

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

PLATAFORMA EXPERIMENTAL PARA ENSAIO DE PROPULSORES ELETROMECCÂNICOS¹

Elisiane Pelke Paixão², Luis Fernando Sauthier³, Manuel Martín Pérez Reibold⁴, Airam Teresa Zago Romcy Sausen⁵, Paulo Sergio Sausen⁶.

¹ Projeto de iniciação científica desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle.

² Aluna do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Bolsista de Iniciação Científica PROBIC/FAPERGS, elisianep251@gmail.com

³ Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, luisfernandosauthier@gmail.com

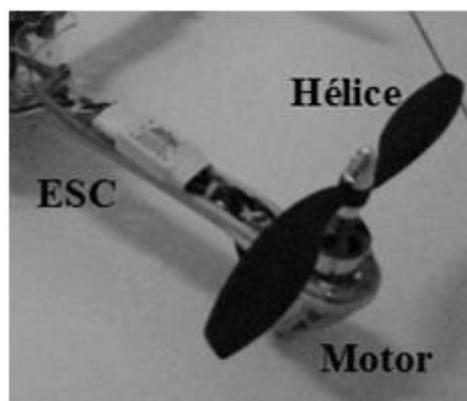
⁴ Professor Dr. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientador, manolo@unijui.edu.br

⁵ Professora Dra. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, airamsausen@gmail.com

⁶ Professor Dr. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, paulosausen@gmail.com

Um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou UAV (Unmanned Aerial Vehicle) é uma aeronave que não necessita de um piloto embarcado para ser dirigida (PAULA, 2012). Atualmente existe uma popularização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Normalmente, os VANTs são usados em tarefas que colocam em risco a vida ou segurança de pilotos. Tendo uma ampla utilização em atividade de reconhecimento em áreas hostis. Segundo MARKESANDMARKETS (2014), o valor das vendas dessas aeronaves passará de USD 7,098 bilhões registrados em 2013 para USD 8,351 bilhões até 2018.

Entre os VANTs que se destacam atualmente estão os que possuem capacidades de sustentação, navegação e aterragem vertical ou VTOL (Vertical Take-Off and Landing). Sua arquitetura obedece a um arranjo de vigas rígidas fixadas a um ponto comum (base). Em cada viga é colocado um sistema de propulsão eletromecânica. Portanto, os propulsores objeto de investigação neste trabalho, são constituídos de hélice, motor de corrente contínua e controlador eletrônico de velocidade, como ilustrado na figura 1.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Figura 1: Sistema de propulsão.

A mobilidade, estabilidade e percepção tridimensional dessas aeronaves dependem da relação entre a velocidade angular e o empuxo do sistema de propulsão. Propulsão é o processo de alterar o estado de movimento ou de repouso de um corpo em relação a um dado sistema de referência (Rodrigues, 2009). A modelagem matemática fenomenológica ou caixa branca tem sido utilizada para descrever este comportamento. Porém esta técnica se mostra ineficiente quando certos fenômenos físicos são difíceis de deduzir, ou não há o conhecimento das leis que os regem.

Analisando a situação percebe-se que, as técnicas de Identificação de Sistemas são propícias para obter o modelo matemático a partir dos dados das grandezas físicas envolvidas. A Identificação de Sistemas é uma área do conhecimento que estuda técnicas alternativas à modelagem matemática caixa branca (Aguirre,2004). Na aplicação desta técnica exige-se pouco conhecimento prévio do sistema, no entanto os dados dos sinais de entrada e saída são fundamentais na obtenção do modelo. Ao conjunto dessas técnicas denomina-se “caixa preta ou modelagem empírica” (Ljung,1994), e os modelos resultantes são fisicamente mais significativos.

Portanto, há necessidade de plataformas de teste que permitam a aquisição de dados dos sinais de excitação e resposta dos sistemas em estudo. Visando essa demanda foi concebida e desenvolvida uma plataforma experimental, a qual permitisse investigar o desempenho de módulos propulsores de índole eletromecânica.

O projeto do protótipo da plataforma integrou três blocos: gangorra, console para controle e software. A gangorra, ilustrada na figura 2, tem como base o princípio da alavanca. Numa extremidade é colocado o módulo propulsor elétrico e na outra extremidade a balança. O suporte do motor brushless pode ser deslocado ao longo da estrutura dependendo das características do ensaio. Isso torna o equipamento flexível na utilização de motores de maior ou menor potência elétrica.



