

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS EM VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS

Yuri Alves Xavier¹ (IC), Alexandre Carlos Brandão Ramos¹ (PQ)

¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Sistemas de Navegação; PixHawk PX4; Prototipagem; Leis de Controle.

Introdução

A integração de sistemas de veículos aéreos não tripulados (VANT), também conhecidos como drones, refere-se ao processo de combinação e conexão de vários componentes e sistemas para garantir sua operação eficiente e segura. Esses sistemas podem incluir hardware, software, sensores, comunicações, sistemas de controle, etc. A integração de sistemas desempenha um papel crítico no desenvolvimento e operação de VANTs, pois permite que essas aeronaves executem tarefas específicas de maneira confiável e eficaz. Algumas das áreas-chave de integração de sistemas incluem:

- **Sistema de Controle:** Envolve a integração de hardware e software para controlar a aeronave, incluindo a interface de controle remoto utilizada pelo operador.
- **Sistemas de Navegação:** Para garantir que a aeronave possa se mover de forma autônoma ou semi-autônoma, é necessário integrar sistemas de posicionamento global (GPS) e outros sensores de navegação.
- **Sensores:** A integração de sensores é crucial para coletar informações do ambiente, como câmeras, sensores de infravermelho, sensores de lidar, etc. Esses sensores podem ser usados para fins de vigilância, mapeamento e detecção de obstáculos.
- **Comunicações:** Os sistemas de comunicação, incluindo transmissores e receptores de dados, são integrados para permitir que a aeronave se comunique com o operador ou com outros sistemas em tempo real.
- **Baterias e Energia:** A integração de sistemas de energia, como baterias, sistemas de propulsão, fontes alternativas de energia e estratégias de aproveitamento energético é essencial para garantir a autonomia da aeronave e sua capacidade de operar por um período prolongado.
- **Sistemas de Segurança:** Para garantir a segurança das operações, sistemas de

redundância, recuperação de falhas e medidas de segurança são integrados.

- **Software de Automação:** A integração de software de automação permite que a aeronave execute tarefas de forma autônoma, como voar em uma rota predefinida ou seguir um alvo.

A integração de sistemas em VANTs é um campo em constante evolução devido ao rápido avanço da tecnologia^[1]. À medida que novos sensores, sistemas de controle e funcionalidades são desenvolvidos, as aeronaves remotamente pilotadas se tornam mais capazes e versáteis em uma ampla variedade de aplicações, incluindo agricultura de precisão, monitoramento ambiental, inspeção de infraestrutura, segurança e muito mais. A integração eficaz desses sistemas é fundamental para maximizar o desempenho e a utilidade dos VANTs.

As principais razões desta pesquisa concentram-se nos interesses do Grupo de Visão, Sistemas de Computação e Aplicações da Universidade Federal de Itajubá. Estudos correntes deste grupo necessitam de referências atuais e otimizadas sobre os sistemas disponíveis para aplicações como a agricultura de precisão, em que os drones são usados para monitorar cultivos, detectar pragas e otimizar a irrigação. Além disso, os VANTs são utilizados em missões de busca e resgate, inspeções de infraestrutura, mapeamento topográfico, monitoramento ambiental, entregas de pacotes, vigilância de fronteiras, e até mesmo em operações militares. À medida que a tecnologia avança e os regulamentos se desenvolvem para acomodar essas aplicações, a utilização de VANTs continua a se expandir, oferecendo soluções eficazes e econômicas para uma variedade de desafios e necessidades em diferentes setores.

Metodologia

O primeiro passo crucial foi a realização de uma revisão bibliográfica extensiva. Isso envolveu a busca e análise crítica de pesquisas, artigos científicos, livros e documentos relacionados à integração de sistemas em drones. Essa revisão serviu como alicerce para a

compreensão profunda do estado atual da tecnologia e dos desafios existentes na integração de sistemas em drones. Durante a revisão bibliográfica, identificou-se tendências e lacunas de pesquisa. Isso foi fundamental para direcionar nosso estudo de forma estratégica. As tendências permitem entender quais tecnologias e abordagens estão atualmente em alta, enquanto as lacunas indicam áreas onde a pesquisa existente era insuficiente ou ausente.

No decorrer desta pesquisa, surgiu a demanda imperativa de prototipar diversos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) pertencentes a diferentes categorias, com o propósito de atender a múltiplas investigações associadas ao Grupo de Visão, Sistemas de Computação e Aplicações da Universidade Federal de Itajubá. Essa abordagem tornou-se relevante para ampliar as capacidades de pesquisa e experimentação. Nesse contexto, os sistemas foram submetidos a testes e experimentos práticos, os quais proporcionaram dados cruciais sobre suas características e desempenho. Os sistemas que foram integrados e explorados por meio de experimentação metódica se tornam o foco primordial deste documento, já que essas integrações oferecem uma perspectiva única e valiosa para a pesquisa em questão. Esta etapa de prototipagem e experimentação não apenas enriqueceu a pesquisa em curso, mas também desempenhou um papel crucial no avanço do conhecimento e na consolidação de recursos técnicos que podem ser utilizados em futuros estudos e projetos relacionados à nossa instituição de ensino.

Resultados e discussão

Dentre os objetos de estudo, destaca-se o sistema de controle de voo. Em resumo, o desenvolvimento contínuo de técnicas de leis de controle para drones não só molda o presente das operações de drones, mas também abre caminho para um futuro em que essas aeronaves não tripuladas desempenharão um papel ainda mais significativo em uma variedade de setores. O PX4 Autopilot é um software de código aberto amplamente utilizado para controlar aeronaves não tripuladas. Desenvolvido pela comunidade de código aberto e mantido pela organização Dronecode, o PX4 Autopilot atua como o cérebro dos drones, permitindo que eles sejam controlados de forma autônoma ou remotamente por operadores humanos^[2].



Figura 1 – Exemplo de sistemas integrados

Na Figura 1, é possível ver um exemplar de aeronave em que um Pixhawk 4 2.4.8. Essa controladora de voo utiliza uma arquitetura de controle avançada, a PixHawk PX4 emprega um conjunto sofisticado de algoritmos e técnicas de controle para garantir que os drones sejam capazes de voar de maneira segura e precisa. As leis englobam: Controle de Estabilização; Controle de Altitude; Controle de Velocidade; Controle de Posição; Controle de Rotação; Controle de Missão; Modos de Voo Personalizáveis e Controle Redundante^[3].

No caso de aeronaves multirrotores, uma arquitetura de controle em cascata implementa o controlador Proporcional Integral Derivativo com um algoritmo de Filtro de Kalman Estendido para processar medições de sensores e fornecer uma estimativa de diversos estados de voo^[3]. Em resumo, as leis de controle implementadas pela PixHawk são uma parte crucial para garantir que drones e aeronaves não tripuladas possam voar de forma estável, segura e precisa. Esses algoritmos e técnicas avançadas garantem que a aeronave responda adequadamente às entradas do operador ou às condições de voo, tornando a PixHawk uma escolha confiável para uma ampla gama de aplicações, desde missões de mapeamento aéreo até inspeções industriais.

Conclusões

Esta pesquisa proporcionou uma visão abrangente das áreas-chave de integração de sistemas em drones, destacando a importância de diversos elementos, incluindo sistemas de controle, navegação, sensores, comunicações, energia e segurança. A revisão bibliográfica detalhada realizada neste estudo permitiu a identificação de tendências tecnológicas e lacunas de pesquisa. Este estudo incluiu a prototipagem e

experimentação prática de VANTs de diferentes categorias. Essa abordagem enriquece a compreensão das características e desempenho desses sistemas, oferecendo informações para desenvolvimentos futuros. O sistema de controle de voo desempenha um papel central neste documento, e a PixHawk PX4 se destacou como uma controladora de voo altamente sofisticada e flexível. Sua capacidade de integração com uma variedade de sensores e sua implementação de leis de controle avançadas oferecem estabilidade, segurança e precisão em operações de drones. Contudo, existem diversas categorias de sistemas que foram contemplados na revisão. Em suma, este estudo ressalta a importância contínua da pesquisa e desenvolvimento na área de integração de sistemas em drones. À medida que a tecnologia evolui e as aplicações se expandem, a integração eficaz de sistemas é fundamental para maximizar o desempenho e a utilidade dos VANTs em uma ampla variedade de setores. A colaboração contínua entre a academia e a indústria desempenhará um papel vital na evolução dos sistemas de drones e no enfrentamento dos desafios futuros.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Grupo de Visão, Sistemas de Computação e Aplicações da Universidade Federal de Itajubá e Universidade Federal de Itajubá.

Referências

[1] IBIEV, G.; SAVOSKINA, O.; CHEBANENKO, S.; BELOSHAPKINA, O.; ZAVERTKIN, I.; **Unmanned aerial vehicles (UAVs) - One of the digitalization and effective development segments of agricultural production in modern conditions.** 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1063/5.0107373>>. Acesso em: 11/09/2023.

[2] **Pixhawk Series.** Disponível em: <https://docs.px4.io/main/en/flight_controller/pixhawk_series.html>. Acesso em: 10/08/2023.

[3] Willee, H.; **Controller Diagrams.** Disponível em: <https://github.com/PX4/PX4-user_guide/blob/main/en/flight_stack/controller_diagrams.md>. Acesso em: 05/08/2023.