



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FÓRMULA TESLA



Relatório: IsoCAN

Segunda Versão

Autores:

Maria Fernanda Maciel Ricardo

Letícia Ferreira Leandro

Belo Horizonte

2025

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
ECU	Electronic Control Unit (Unidade de Controle Eletrônico)
SU-F	Safety Unit - Freios
BSPD	Brake System Plausibility Device
APPS	Accelerator Pedal Position Sensor (Sensor de posição do pedal do acelerador)
AmpOp	Amplificador operacional
GND	Ground
BMS	Battery Management System (Sistema gerenciador das baterias)
CAN	Controller Area Network
SPI	Serial Peripheral Interface
I^2C	Inter-Integrated Circuit
CA	Controle de Arrancada
VT	Vetorização de Torque
RTD	Ready to Drive (Pronto para Pilotar)
RTDS	Ready to Drive Sound (Som de Pronto para Pilotar)
RTOS	Real-time operating system (Sistema operacional de tempo-real)
OEM	Original Equipment Manufacturer (Fabricante do equipamento original)
TS	Tractive System
GLV	Grounded Low Voltage
FPU	Floating-point unit
ADC	Analog-to-digital converter (Conversor analógico-digital)
IMU	Inertial measurement unit (Unidade de medição inercial)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A Unidade de Controle Eletrônico (ECU) é a placa responsável por controlar o torque dos dois motores elétricos a partir de inversores de frequência. A ECU se comunica com os inversores através de um barramento CAN exclusivo.

Nas antigas versões da ECU o circuito do terminal CAN manteve-se conectado diretamente aos inversores, dessa forma, era parte do *Tractive System* (TS). Como, por regulamento, todos os componentes do carro que têm contato com o TS devem ficar atrás do *firewall* do carro, trouxe dificuldades para o manejo de espaço físico em decorrência da grande quantidade de chicote conectado a ECU e da pouca visibilidade e difícil acesso ao compartimento eletrônico, onde a ECU está atualmente localizada.

Para solucionar esses problemas, foi idealizado o projeto IsoCAN, que tem como função principal isolar o barramento do protocolo de comunicação CAN de alta tensão entre a ECU e os inversores. Dessa forma, deve otimizar o espaço no compartimento eletrônico do carro, diminuir a interferência eletromagnética, problema que enfrentamos muito ao longo dos anos, e contribuir para a diminuição do chicote. Essa mudança trará mais segurança e integridade para os componentes eletrônicos, diminuição dos travamentos da ECU e, além disso, mais conforto para os membros no processo de Debug da placa.

A idealização do projeto da IsoCAN é de longa data, já que anteriormente era um projeto de Chicote, mas no começo da temporada de 2024/2025 passou a ser de controle. A placa criada se baseou numa placa desenvolvida pela *Texas Instruments*, chamada *TIDA-01487*, que é um *Isolated CAN Flexible Data Rate Repeater Reference Design* (em tradução livre: Projeto de Referência de Repetidor de Taxa de Dados Flexível Isolado). Este projeto de referência de repetidor CAN FD isolado adiciona isolamento elétrico entre dois segmentos de barramento CAN. Os CAN frames em cada lado do segmento de barramento são repetidos para o outro lado.

2 BIBLIOGRAFIA

Logo abaixo estão indicados todos os arquivos utilizados na etapa de pesquisa do projeto e uma explicitação dos seus conteúdos.

2.1 Protocolo CAN

- SOUZA, Paulo Vítor de. *Estudo e Elaboração de uma Rede CAN para Aplicação em um Sistema Automotivo*. Divinópolis: CEFET-MG, 2019. Disponível em: <https://www.eng-mecatronica.divinopolis.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/195/2019/12/Paulo-V%C3%ADtor-de-Souza1.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

Aborda a concepção e implementação de uma rede CAN para uso em sistemas automotivos. Apresenta os fundamentos do protocolo CAN, as tecnologias de física de camada e as técnicas de medição de tempo, e descreve a implementação prática da rede em ambiente veicular, incluindo testes de comunicação, análise de erros e ajustes necessários para garantir confiabilidade e integridade dos dados.

- NASCIMENTO, L. de C. *Protocolo de comunicação CAN e suas aplicações na indústria automobilística*. Itatiba, 2006. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) — Universidade São Francisco, 2006. Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1598.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

Explica o funcionamento do protocolo CAN, sua estrutura física e lógica, e as vantagens em aplicações automotivas. Aborda a troca de dados entre módulos eletrônicos de um veículo e destaca os benefícios de confiabilidade, velocidade e redução de cabos.

- BARBOSA, Luiz Roberto Guimarães. *Rede CAN*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/rede-can-10-pdf-free.html>. Acesso em: 6 out. 2025.