Figura 2: Gangorra.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

O console de controle faz a ligação entre a gangorra e o computador. É totalmente eletrônico e tem como função principal a aquisição e verificação de dados das diversas grandezas analisadas. Entre estas estão a diferença de potencial elétrico do controlador de velocidade, a corrente elétrica consumida pelo motor e a modulação da largura do pulso que controla a velocidade do motor. A figura 3 ilustra o esquema do console.



Figura 3: Esquema do console de aquisição e tratamento de dados.

O terceiro bloco, que se constitui em software, visa controlar a comunicação entre o console e o computador. Este foi desenvolvido na linguagem C#. A partir da emulação de uma porta USB (função OTG) o usuário consegue controlar o fluxo de dados. Dentre as funções implementadas está o monitoramento da bateria, onde ao atingir o nível mínimo de carga o programa faz o desligamento imediato do motor. Uma janela permite visualizar os dados em forma tabulada e gráfica e imprime o relatório no formato *.txt das variáveis envolvidas no ensaio experimental como ilustrado na Figura 4.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica



Figura 4: Plataforma virtual de controle de dados.

A plataforma foi projetada nos laboratórios do GAIC (Grupo de Automação Industrial e Controle) da UNIJUI. Seu desenvolvimento segue à metodologia: concepção, projeto, simulação, integração e realização de testes. A plataforma apresentou custo benefício na fabricação, como esperado. Os principais materiais empregados na confecção foram PVC (Policloreto de Vinila) e alumínio. Ela permite obter a corrente e a velocidade angular do motor. Para os primeiros testes se utilizou, como sinal de entrada um perfil em degraus, como mostra a figura 5. Uma vez que a corrente é solicitada o motor se comporta com um sistema subamortecido. Isto conduz a pensar que o motor brushless pode ser modelado matematicamente por uma equação diferencial de segunda ordem.

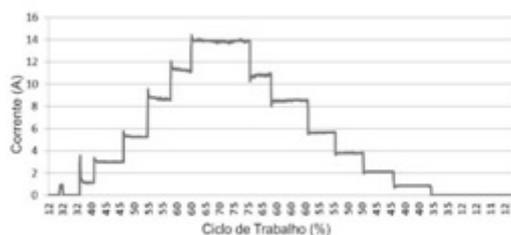


Figura 5: Perfil da corrente.

No perfil da Figura 5 é possível notar que variando o duty cycle do PWM, aproximadamente entre 60% e 75%, a corrente máxima entregue ao motor brushless é de aproximadamente 14A. Acredita-se num primeiro instante que tal limitação é consequência do ESC.

Com este perfil e mudando o duty cycle foram coletados dois conjuntos de amostras. O primeiro foi utilizado para obter o modelo matemático do módulo propulsor elétrico. O segundo conjunto de dados foi utilizado para validar o desempenho do modelo matemático investigado.

O desenvolvimento deste trabalho teve duas etapas. A primeira etapa consistiu em conceber, projetar e desenvolver a plataforma experimental. E a segunda etapa consistiu na aquisição de dados para validação funcional da plataforma. Os sinais adquiridos para desenvolver a modelagem

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

matemática do módulo propulsor elétrico apresentaram-se altamente poluídos. Embora não fosse a expectativa, estes permitiram testar inicialmente algumas técnicas de identificação. A robustez dessas foi satisfatória. Por tanto, a plataforma vem ao encontro de estudos a serem realizados posteriormente, constituindo-se em um instrumento de medição, o qual será utilizado como recurso de ensino e pesquisa em cursos de graduação e pós graduação. Os resultados sugerem um trabalho de pesquisa imediato, o qual visa conceber uma nova plataforma de ensaios utilizando célula de carga. Esta deve aprimorar a obtenção do empuxo que geram as hélices do sistema.

Palavras-chave: Robótica, VANTs, Aquisição de dados, Plataforma de Testes.

Referências Bibliográficas

- Aguirre, L. A. (2004) Introdução à Identificação de Sistemas: Técnicas Lineares e Não-Lineares Aplicadas a Sistemas Reais. 2ª. ed. Belo Horizonte: UFMG.
- Ljung, L. (1999) Systems Identification. Theory for the user. Prentice Hall, London.
- MARKTESANDMARKETS. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market (2013 - 2018), 2014. Disponível em: <<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehiclesuav-market-662.htm>>.
- PAULA, J. C. (2012) Desenvolvimento de um VANT do tipo Quadrirotor para obtenção de imagens aéreas em alta definição. 2012. 103 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- Rodrigues, L. E. M. (2009) Fundamentos da Engenharia Aeronáutica – Aplicações ao Projeto AS E-AeroDesign. Princípios Fundamentais, Aerodinâmica, Propulsão e Análise de Desempenho. 1ª ed rev. – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo.