

Sistema de GPS - Fórmula SAE

Documentação Técnica e Legado de Desenvolvimento

Gustavo Pavanelli
Análise de Dados

9 de janeiro de 2026
Versão 1.0

Resumo

Este documento detalha o desenvolvimento, hardware, firmware e operação do GPS desenvolvido para a equipe Apuama Racing. O objetivo é servir como guia de manutenção e base para futuras iterações do projeto.

Sumário

1	Introdução e Motivação	2
1.1	Contexto do Projeto	2
1.2	Objetivos	2
1.3	Escopo e Funcionalidades	2
2	Hardware e Eletrônica	4
2.1	Lista de Materiais (BOM) e Custos	4
2.2	Diagrama de Conexões (Pinout)	4
2.3	Decisões de Design de Hardware	5
2.3.1	Por que o microcontrolador MSP-EXP430F5529LP?	5
2.3.2	Por que o módulo GNSS G10A?	5
2.3.3	Por que o conversor DC-DC LM2596	6
3	Firmware e Lógica de Operação	7
3.1	Arquitetura do Código	7
3.1.1	Cronômetro Acceleration	7
3.1.2	Plotador de Traçado	7
3.2	Explicação das Configurações Atuais	7
3.3	Mapas de Memória / Variáveis Chave	7
4	Histórico de Desenvolvimento e Tentativas	8
4.1	Ideias Iniciais e Prototipagem	8
4.2	O que deu errado (Lições Aprendidas)	8
4.3	Evolução das Versões	8
5	Manutenção e Expansão	9
5.1	Ambiente de Desenvolvimento	9
5.2	Como Adicionar Novas Configurações	9
6	Manual de Uso (Pista)	10
6.1	Procedimento de Ligação (Start-up)	10
6.2	Interpretação dos LEDs/Display	10
6.3	Troubleshooting Rápido (Pista)	10
7	Conclusão e Próximos Passos	11
A	Datasheets Relevantes	12
B	Esquemáticos Completos	13

Capítulo 1

Introdução e Motivação

1.1 Contexto do Projeto

A equipe Apuama Racing identificou uma lacuna crítica na aquisição de dados durante os testes dinâmicos. As soluções comerciais de telemetria e cronometragem possuem custo elevado e, muitas vezes, são sistemas "caixa-preta", dificultando a integração com outros dados do veículo.

A motivação para este projeto surge da necessidade de:

- Obter dados confiáveis de tempo de volta e aceleração sem depender de cronometragem manual;
- Registrar a quilometragem real do veículo para planos de manutenção preventiva;
- Criar uma base de conhecimento interna sobre sistemas embarcados e GPS.

1.2 Objetivos

O objetivo principal é desenvolver um módulo GPS proprietário, de baixo custo e alta configurabilidade. Diferente de rastreadores comerciais genéricos, este dispositivo visa:

1. **Flexibilidade:** Permitir alterações no firmware para diferentes tipos de prova (ex: focar em precisão para o *Acceleration* ou em *logging* de longa duração para o *Enduro*);
2. **Integração:** Comunicar-se futuramente com a ECU (FuelTech) e outros nós da rede do carro;
3. **Legado:** Servir como plataforma de aprendizado para novos membros de eletrônica e computação.

1.3 Escopo e Funcionalidades

Este documento contempla tanto as funcionalidades já implementadas quanto o *roadmap* de desenvolvimento futuro. O sistema foi projetado para atender aos seguintes requisitos:

Funcionalidades Atuais e em Teste:

- Cronometragem autônoma de simulações da prova *Acceleration* (0-75m);
- Registro de coordenadas para plotagem de traçado (pós-processamento);

Funcionalidades Planejadas (Roadmap):

- Hodômetro acumulativo (distância total percorrida pelo chassi);
- Integração via CAN/Serial com FuelTech para correlação de dados;
- Unificação dos códigos em um único firmware selecionável por botões ou menu.



Capítulo 2

Hardware e Eletrônica

2.1 Lista de Materiais (BOM) e Custos

Tabela 2.1: Lista de Materiais e Custos Estimados

Componente	Modelo	Função	Custo Est.
Microcontrolador	MSP-EXP430F5529LP	Processamento Central	R\$ 142,76
Módulo GPS	GNSS G10A-F30	Recepção Satélite	R\$ 92,10
Armazenamento	Cartão MicroSD	Datalogger (SPI)	R\$ 45,00
Conector	Módulo microSD	Interface SPI	R\$ 10,00
Fonte DC-DC	LM2596 (Buck)	Regulação 12V → 5V	R\$ 12,50
Conectividade	Cabos e Conectores	Chicote Elétrico	R\$ 10,90
Case/Mecânica	Impressão 3D/PLA	Proteção e Fixação	R\$ 40,00
Total Estimado			R\$ 353,26

Nota: Os valores incluem impostos e frete.

Os valores da tabela já incluem impostos e fretagem dos produtos.

2.2 Diagrama de Conexões (Pinout)

Fio do módulo GNSS (Cor/Função)	Conectar no Pino
Branco (1PPS)	Deixar desconectado
Vermelho (VCC)	3.3V
Azul (TX)	P3.4 (UCA0RXD)
Verde (RX)	P3.3 (UCA0TXD)
Preto (GND)	GND
Amarelo (EN)	3.3V

Tabela 2.2: Conexão módulo GNSS com MSP-EXP430F5529LP

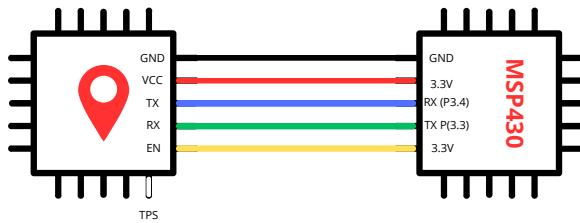


Figura 2.1: Representação gráfica

2.3 Decisões de Design de Hardware

2.3.1 Por que o microcontrolador MSP-EXP430F5529LP?

A escolha do MSP430 baseou-se em dois pilares: familiaridade técnica e disponibilidade.

- **Domínio Técnico:** A plataforma é utilizada na disciplina de "Sistemas Microprocessados"(UnB), o que reduz a curva de aprendizado para novos membros da equipe que cursam Engenharia Elétrica/Computação.
- **Recursos:** O microcontrolador possui baixo consumo de energia e periféricos robustos (UART, SPI) necessários para a comunicação com o GPS e o cartão SD, sem o *overhead* de um sistema operacional completo (como num Raspberry Pi).

Link do produto: [MSP-EXP430F5529LP da Texas Instruments](#)

2.3.2 Por que o módulo GNSS G10A?

Optou-se pelo módulo G10A devido à sua alta taxa de atualização (25Hz, essencial para veículos de alta velocidade) e custo acessível em comparação a módulos profissionais (como VBOX). Além disso, sua interface UART simples facilita a integração direta com o microcontrolador sem necessidade de bibliotecas complexas proprietárias. Outra vantagem é que este módulo já vem com uma antena integrada.

O dispositivo é fabricado pela Quescan, porém integra o chipset da plataforma U-blox M10. Graças a essa arquitetura, o hardware é totalmente compatível com o software u-center (e u-center 2), ferramentas industriais para análise de performance GNSS. Isso permite à equipe realizar logs detalhados e ajustar parâmetros avançados, como a taxa de atualização (até 25Hz) e filtros de navegação dinâmica, funcionalidades raramente acessíveis em módulos genéricos.

Link do produto: [Módulo Quescan G10A-F30](#)

2.3.3 Por que o conversor DC-DC LM2596

A alimentação principal provém da bateria do veículo, que nominalmente opera em 12V, mas está sujeita a flutuações e ruídos. O módulo LM2596 foi escolhido por ser um regulador do tipo Buck (conversor redutor chaveado). Diferente de reguladores lineares comuns, ele possui alta eficiência energética, dissipando pouco calor mesmo ao reduzir a tensão de 12V para os 3.3V necessários para o microcontrolador e módulos, garantindo estabilidade ao sistema durante a operação do motor.

Link do produto: [Módulo Abaixador Tensão Ajustável DC-DC \(LM2596\)](#)



Capítulo 3

Firmware e Lógica de Operação

3.1 Arquitetura do Código

3.1.1 Cronômetro Acceleration

3.1.2 Plotador de Traçado

3.2 Explicação das Configurações Atuais

3.3 Mapas de Memória / Variáveis Chave

Capítulo 4

Histórico de Desenvolvimento e Tentativas

Este capítulo é crucial para evitar que futuros membros repitam erros.

4.1 Ideias Iniciais e Prototipagem

4.2 O que deu errado (Lições Aprendidas)

4.3 Evolução das Versões

Capítulo 5

Manutenção e Expansão

5.1 Ambiente de Desenvolvimento

5.2 Como Adicionar Novas Configurações

Listing 5.1: Exemplo de adição de classe

Capítulo 6

Manual de Uso (Pista)

6.1 Procedimento de Ligação (Start-up)

6.2 Interpretação dos LEDs/Display

6.3 Troubleshooting Rápido (Pista)

Capítulo 7

Conclusão e Próximos Passos



Apêndice A

Datasheets Relevantes



Apêndice B

Esquemáticos Completos

