

# Integração dos Subsistemas

[Clique Aqui](#) para baixar o documento.

O projeto do eVTOL desenvolvido para o curso de engenharia é um exemplo de integração multidisciplinar que combina as áreas de engenharia eletrônica, aeroespacial, software e energia. O objetivo principal é criar um drone funcional que execute missões controladas remotamente, como apagar focos de incêndio através do arremesso de bolas extintoras, com foco na precisão e eficiência operacional.

Na parte eletrônica, utilizamos a controladora **Pixhawk 2.4.8 PX4**, além de sensores como GPS e telemetria de **Sik Radio 433 MHz**, essenciais para navegação e monitoramento. Motores **6008** garantem o empuxo necessário, e o sistema inclui redundâncias para assegurar confiabilidade. A equipe de eletrônica é responsável pelo desenvolvimento de toda a programação de baixo nível voltada ao controle do drone, incluindo a integração com os microcontroladores, os sistemas de estabilização e os atuadores.

A área de software foca no desenvolvimento de uma **assistência de mira**, que roda em um **Raspberry Pi 4** utilizando linguagem **C++**. Este sistema auxilia na precisão do arremesso das bolas extintoras, processando imagens capturadas pela câmera **Raspberry Pi HQ** para fornecer informações em tempo real ao operador.

Na engenharia aeroespacial, a estrutura do drone foi projetada para garantir leveza, robustez e eficiência aerodinâmica. As asas, profundos, ailerons e o leme foram impressos em 3D, o que permitiu personalizar o design para atender às necessidades específicas do projeto. A fabricação aditiva também possibilitou ajustes rápidos e redução de custos.

O subsistema de energia é composto por **4 baterias LiPo de alta capacidade (6500mAh cada)**, conectadas a um sistema de distribuição de energia com monitoramento contínuo. Este sistema garante a alimentação dos motores e eletrônicos, além de otimizar o tempo de voo do drone.

---

## Estrutura e Energia

A estrutura do eVTOL é construída majoritariamente em tubos de fibra de carbono, que conferem leveza e alta resistência mecânica. Os componentes aerodinâmicos, como asas e superfícies de controle (profundos, ailerons e leme), foram impressos em 3D utilizando **ABS**, um filamento resistente e leve, permitindo um design personalizado que favorece o desempenho em voo.

O sistema de energia foi projetado para ser integrado à estrutura de forma compacta e segura. As baterias estão alojadas em compartimentos isolados termicamente, reduzindo o risco de superaquecimento. A configuração modular da estrutura permite fácil acesso aos componentes, facilitando manutenção e ajustes.

Além disso, a estrutura foi projetada para suportar a carga útil das bolas extintoras, garantindo que a estabilidade do drone seja mantida durante as missões.

---

## Estrutura e Eletrônica

A integração entre estrutura e eletrônica é essencial para a funcionalidade do eVTOL. A distribuição de componentes eletrônicos foi feita levando em consideração o centro de gravidade do drone, garantindo equilíbrio durante o voo.

Os motores **6008**, instalados nos braços de fibra de carbono, foram posicionados para maximizar o empuxo e minimizar vibrações. A **Pixhawk 2.4.8 PX4**, responsável pelo controle principal, será fixada em uma base amortecida para reduzir interferências de vibrações.

Os sensores de GPS e telemetria estão estrategicamente posicionados para evitar interferências e garantir leitura precisa dos dados. A fiação foi organizada de forma discreta e segura, protegida contra intempéries e danos mecânicos.

---

## Energia e Eletrônica

O subsistema de energia é responsável por alimentar todos os componentes do drone, desde os motores até os sistemas eletrônicos auxiliares. Conectores robustos do tipo **XT60** garantem uma integração confiável entre baterias, controladoras e motores, enquanto o circuito de distribuição de energia evita sobrecargas e prolonga a vida útil dos componentes, principalmente da bateria.

O sistema foi projetado para suportar picos de consumo durante manobras intensas ou acionamento simultâneo dos motores e sistemas auxiliares, como a assistência de mira e o sistema de telemetria. A margem de segurança para a escolha da corrente dos ESCs foi de mais de **15A**.

---

## Software e Eletrônica

O software do eVTOL se concentra no desenvolvimento da assistência de mira, projetada para rodar no **Raspberry Pi 4**. Ele processa imagens da câmera **Raspberry Pi HQ** para fornecer informações ao operador sobre a melhor trajetória para o arremesso das bolas extintoras.

A comunicação entre o Raspberry Pi e os componentes eletrônicos do drone ocorre de forma indireta, com o Pi funcionando como um sistema auxiliar, enquanto a Pixhawk e os microcontroladores da parte eletrônica realizam o controle de voo e os comandos de estabilização.

## Desafios

Durante o desenvolvimento do eVTOL, enfrentamos diversos desafios conforme listado na **Tabela 1** abaixo.

**Tabela 1:** Desafios do Projeto SiDrone eVTOL

Desafio	Descrição
<b>Integração estrutural e eletrônica</b>	O ajuste do design da estrutura para acomodar componentes eletrônicos sem comprometer a aerodinâmica está exigindo múltiplas iterações.
<b>Desempenho da assistência de mira</b>	A calibragem do sistema de assistência de alijamento está sendo complexa, especialmente devido às variações de inclinação e movimento do drone.
<b>Gerenciamento de energia</b>	A alta demanda de corrente dos motores e sistemas auxiliares revelou a necessidade de um sistema de distribuição mais eficiente e de baterias de maior capacidade.
<b>Resistência estrutural</b>	Alguns componentes impressos em 3D precisaram ser reforçados para suportar as cargas aerodinâmicas e impactos durante o pouso.
<b>Gerenciamento de Protocolos de Comunicação</b>	A alta variedade de sensores gerou diversas dúvidas para as equipes de software. Tais dúvidas foram resolvidas pela concatenação de compartilhamento dos dados de diferentes sensores em um mesmo protocolo fornecido pela Pixhawk: <b>MAVLink</b>

*Fonte: Autoria própria. Todos os direitos reservados.*

## Histórico de Versões

Versão	Data	Descrição	Autor(es)
1.0	25/11/2024	Pedro Tristão	Esqueleto do documento e Desenvolvimento dos tópicos
2.0	27/11/2024	Revisão	<a href="#">Gustavo</a>