

PAE - Perspectivas em Aeronáutica e Espaço

1º WORKSHOP IEEE UFSM

10 de Junho de 2016

MOSTRA DE PÔSTERES

Título: Study of Rigid Structure Vibrations and Mechanical Modeling for the NANOSATC-BR2: Modal Analysis and 3D Printing Considerations.

Autores: Acad. Rodrigo Passos Marques*, Acad. Viktor Leon Dutra*, Acad. Artur Gustavo Slongo*, Acad. Alan Pitthan Couto*, Acad. Lorenzo Mantovani*, Acad. Tiago Farias*, Eng. Tális Piovesan*, Acad. Leonardo Zavareze da Costa*, Acad. Pietro Fernando Moro*, Acad. Thales Ramos Mânica*, Acad. Alex Müller*, Dr. Otávio Durão**, Prof. Dr. Nattan Roberto Caetano***, Prof. Dr. Renato Machado**** and Dr. Nelson Schuch*

*Southern Regional Space Center – CRS/INPE – MCTI, in collaboration with the Santa Maria Space Science Laboratory – LACESM/CT – UFSM, Santa Maria, RS, Brazil.

** National Institute for Space Research, Brazil, São José dos Campos, SP, Brazil.

*** Aerospace Engineering – CT/UFSM, Santa Maria, RS, Brazil.

****Santa Maria Space Science Laboratory – LACESM/CT – UFSM, in collaboration with the Southern Regional Space Research Center – CRS/INPE – MCTI, Brazil, Santa Maria, RS, Brazil.

Resumo: The main purposes of this poster are to introduce a Rigid Structure Vibration Analysis for the NANOSATC-BR2 - 2U CubeSat - combining data that was calculated and tested on the NANOSATC-BR1 - 1U CubeSat - (tests carried out at LIT/INPE-MCTI), and show the results of the process of mechanical modeling for the NANOSATC-BR2, made with the Computer Aided Design (CAD) software Solidworks. In order to set parameters for the calculations to the Modal Analysis, a computational model of the 2U CubeSat - NANOSATC-BR2 is designed using the software Solidworks as well, and later tooled using Finite Element Modeling and Post processing software - FEMAP. Using FEMAP, it is possible to test vibration modes, and right after it apply the Modal Calculation to study the phases of the mission to ensure structural stiffness, preventing malfunctions and damage to the satellite subsystems. After the calculations, the tests will be applied at the LIT to confront the theoretical and practical data. This paper also discusses the Process of NANOSATC-BR2 3D Printing for its Mechanical Model, and the influences that the 3D Printer limitations had on the Design of this nanosatellite.

Contato: rodrigo_marques198@hotmail.com

Título: Concepção e Análise de um Sistema de Energia para Picosatélites.

Autor: Msc. Eng. Everson Mattos*.

* Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional Sul

Resumo: A apresentação consiste no projeto e implementação dos tópicos relativos ao sistemas de energia: Arranjo fotovoltaico, Baterias, conversores CC-CC e o controle digital aplicados aos conversores (carregador de baterias e regulador de barramento). O sistema de energia é chamado de EPS (Elétrical Power System) que deve ser projetado para fornecer energia aos demais subsistemas do satélite durante toda sua vida útil. O EPS desenvolvido usa arquitetura empilhada com dois conversores CC-CC. Além disso o conversor que faz a carga das baterias usa algoritmo de busca do

ponto de máxima potência do arranjo fotovoltaico (MPPT) que dá a referência da corrente de carga das baterias.

Contato: everson.mattos@inpe.br

Título: Periodic Control Applied to Attitude Control of the SERPENS II Mission.

Autores: Acad. Felipe Coelho*, Prof. Dr. André Luís da Silva**, Prof. Dr. José Renes Pinheiro***.

* Aluno de Eng. de Controle e Automação/UFSM

** Professor Adjunto, Cacheira do Sul/UFSM

*** Professor Titular, GEPOC/UFSM.

Resumo: This paper presents a periodic controller design for attitude control of a small spacecraft equipped with electromagnetic actuators only. This approach considers the discrete linear time-varying model of the spacecraft and the periodic approximation of the geomagnetic field. The method is based on the solution of the periodic Riccati equation. Numerical simulations were conducted in MATLAB/Simulink for validation. Results have shown good performance. The designed periodic controller coped with significant initial conditions, stabilizing and converging to the nadir-attitude within less than 5 orbits.

