



---

# PLATAFORMA DE STEWART

---



## Visão Geral

Esta documentação consolida o ecossistema do projeto da Plataforma de Stewart (IFSP – TCC 2025), abrangendo o **frontend** (interfaces web em Three.js/Vanilla), o **backend** (FastAPI + Serial) e os **firmwares** do ESP32-S3. Abaixo você encontrará uma visão macro dos módulos, instruções de instalação/execução e um guia de versionamento, além de links para documentação detalhada de cada funcionalidade.

## Iniciando

---

### Instalação

#### Pré-requisitos

#### Versão do Python

- Python **3.12.17**

#### Dependências Python

As bibliotecas do backend estão em [interface/backend/requirements.txt](#). Instale-as com:

```
pip install -r requirements.txt
```

#### Conteúdo atual:

```
# ==== API e servidor Web ====
fastapi==0.104.1
starlette==0.27.0
uvicorn[standard]==0.24.0.post1
pydantic==2.5.3
python-multipart==0.0.9

# ==== Científico ====
numpy==1.26.4
scipy==1.13.1
```

```
# ==== Serial ====  
pyserial==3.5  
  
# ==== Utilitários ====  
python-dotenv==1.0.1  
typing-extensions>=4.8,<5
```

## Ambiente ESP32-S3/ESP32

- **Arduino IDE 2.x**
- **Core ESP32:** *esp32 by Espressif Systems* v2.0.15
- **Bibliotecas adicionais:**
  - SparkFun BNO08x Cortex Based IMU – v1.0.6
- **Driver USB–Serial:** CP210x USB to UART Bridge  
Download e instruções: [Robocore – Instalando driver do NodeMCU](#)

## Outros

- **Node.js** LTS (para rodar servers estáticos, bundlers opcionais etc.).
- **Ferramentas de linha de comando:** `git`, `make` (opcional), `python -m http.server` ou similar para servir o frontend.

## Backend (FastAPI)

1. Entre em `interface/backend`.
2. Crie (opcional) um ambiente virtual e instale dependências:

```
python -m venv .venv  
source .venv/bin/activate # Linux/macOS  
.\.venv\Scripts\activate # Windows PowerShell  
pip install -r requirements.txt
```

3. Execute o servidor:

```
uvicorn app:app --reload --host 0.0.0.0 --port 8001
```

4. Confirme que a API responde em `http://localhost:8001/docs`.

## Frontend

O frontend é estático. Basta abrir os arquivos `.html` diretamente no navegador ou servir via um servidor local (ex.: `live-server`, `python -m http.server`, etc.). Para páginas que dependem de módulos ES6, verifique se o navegador carrega via `file://` sem bloquear. Recomenda-se rodar um server simples:

```
cd interface/frontend
python -m http.server 8080
# Abrir http://localhost:8080/controller.html
```

Existe também um script pronto (`start.bat`) na raiz do repositório. Ele abre duas janelas de terminal: uma com o backend FastAPI (`uvicorn`) e outra com `python -m http.server 8080` para o frontend. Basta executar `start.bat` para subir ambos.

## Firmware ESP32-S3

1. Abra `esp32s3_codes/pid-control-filter-spike-bno/pid-control-filter-spike-bno.ino` (ou variantes) no Arduino IDE (ESP32 S3 board selecionada) ou PlatformIO.
2. Ajuste as constantes de pinagem/ganhos conforme necessário.
3. Compile e faça upload via USB.

Consulte [PID-CONTROL-FILTER-SPIKE-BNO.md](#) para detalhes completos do firmware.

## Execução e Fluxo

1. **Ligar o ESP32-S3** com o firmware PID. Ele aguardará setpoints pela serial e telemetria pelo sensor.
2. **Iniciar o backend** (`uvicorn app:app --reload --port 8001`).
3. **Abrir uma página do frontend:**
  - `joystick.html` para controle via joystick.
  - `kinematics.html` para cálculos de cinemática.
  - `accelerometer.html` para controle por IMU.
  - `routes.html` para rotinas de movimentoBN e gráficos.
  - `actuators.html` para controle PID e telemetria.
  - `settings.html` para ajustes rápidos de ganhos/offsets.
4. Conectar-se à porta serial na UI e ativar as funcionalidades desejadas.

