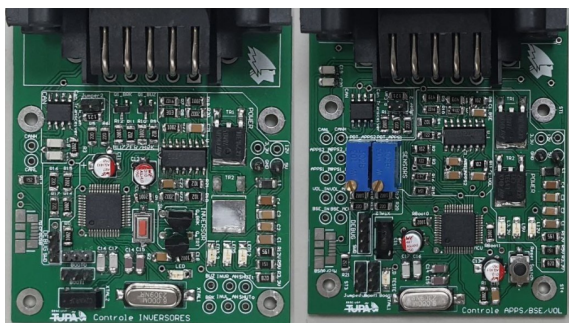


Figura 2: Placas Eletrônicas Desenvolvidas
O sistema foi capaz de ajustar a velocidade e o torque dos motores BLDC em tempo real, em resposta às entradas dos sensores e às condições de direção. Durante os testes dinâmicos, os sensores mostraram precisão e consistência na coleta de dados, confirmando a eficácia do sistema de aquisição dos dados e controle dos motores elétricos do protótipo de fórmula SAE. Os dados obtidos na bateria de testes dinâmicos estão apresentados na Figura 3.

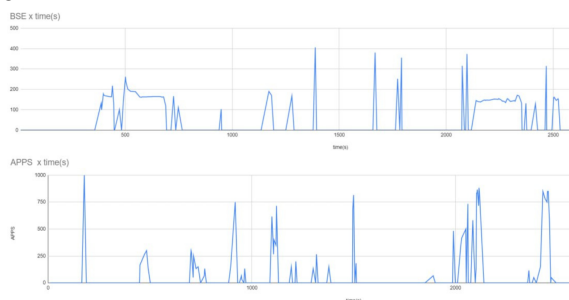


Figura 3: Dados dos sensores nos testes dinâmicos

O sistema foi aprovado na inspeção técnica da competição Fórmula SAE 2024, recebendo uma pontuação 27,3/30 na apresentação do projeto de eletrônica, refletindo conformidade com as normas da competição e o sucesso no atendimento aos critérios técnicos e de design exigidos.

Conclusões

O projeto teve sucesso em desenvolver um sistema de controle eficiente para um veículo de Fórmula SAE elétrico, demonstrando a robustez dos circuitos eletrônicos projetados e eficácia na aquisição de dados, na comunicação CAN e no controle dos motores BLDC. A utilização dos filtros ativos não conseguiu ser comprovadamente eficaz. O projeto contribuiu para o avanço de tecnologias sustentáveis no setor automotivo, alinhadas com as demandas da mobilidade elétrica.

Agradecimentos

Reconheço e agradeço especialmente à equipe EESC-USP Tupã e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo ao desenvolvimento científico, sem os quais este progresso não teria sido possível.

Referências

- [1] OLIVEIRA, G. L. d. **Desenvolvimento do sistema eletrônico de um veículo do tipo formula student elétrico baseado nas regras da fórmula sae**. 2020.
- [2] AZEVEDO, V. W. G.; BARROS, J. D. **Distributed parallel computing with low-cost microcontrollers for high-performance electric vehicles**. In: IEEE. 2015 Euromicro Conference on Digital System Design. [S.l.], 2015. p. 104–110.
- [3] ST. **STM32 Ecosystem for Motor Control**. [S.l.], 2023. Disponível em: https://www.st.com/content/st_com/en/ecosystems/stm32-motor-control-ecosystem.html
- [4] CORRIGAN, S. **Introduction to the Controller Area Network (CAN)**. [S.l.], 2016. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/an/sloa101b/sloa101b.pdf>.