Contato: felipesn.coelho@gmail.com

Título: Modelagem e Cálculo dos Coeficientes Aerodinâmicos de um Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT) de Asa Fixa

Autores: Acad. Willian Rigon Silva*, Acad. Germano Henz*, Prof. Dr. André Luís da Silva**

* Aluno Eng. de Controle e Automação/UFSM

** Professor Adjunto, Cacheira do Sul/UFSM

Resumo: Os veículos aéreos não-tripulados (VANTs), de asa rotativa e de asa fixa, estão cada vez mais presentes nos céus, sendo utilizados tanto para lazer, como para operações militares. No caso de sua aplicação em um voo de reconhecimento militar em área distante ou de imageamento para agricultura de precisão, o operador do VANT poderá não ter contato visual, ou imagem de vídeo, durante grande parte do seu voo. Portanto, é importante o estudo e desenvolvimento de um piloto automático robusto para controle de um VANT, tanto para sua estabilidade de voo quanto para navegação. O primeiro passo, e o foco deste trabalho, é a modelagem matemática da cinemática e dinâmica de voo (rotacional e translacional) através de equações diferenciais não-lineares. Para tornar mais viável a obtenção do modelo matemático, em primeiro momento, algumas considerações são feitas: a estrutura é assumida rígida (não há modos flexíveis), não há distúrbios de vento, sua velocidade é baixa (não são considerados fluxos turbulentos ou modificação da posição do centro aerodinâmico dos aerofólios) e os ângulos de rolagem, arfagem e guinada são os ângulos de Euler em relação a um referencial inercial, utilizando o padrão NED (*North-East-Down*). A condição inicial para modelagem é voo de cruzeiro (velocidade constante, altitude de cruzeiro, efeito solo nulo, ângulos de rolagem, guinada e de derrapagem iguais a zero). As equações diferenciais do modelo matemático do VANT compõe um sistema de espaço de estados com 12 variáveis (3 de posição em relação ao referencial inercial NED, 3 de velocidades em relação ao referencial inercial NED, 3 dos ângulos de Euler, e 3 de velocidades angulares ao redor do centro de gravidade da estrutura). O vetor de variáveis de controle do sistema possui 4 elementos: empuxo gerado pelo motor, atuação no *aileron*, profundor e leme. Uma vez determinado o modelo matemático genérico em espaço de estados, as forças aerodinâmicas de sustentação, arrasto e lateral, além dos momentos de rolamento, arfagem e

guinada, são calculados. Essas forças e momentos são funções de coeficientes aerodinâmicos, que, por sua vez, dependem da estrutura (geometria) do VANT. A estrutura escolhida para este trabalho foi o modelo geométrico aproximado do VANT utilizado pelo *University of Toronto Aerospace Team (UTAT)*, do qual o primeiro autor fez parte durante intercâmbio no Canadá. Para determinação dos coeficientes aerodinâmicos deste VANT, são utilizados métodos semi-empíricos presentes na literatura clássica para projeto de aeronaves convencionais (um deles sintetizado no *software DATCOM*), além de análise computacional preliminar utilizando o *software TORNADO*. Concluído este processo, de posse do modelo matemático em espaço de estados e dos coeficientes aerodinâmicos da estrutura, pode-se então simular a dinâmica de voo do VANT em um computador e aplicar técnicas da teoria de controle para garantir sua estabilidade e rastreamento de uma referência. Resultados preliminares dessa metodologia para obtenção do modelo matemático e sua simulação são apresentados.

Contato: willian.sky88@gmail.com

Título: Desenvolvimento de Software que Realiza Seleção Ótima de Perfil Aerodinâmico para VANT do Projeto Carancho Aerodesign

Autores: Acad. Saulo Francisco da Silva Penna Neto¹, Acad. Willian Rigon²,

¹Aluno de Eng. de Controle e Automação/UFSM

²Aluno de Engenharia Mecânica/UFSM

Resumo: Devido a complexidade da tarefa de selecionar o perfil aerodinâmico mais adequado entre as centenas disponíveis no banco de dados da Equipe Carancho Aerodesign para a construção de uma asa, decidiu-se criar um software que realizasse tal escolha de forma otimizada e eficaz, dispensando o risco de erros humanos e o trabalho que poderia durar horas ou até dias antes que fosse concluído.

