

ALVES, Valdir; CROCE, José Antonio Garcia. Medição do empuxo estático de motores elétricos a hélice utilizados em VANT. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2., 2016, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2016. p. 108-111. ISSN 2525-9377.

MEDIÇÃO DO EMPUXO ESTÁTICO DE MOTORES ELÉTRICOS A HÉLICE UTILIZADOS EM VANT

VALDIR ALVES¹, JOSÉ ANTONIO GARCIA CROCE²

1 IFSP – Câmpus São Carlos, Área de Indústria, São Carlos, Brasil.

2 IFSP – Câmpus São Carlos, Área de Indústria, São Carlos, Brasil.

RESUMO: A otimização do projeto de um veículo aéreo não tripulado (VANT) passa necessariamente pela análise adequada do sistema de propulsão. Desta forma, pretende-se realizar uma série de experimentos visando obter dados reais sobre as características destes sistemas. Inicialmente, será construído um equipamento para a medição do empuxo estático gerado por motores elétricos a hélice. O elemento sensível da bancada dinamométrica será uma célula de carga do tipo flexão, montada em conjunto metálico especialmente projetado e construído para o vínculo do motor em teste e a subsequente transmissão mecânica da força de empuxo para a célula de carga. Por sua vez, a célula de carga será conectada a um amplificador/condicionador de sinais que produzirá sinal que será lido por um sistema de aquisição de dados, feito com um Arduíno Nano, conectado a um computador. Os ensaios consistirão na medição do empuxo produzido por vários tipos de hélices, em diversos regimes de rotação do motor. Estes dados serão analisados para se determinar condições de maior eficiência na produção de empuxo versus consumo elétrico.

PALAVRAS-CHAVE: Propulsão Elétrica. Empuxo. VANT.

ABSTRACT: The optimized design of an unmanned aerial vehicle (UAV) necessarily involves the proper analysis of the propulsion system. Thus, it is intended to conduct a series of experiments to obtain real data on the characteristics of these systems. Initially, it will be constructed a device for measuring the static thrust generated by electrical propeller motors. The sensitive element of the dynamometer will be a load cell type bending, mounted on a metallic set specially designed and built for the engine link and subsequent mechanical transmission of thrust force to the load cell. In turn, the load cell is connected to an amplifier/signal conditioner to produce signal which will be read by a data acquisition system made with an Arduino Nano, connected to a computer. The tests consist in measuring the thrust produced by various types of helixes in different engine speed range. These data will be analyzed to determine conditions of greater efficiency in the production of thrust versus power consumption.

KEYWORDS: Electric propulsion. Thrust. UAV.

INTRODUÇÃO

Segundo Gabriel et al. (2011) a realização de voos de longa duração com VANT, requer, além de uma fonte de energia de alta densidade energética, um sistema de propulsão eficiente. Um sistema de propulsão elétrico converte a energia elétrica para propulsão mecânica, e consiste em quatro componentes principais: uma fonte elétrica de energia, controlador eletrônico de velocidade (ESC), motor elétrico e uma hélice. Ainda de acordo com Gabriel et al. (2011) Cada um destes componentes tem as suas características próprias e

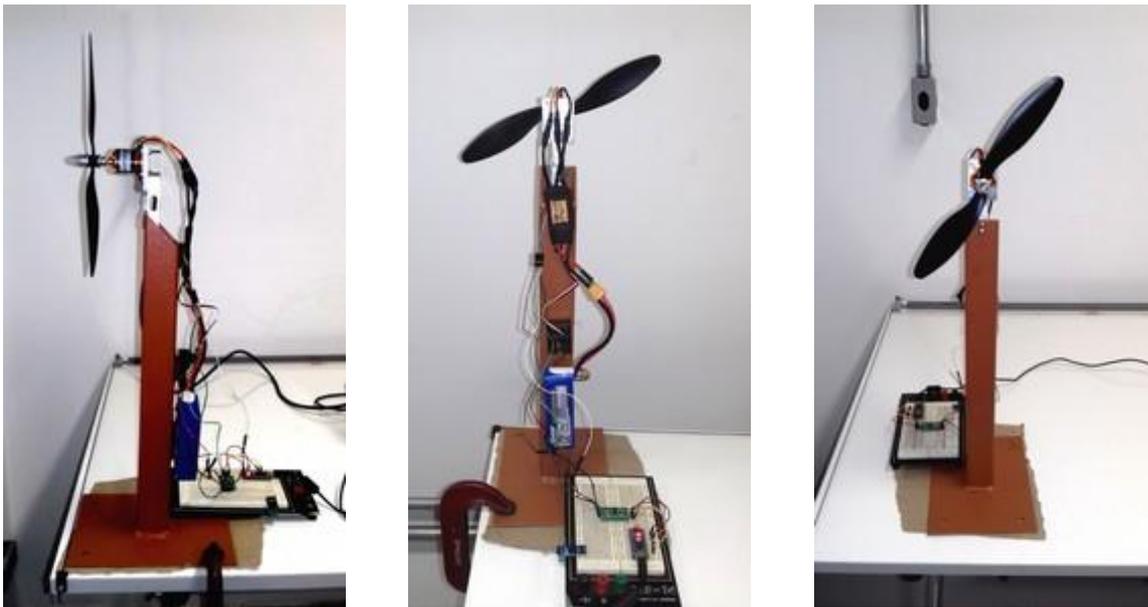
situações de máxima eficiência de desempenho. A seleção de cada componente é crítica na obtenção de um sistema global de propulsão que é ao mesmo tempo eficiente e adequado para os requisitos da aplicação.

