

## “DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE BATERIAS PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS DE ACORDO COM O PADRÃO SAE INTERNACIONAL”

Rafael Moura Zampirolli

Prof. Dr. Pedro de Oliveira Conceição Junior

Universidade de São Paulo (USP)

zampirolli@usp.br

### Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo de gerenciamento de baterias (BMS) para um carro elétrico de *Fórmula Student* no padrão SAE Internacional. O dispositivo será desenvolvido utilizando a ferramenta *Altium Designer* e os componentes BQ79616 (placa de sensoreamento) e STM32G4A1CET6 (placa de controle). O desenvolvimento do dispositivo foi feito com foco na compatibilidade com o carro protótipo T-09 da equipe EESC-USP Tupã com o objetivo de substituir o modelo comercial Orion BMS utilizado até o momento.

### Métodos e Procedimentos

Para a Competição de 2025, a equipe desenvolveu o acumulador representado na Figura 1 abaixo:

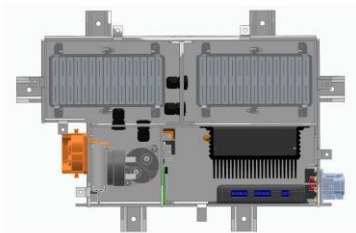


Figura 1: Acumulador desenvolvido pela equipe

Na figura 1, observam-se 4 compartimentos, sendo 2 deles, compartimentos para os conjuntos de 15 células de íon lítio, outro compartimento para fusível geral e relés de isolamento e o último para os componentes eletrônicos, sendo o BMS atual localizado nesse último compartimento.

Portanto, para o projeto, será utilizada uma topologia descentralizada, sendo formado de 3 placas, duas placas de sensoreamento e uma de controle. As placas de sensoreamento localizadas no topo dos conjuntos de células, embarcam o CI BQ79616 que é responsável por adquirir os dados de temperatura e tensão de todas as células dos conjuntos, sendo capaz de enviar um sinal de erro caso esses parâmetros indiquem um cenário perigoso sendo que esse sinal de erro é capaz de desligar o carro. Já a placa de controle localizada no compartimento dos componentes eletrônicos é responsável por adquirir os dados das placas de sensoreamento e, assim, monitorar o estado de funcionamento do pack de baterias, podendo calcular parâmetros como estado de carga (SoC) e estado de saúde (SoH) das células. A topologia descrita do BMS projetado pode ser conferida na Figura 2 abaixo:

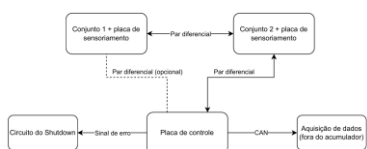


Figura 2: Topologia do BMS projetado

Ambas as placas foram desenvolvidas utilizando o software Altium Designer.

Sabendo que um dos objetivos do projeto é que o dispositivo desenvolvido seja compatível com o projeto do acumulador do T-09, a placa de sensoramento foi dividida em duas placas que são conectadas em pilha, sendo a placa de baixo responsável pela conexão física das células de bateria e da proteção dos sinais de tensão através de fusíveis, semelhante com a placa utilizada em projetos anteriores. Tal placa também é compatível com o Orion BMS. A placa de cima embarca o CI BQ79616 e realiza a comunicação com a placa de controle. A conexão entre as placas é feita através de conectores *Board-to-Board*.

## Resultados

Após analisar as possibilidades de projeto do BMS, foram desenvolvidas as placas seguindo as especificações descritas acima, garantindo modularidade e maior adaptabilidade ao projeto do protótipo. A Figura 3 mostra a placa de sensoramento desenvolvida utilizando a estratégia de empilhamento das duas placas

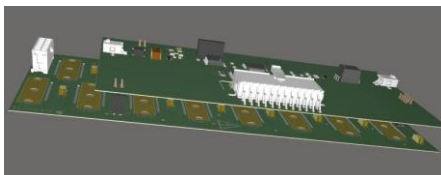


Figura 3: Placa de sensoramento desenvolvida

Para conseguir realizar o monitoramento da temperatura de todas as células (15 por conjunto) com apenas 8 GPIOs presentes no CI BQ79616, foram utilizados 4 multiplexadores que passam para 4 portas GPIO todos os 16

sinais dos termistores e outras duas portas são utilizadas para selecionar as entradas dos multiplexadores. A Figura 4 apresenta a lógica utilizada.

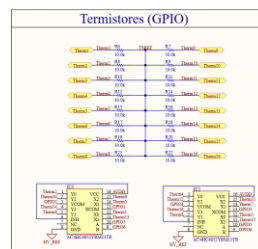


Figura 4: Lógica para aquisição de dados dos termistores

Como as placas desenvolvidas não requerem o uso de dissipador de calor, além de ser um projeto modular, o BMS é mais leve que o Orion BMS, ajudando a otimizar o projeto do acumulador desenvolvido pela equipe.

## Conclusões

O dispositivo desenvolvido foi capaz de atender os objetivos de projeto, sendo um dispositivo modular e compatível com o projeto já desenvolvido com a equipe, aumentando as possibilidades para o projeto do acumulador da equipe.

Contudo, apesar de haver um hardware funcional, existem muitas melhoras no firmware que devem ser feitas para realizar o cálculo de SoC e SoH de maneira mais confiável.

## Referências

1. WISCONSIN RACING 223E ELECTRICAL DESIGNS. 2023. Disponível em: <https://www.wisconsinracing.org/wp-content/uploads/2024/05/Release-of-223E-Electrical-Designs.pdf>
2. TEXAS INSTRUMENTS. User's Guide BQ79616-Q1, BQ75614-Q1, and BQ79656-Q1 Evaluation Modules. [S.l.], 2019. SLUUC37C.