Apresenta os fundamentos teóricos da rede CAN, incluindo histórico, camadas do protocolo, estrutura dos quadros de dados, arbitragem, verificação de erros e níveis físico e de enlace. Explica o funcionamento elétrico e lógico do barramento e suas aplicações em veículos e sistemas industriais.

2.2 Projeto de referência TIDA-01487 (TI)

- MAUER, Thomas. ***Isolated CAN FD Repeater Reference Design (Rev. A)***. Dallas: Texas Instruments Incorporated, 2017. Revisado em abr. 2018. Disponível em: <https://www.ti.com/tool/TIDA-01487>. Acesso em: 6 out. 2025.

Apresenta o projeto de um repetidor CAN FD isolado, com foco em sistemas automotivos e industriais. Descreve o princípio de funcionamento, o esquema do circuito, considerações de layout de PCB e resultados de testes de desempenho. O projeto utiliza componentes da Texas Instruments para demonstrar isolamento galvânico e alta imunidade a ruídos eletromagnéticos.

- TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. ***TIDA-01487 BOM (Rev. A)***. Dallas: Texas Instruments, 2018. Disponível em: <https://www.ti.com/tool/TIDA-01487>. Acesso em: 6 out. 2025.

Apresenta a Bill of Materials (BOM) do projeto TIDA-01487, listando todos os componentes utilizados (resistores, capacitores, diodos, circuitos integrados e conectores) com suas especificações, fabricantes e códigos de referência.

- MAUER, Thomas. ***TIDA-01487 Schematic and Block Diagram (Rev. A)***. Dallas: Texas Instruments, 2017. Revisado em mar. 2018. Disponível em: <https://www.ti.com/tool/TIDA-01487>. Acesso em: 6 out. 2025.

Contém os diagramas elétricos e de blocos do projeto TIDA-01487. O arquivo detalha todas as conexões entre os módulos do repetidor CAN FD, os componentes principais e o fluxo de sinal.

2.3 ECU e Projeto IsoCAN 2025

- TELLES, Felipe. ***Relatório ECU 3.1***. Belo Horizonte: Tesla UFMG, 2022. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1t6ggPlPl4_9SJGHYuEPixJFTBWkUa3P5/view. Acesso em: 6 out. 2025.

Relatório técnico que documenta o desenvolvimento da ECU 3.1. Descreve a arquitetura de hardware, dimensionamento dos circuitos, protocolos de comunicação, além de testes e problemas encontrados.

- TELLES, Felipe; FERREIRA, Hyan Carvalhido; LEANDRO, Letícia Ferreira. ***Relatório ECU Iso-CAN***. Jan. 2025. Relatório técnico interno. Disponível em: <https://docs.google>.

com/document/d/1aM6-yjwk19k6RZ-6qEqv3EnGpGOY4zd0nhwuVVRVSbs/edit?tab=t.0. Acesso em: 6 out. 2025.

Documenta o desenvolvimento e os testes da ECU IsoCAN. Descreve a arquitetura de hardware, os circuitos utilizados, as estratégias de isolamento, os cronogramas de execução, resultados parciais de testes e as recomendações para melhorias futuras da placa.

- FERREIRA, Hyan Carvalhido; LEANDRO, Letícia Ferreira. **Relatório bibliografia e metodologia ECU ISO-CAN**. 31 out. 2024. Relatório técnico interno. Disponível em: https://docs.google.com/document/d/1Ew8D81tPBSXz3-KE_76VmYSTDrITNRpK70jUHvVGcbw/edit?tab=t.0. Acesso em: 6 out. 2025.

Documenta a revisão bibliográfica e a metodologia usada no desenvolvimento da ECU IsoCAN 2025. Descreve melhorias em relação às versões anteriores (ECU 3.1 e 3.2), ajustes de componentes, testes e validações. Inclui também as principais referências técnicas e datasheets usados no projeto.

- *BOM ISO-CAN Review*. Belo Horizonte: Tesla UFMG, 2025. Revisado em 10 set. 2025. Lista de materiais (Bill of Materials) do projeto ECU Iso-CAN.

Apresenta a Bill of Materials (BOM) do projeto IsoCAN 2025, listando todos os componentes utilizados (resistores, capacitores, circuitos integrados e conectores) com suas especificações, fabricantes e códigos de referência.

3 HISTÓRICO DE VERSÕES

Data	Versão	Autor	Descrição
18/10/2025	Primeira versão	Maria Fernanda	
18/12/2025	Primeira versão	Letícia Ferreira	
08/11/2025	Segunda versão	Maria Fernanda	Adição dos p
08/11/2025	Segunda versão	Letícia Ferreira	Adição dos p