Phelps (2011) projetou e construiu um equipamento para a medição do empuxo da hélice, rotação, torque do motor, consumo de corrente e tensão da bateria de sistemas de propulsão utilizados em VANT. Segundo ele com estes valores determinados, os dados podem ser analisados para determinar se qualquer um dos componentes está causando uma quantidade excessiva de perda de energia. Isto impacta diretamente na autonomia de voo de um VANT.

MATERIAL E MÉTODOS

Como primeiro passo no sentido de otimizar o sistema de propulsão de um VANT, foi projeto e construído um equipamento para a medição do empuxo estático produzido por motores elétricos a hélice. Este equipamento consiste, essencialmente, de uma haste metálica com um encaixe usinado para a fixação de uma célula de carga. Será usinado uma peça especialmente projetada para a fixação do motor. Finalizando, será soldado uma base metálica através da qual será possível fixar a bancada em diversas estruturas. A Figura 1 apresenta imagens do equipamento construído.

Figura 1 – Fotos do equipamento construído.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O equipamento de aquisição de dados a ser utilizado é o módulo conversor HX711. Baseado na tecnologia patenteada da Avia, este módulo foi projetado especialmente para balanças digitais e aplicações de controle industrial. Seu princípio de funcionamento é converter as mudanças medidas da alteração do valor de resistência, através do circuito de conversão em tensão elétrica. Para comunicação o Módulo Conversor Amplificador HX711 se comunica através do padrão de comunicação TTL 232, possuindo estrutura simples, fácil de usar e com desempenho estável, além é claro, da elevada sensibilidade e velocidade de medida.

A célula de carga escolhida para o projeto é do tipo comumente utilizada para a medição de tensões de flexão. Ela consiste em uma barra de alumínio, na qual são montados extensômetros na configuração em ponte de Wheatstone completa. O sensor a ser utilizado

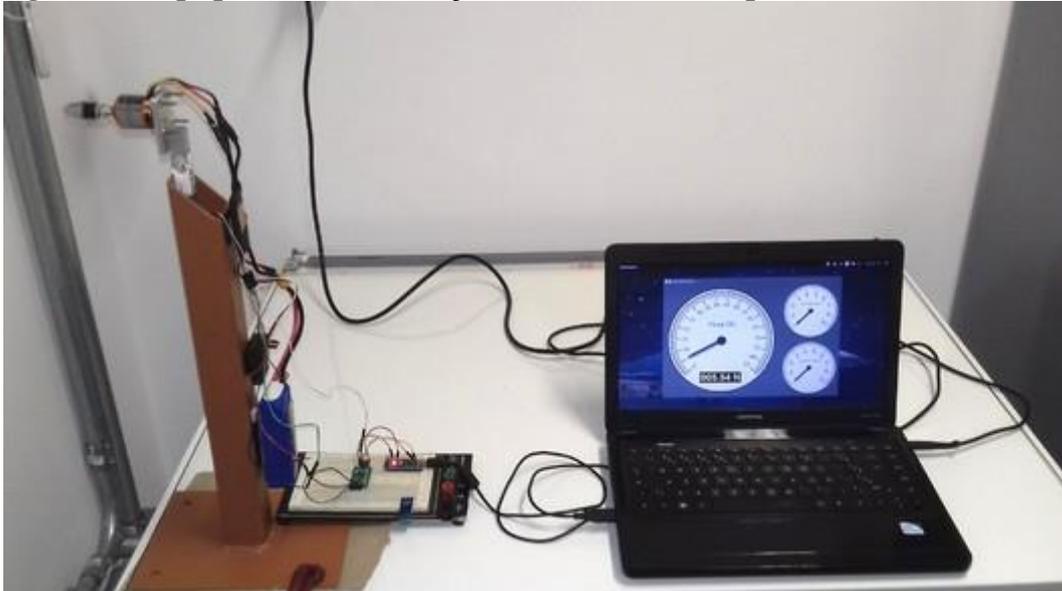
será retirado de uma balança eletrônica comercial e tem capacidade de medir forças de até 100N. Este sensor tem uma furação específica, com rosca M4, em suas duas extremidades para montagem. Tem 50 mm de comprimento e secção quadrada com 10 mm de aresta.