## Documentação por Módulo

- **Controle por Joystick (controller/joystick)**  
[JOYSTICK-CONTROL-README.md](#) – explica endpoints (`/joystick/pose`), mapeamentos dos eixos, telemetria, segurança e UI.
- **Cinemática (kinematics.html + kinematics.js)**  
[KINEMATICS-README.md](#) – descreve o preview 3D, inputs e integração com `/calculate` e `/apply_pose`.
- **Controle por Acelerômetro**  
[ACCELEROMETER-README.md](#) – modo roll/pitch/yaw via IMU (MPU/BNO), WebSocket de telemetria, recalibração e comandos `/mpu/control`.
- **Rotinas de Movimento**  
[ROUTINES-README.md](#) – presets, Chart.js, IndexedDB para gravação, endpoints `/motion/*`.
- **Painel de Atuadores / PID**  
[ACTUATORS-README.md](#) – telemetria, setpoints, comandos manuais, export CSV, integração com `/pid/*`.

- **Painel de Configurações**

[SETTINGS-README.md](#) - explica como ler/aplicar `kp/ki/kd`, deadband, PWM mínimo via `/pid/gains` e `/pid/settings`.

- **Integração FlightGear**

[FLIGHTGEAR-README.md](#) - ponte Telnet->FastAPI que lê roll/pitch do simulador, valida com `/calculate`, publica pré-visualização e envia poses seguras via `/apply_pose`.

- **Firmware ESP32-S3**

- [PID-CONTROL-FILTER-SPIKE-BNO.md](#) – loop PID principal no ESP32-S3.
- [BNO085-README.md](#) – transmissor ESP-NOW baseado no sensor SparkFun BNO08x (Euler + quaternions).
- [MPU6050-README.md](#) – transmissor ESP-NOW com MPU-6050 (roll/pitch/yaw simples).

## Código do ESP32-S3

O código principal está em [esp32s3\\_codes/pid-control-filter-spike-bno/](#). Ele implementa:

- **ESP-NOW** para receber dados do sensor de orientação (MPU6050 ou BNO085) e gravar MAC para comandos de retorno.
- **Controle PID** com feedforward e anti-windup.
- **Parser serial** para receber setpoints e ajustes vindos do backend (comandos `spmm6x`, `kpmm`, `u0a`, `offset`, etc.).
- **Telemetria** no formato CSV, compatível com gráficos no frontend ([actuators.html](#)).

Transmissores auxiliares:

- [BNO085-README.md](#) - leitura do SparkFun BNO08x (Euler + quaternions) e envio por ESP-NOW.
- [MPU6050-README.md](#) - versão simplificada usando MPU6050\_light.

## Principais integrações com o backend

- `apply_setpoint_all` e `apply_setpoint_individual` são acionados via `/apply_pose` (controller/joystick).
- `set_pid_gains`, `set_pid_offset`, `set_pid_feedforward` são usados pelas páginas `settings` e `actuators`.
- Comandos manuais (`man=adv`, `man=ret`, `man=free`) são expostos no painel de atuadores para testes de bancada.

## Versionamento

O repositório utiliza Git (branch padrão `docs/atualiza-documentacao`). Recomenda-se o seguinte fluxo:

1. **Commits frequentes** por feature:

- `feature/frontend-joystick-z-trigger`
- `feature/backend-motion-endpoints`
- `docs/add-accelerometer-readme`

2. **Pull Requests** para revisão (incluir referência a issues do Trello/Jira).

3. **Tags** para releases estáveis:

- `v1.0.0` – primeiro release funcional (controle manual + PID).

- **v1.1.0** – inclui modos de rotinas, telemetria e joystick Z-trigger.

4. **Changelogs** no README ou em **CHANGELOG.md**.

Autor

**Guilherme Miyata** - Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

Trabalho de Conclusão de Curso - 2025

---

[Github](#)

[Linkedin](#)

[Portfólio](#)

**Última atualização:** Novembro 2025