

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CONTROLE DE ROTA DE UM MINI DIRIGÍVEL.

Vitor Alexandre da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Wagner André dos Santos Conceição (Orientador). E-mail: wasconceicao@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Mecânica, Fenômenos de Transporte.

Palavras chave: Arduino; Bluetooth; Estrutura.

RESUMO

Este projeto de iniciação científica teve como objetivo desenvolver um sistema de controle para um mini dirigível. Para a construção do dirigível utilizou-se motores elétricos, uma estrutura fabricada com impressora 3D, uma rede para fixar toda a estrutura e um grande balão de látex inflado com gás hélio. Após a montagem, tanto a estrutura quanto o controle via Bluetooth foram testados experimentalmente em uma bancada de testes. Para o controle, foi empregada a placa Arduino UNO e um sistema de controle Bluetooth, utilizando o aplicativo SriTu Hobby na seção "Bluetooth Car Remote". Os experimentos consistiram em prender a estrutura do dirigível à plataforma de teste de manobrabilidade, permitindo assim a análise de seu comportamento ao receber comandos via Bluetooth.

INTRODUÇÃO

Dirigíveis são aeronaves mais leves que o ar, com boa performance em baixa velocidade e menores custos operacionais (Tayyab et al., 2013). Yao et al. (2019) desenvolveram um mini dirigível para uso em ambientes fechados, interagindo com humanos e coletando dados, ideal para monitoramento em hospitais. Bhart et al. (2024) destacam o potencial de dirigíveis autônomos em ambientes fechados, com baixo consumo de energia e ruído, em comparação com drones.

A forma mais eficaz e econômica de controlar Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) é através de tecnologias de controle remoto via Bluetooth, utilizando aplicativos de celular que substituem os controles físicos. Esses aplicativos são configuráveis para atender às necessidades específicas de missão, otimizando a interface e os parâmetros de controle para operações seguras e precisas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste projeto foram: dois motores elétricos de 3.7V e 22000rpm, um balão de látex revestido internamente com um gel específico para auxiliar a retenção do gás hélio dentro do balão, uma rede de nylon, estruturas impressas na impressora 3D, as quais foram utilizadas para dar suporte aos motores e um conjunto de quatro pilhas de 1,5V cada. Utilizou-se também uma ponte H do modelo L9110s, um módulo Bluetooth HC-05, um Arduino UNO, bem como fios e jumpers.

Cálculo do Diâmetro do balão esférico

Para determinar o diâmetro do balão de gás hélio necessário para flutuar a estrutura, foi realizado um somatório de forças (equação 1) no eixo y, considerando a força de empuxo (F_e) e a força peso (F_p), que estão em equilíbrio.

$$\Sigma F = F_e - F_p \quad (1)$$

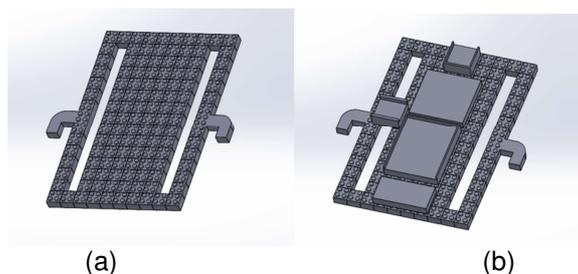
Pode-se expandir os termos da força de empuxo e força peso como apresentado na Eq.(2), onde “ ρ ” é densidade, “ g ” a aceleração da gravidade, “ v_b ” o volume do balão e, por fim, “ m ” a massa do conjunto. Assim, as forças foram igualadas a zero, pois estão em equilíbrio.

$$0 = \rho * g * v_b - m * g \quad (2)$$

A partir da equação do empuxo e peso (equação 2), isolou-se o volume do balão, obtendo-se aproximadamente 70L. Com isso, e assumindo um balão esférico, calculou-se um diâmetro de cerca de 0,81m, ou 81cm.