As saídas do módulo conversor HX711 foram conectadas em entradas digitais de um Arduino Nano que, através de um firmware especialmente programado, fazia a leitura e transmissão dos resultados para um computador através de uma conexão USB. Foi programado um aplicativo em Python para a comunicação com o Arduino e apresentação dos dados medidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

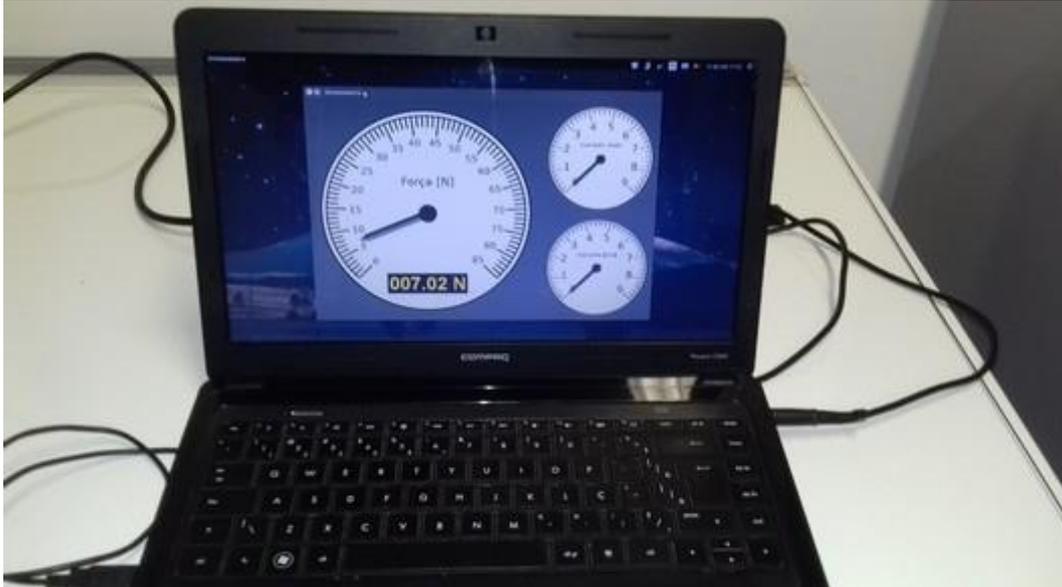
Até o momento foram realizados ensaios preliminares para a análise do funcionamento do sistema. Os ensaios foram feitos sem uma calibração mais adequada, entretanto, os dados preliminares apresentam boa fidelidade com os valores esperados de empuxo fornecido pelo motor.

Figura 2 – Equipamento de medição conectado ao computador durante ensaio.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 – Detalhe do programa confeccionado para a leitura dos dados de empuxo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

Os ensaios iniciais demonstram que o equipamento é adequado para a medição do empuxo de motores elétricos a hélice. Ainda serão necessários passos subsequentes para a calibração adequada do equipamento. Entretanto, os dados obtidos através deste equipamento serão utilizados para o aumento da eficiência dos VANT, principalmente quanto ao aumento da eficiência em termos de autonomia e consumo.

REFERÊNCIAS

GABRIEL, D. L.; MEYER, J.; DU PLESSIS, F. Brushless DC motor characterization and selection for a fixed wing UAV. In: **AFRICON, 2011. IEEE, 2011.** p. 1-6.

PHELPS, N. R. **Wind Tunnel Modeling of Small Electric UAV Power System Performance.** 2011. Disponível em: < [http:// digitalcommons.calpoly.edu / aerosp/ 60 / >](http://digitalcommons.calpoly.edu/aerosp/60/). Acesso em: 2 jun. 2016.