Contato: willianrigon@gmail.com e saulo.annep@hotmail.com

Título: Aplicação do Método QFD no Projeto de um VANT Desenvolvido para a Competição SAE Aerodesign

Autores: Acad. Diego Pavani Guimarães¹, Acad. Willian Rigon¹

¹Aluno de Engenharia Mecânica/UFSM

Resumo: Este trabalho mostra os resultados de uma análise QFD (Quality Function Deployment) do vant do projeto de pesquisa Carancho Aerodesign. Com o objetivo de aumentar o desempenho durante os vários estágios de desenvolvimento do projeto. Foi utilizado o método da Casa da Qualidade que relaciona requisitos de projeto com requisitos de cliente tabelados e definidos pela a equipe. Cada requisito de cliente será dada uma nota de que representará o seu grau de importância e dentro da tabela será atribuído um valor que representa o grau de relação entre os requisitos de projeto e requisitos de cliente. Usando esses valores podemos então calcular quais dos requisitos têm maior importância ou aqueles que deverão ser considerados para um melhor resultado final, ou seja, um projeto melhor. O método também faz a relação entre os vários requisitos de projeto mostrando a influência entre eles caso a equipe deseje mudar algum requisito do projeto durante o seu desenvolvimento. Com o financiamento e tempo limitado o método irá apresentar, dentre os requisitos de projeto selecionados e definidos, os mais importantes e os que irão melhorar o nosso vant. O resultado final será uma melhor organização dos nossos objetivos e um melhor aproveitamento dos nossos recursos.

Contato: willianrigon@gmail.com e diego.dpg@hotmail.com

Título: Introdução a Sistemas de Determinação e Controle de Atitude de Satélites da Classe Cubesat

Autores: Acad. Kátia Maier dos Santos, Prof. Dr. José Renes Pinheiro; Prof. Dr. André Luís da Silva

* Aluna de Eng. Aeroespacial/UFSM

** Professor Adjunto, Cacheira do Sul/UFSM

*** Professor Titular, GEPOC/UFSM.

Resumo: Este projeto tem como objetivo fazer uma revisão e explicação acerca de nanossatélites da classe Cubesat, com foco nos seus sistemas de determinação e controle de atitude. Tais satélites ganharam espaço dentro das universidades, sendo utilizados principalmente para fins educativos, demonstração e desenvolvimento de tecnologia. Um CubeSat tem o formato de um cubo com dimensões de 10x10x10 cm, podendo ter até 1 kg. Ele é liberado no espaço através do P-POD (Poli-Picosatellite Orbital Deployer), que serve como interface entre o nanossatélite e o veículo de lançamento. Painéis solares são colocados nas laterais do CubeSat para gerar energia elétrica, carregando suas baterias, que são utilizadas durante o eclipse, quando os painéis não recebem energia solar diretamente. Os principais sensores envolvidos na determinação de atitude de um CubeSat são os magnetômetros, que medem o campo magnético local, e o sensor solar, que mede a direção do sol. Supondo que se conhece o vetor campo magnético local e vetor de direção do sol em um sistema de coordenadas de referência, para a determinação de atitude (orientação angular), existem muitos algoritmos na literatura técnica, os mais simples e difundidos são o algoritmo ótimo QUEST e o algoritmo determinístico TRIAD, sendo este implementado quando se procura um programa com menor custo computacional e que se baseie em apenas dois vetores de observação. Para a implementação desses algoritmos, é útil usar quatérnions, que são mais adequados para simulação numérica devido à ausência de singularidades e fácil processo de ortogonalização; ao passo que os ângulos de Euler são mais usados para a visualização do movimento do satélite a partir de rotações elementares com respeito a um referencial. Outro sensor que pode ser utilizado é o giroscópio, que determina velocidade angular, a partir da qual a atitude pode ser determinada por integração de uma equação de cinemática. Se, além de sensores solares e magnetômetros, giroscópios são adotados, um Filtro de Kalman é necessário, para realizar a fusão dos dados de atitude gerados pelo método TRIAD e pelos giroscópios. Este possui duas fases, a primeira de previsão e a segunda de atualização. A atitude é controlada por meio de atuadores, como rodas de reação, que geram torque devido à aceleração de uma roda, e bobinas magnéticas. As bobinas magnéticas, ou magnetorquers, podem trabalhar diretamente, interagindo com o campo magnético local da Terra, ou indiretamente, em combinação com as rodas de reação, sempre com o objetivo de estabilizar o nanossatélite. O uso mais comum, devido à simplicidade e baixo custo, é do controle magnético direto.

Contato: katiamaiers@gmail.com