Estrutura do dirigível

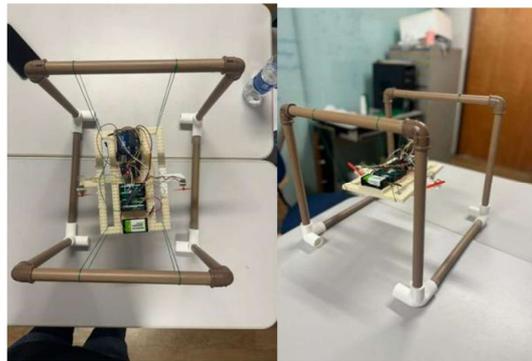
As estruturas de suporte utilizadas no projeto foram desenvolvidos no *software* SolidWorks e impressos na impressora 3D Criality Ender 3. A estrutura foi projetada para ser modular, sendo a base a estrutura de encaixe (Figura 3a), permitindo encaixe de diferentes módulos na base (Figura 3b), oferecendo maior estabilidade e capacidade de suporte de componentes.



Figuras 3 - Base e Base com os módulos

Plataforma para teste de manobrabilidade

Uma plataforma de testes foi desenvolvida para avaliar a manobrabilidade, que é a capacidade de uma aeronave realizar movimentos e mudanças de direção com precisão. A estrutura da plataforma é composta por tubos de PVC, com junções impressas em 3D, e suspensa por fios de nylon. As Figuras 4a e 4b mostram essa plataforma.



(a) (b)
Figuras 4 - Vistas da bancada de testes

Controle Bluetooth

Um módulo Bluetooth foi implementado para estabelecer a conectividade entre o smartphone, responsável pelo controle, e o dirigível. Após testar diversos aplicativos, o aplicativo SriTu Hobby apresentou a melhor compatibilidade com a programação estabelecida. Na interface de controle, foi selecionado o tipo de controle "Bluetooth Car Remote" no "Modo Manual", utilizando exclusivamente os comandos direcionais "frente", "trás", "esquerda" e "direita".

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a base e os módulos montados, o conjunto foi colocado na plataforma de testes, Figura 4, e os controles bluetooth foram ligados. Assim, foi realizado testes experimentais de manobrabilidade, que consistiu em aplicar comandos de movimento "frente", "trás", "esquerda" e "direita" separadamente por meio do aplicativo de controle bluetooth do smartphone. O teste avaliou a capacidade da estrutura de vencer a inércia e iniciar o movimento, registrando avanços e recuos específicos para os comandos "frente" e "trás". Os testes dos comandos "esquerda" e "direita" mostraram que a estrutura não conseguiu girar em torno de seu eixo. A estrutura base do mini dirigível precisará de ajustes, pois, apesar da estabilidade, o aumento no diâmetro do balão para 81 cm dificultará a agilidade nas curvas e o início do movimento.

CONCLUSÕES

Conclui-se que serão necessários novos dimensionamentos da estrutura para redução total do peso, bem como otimizar o número e a potência dos motores. Essa nova estrutura será fabricada em MDF cortadas a laser, com otimização do tamanho dos suportes para reduzir o peso e diminuir a largura da base. Os testes realizados indicam que o controle via Bluetooth apresenta grande potencial.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq, à Universidade Estadual de Maringá, ao Governo do Paraná, pela oportunidade e pelo financiamento do projeto e aos meus orientadores pelo suporte e dedicação durante a minha pesquisa.

REFERÊNCIAS

Bhat, S. S.; Anavatti, S. G.; Matthew, G.; Ravi, S.; Review of autonomous outdoor blimps and their applications. **Drone Systems and Applications**. v. 12, p. 1-21, abril 2024. Disponível em: <https://cdns.csciencepub.com/doi/full/10.1139/dsa-2023-0052>

Tayyab, M.; Farooq, U.; Ali, Z.; Imran, M.; Shahzad, F. Design of a Blimp Based Unmanned Aerial Vehicle for Surveillance. **International Journal of Engineering and Technology**, v.5, n. 1, p. 519-530, fev/mar. 2013. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Tayyab+Design+of+a+Blimp+Based+Unmanned+Aerial+Vehicle+for+Surveillance.+International+Journal+of+Engineering&btnG= .Acesso em: 10 de junho de 2024.

Yao, N.; Tao, Q.; Liu, W.; Liu, Z.; Tian, Y.; Wang, P.; LI, T.; Zhang, F. Autonomous flying blimp interaction with human in an indoor space. **Frontiers Inform. Technol. Electron. Eng.** v.20, n. 1, p. 45-59, jan. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1631/FITEE.1800587.pdf> . Acesso em: 10 de junho de 2024.