

Mesa para Teste de Sensores e Transmissores em Nanossatélites

Eden L. S. C. Barbosa,¹ Denilson P. S. Santos²
 FESJ/UNESP, São João da Boa Vista - SP

A busca por inovações nas áreas de tecnologia e fabricação tem transformado o cenário da manufatura de peças em todos os setores. A possibilidade de utilizar a Manufatura Aditiva, também conhecida como impressão 3D, tem aberto novos horizontes para setores importantes, como o aeroespacial. A Manufatura Aditiva é um processo de fabricação que constrói objetos camada por camada, adicionando material de forma controlada para criar a peça desejada. No contexto deste trabalho, a criação de uma mesa giroscópica de 3 eixos [1, 4] utilizando manufatura aditiva é proposta para fins didáticos, testes de software e sistemas embarcados em nanossatélites. Um sistema embarcado é um sistema de computação que é integrado a um dispositivo maior e é responsável por executar funções específicas. É composto por hardware e software projetados para atender às necessidades do dispositivo em que está embarcado. Esse simulador permite testar o controle de rodas de reação, apontamento, calibração de sensores (giroscópios, acelerômetros) e velocidades de rotação [2, 5, 6, 8]. O movimento de um satélite possui 6 graus de liberdade [3], sendo 3 rotações e 3 translações. Neste trabalho, estudamos apenas os 3 eixos de rotação. As três rotações podem ser visualizadas na figura 1

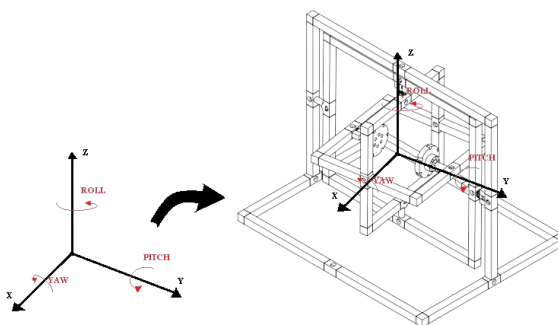


Figura 1: Eixos de rotação. Fonte: Próprio Autor.

Ao incorporarmos o sistema de rotação da figura na mesa, podemos expressar a matriz de rotação dos ângulos de Euler [7] como

$$R_{\phi, \theta, \varphi} = \begin{pmatrix} \cos(\phi) \cdot \cos(\theta) & \cos(\phi) \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) - \sin(\phi) \cdot \cos(\varphi) & \cos(\phi) \cdot \sin(\theta) \cdot \cos(\varphi) + \sin(\phi) \cdot \sin(\varphi) \\ \sin(\phi) \cdot \cos(\theta) & \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) + \cos(\phi) \cdot \cos(\varphi) & \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \cdot \cos(\varphi) - \cos(\phi) \cdot \sin(\varphi) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) \cdot \sin(\varphi) & \cos(\theta) \cdot \cos(\varphi) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Os ângulos ϕ , θ e φ são definidos como as três rotações que compõem os ângulos "Roll-Pitch-Yaw". Esses ângulos descrevem a orientação espacial de um objeto em relação a um sistema de coordenadas fixo. O ângulo ϕ representa a rotação em torno do eixo x (x_0), o ângulo θ representa a rotação em torno do eixo y (y_0), e o ângulo φ representa a rotação em torno do eixo z (z_0) [7].

¹lucas.cavalcante@unesp.br

²denilson.santos@unesp.br

Essas rotações são importantes para controlar a atitude de um nanossatélite, permitindo que ele se posicione corretamente em órbita e execute suas funções de forma adequada. O projeto da mesa giroscópica busca aplicar conceitos matemáticos à engenharia aeroespacial, utilizando a manufatura aditiva como ferramenta inovadora no setor. Para atingir esse objetivo, foram criados modelos que são estática e dinamicamente estáveis, garantindo que a mesa giroscópica não apresentará tendências em condições de repouso e permanecerá em equilíbrio rotacional. Essa característica é importante tanto quando a mesa está em rotação quanto quando está parada, permitindo que um controle específico seja acionado em qualquer condição. Esse controle atua na rotação da câmara em três graus de liberdade, proporcionando maior precisão e controle durante os testes realizados na bancada de teste do nanossatélite.

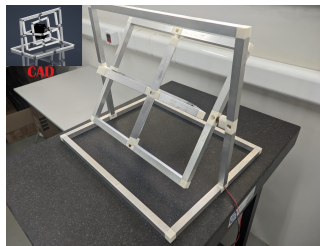


Figura 2: Protótipo em cima de uma mesa de alinhamento a laser. Fonte: Próprio Autor.

Referências

- [1] E. A. Barros e F. C. Junqueira. “Modelagem matemática de um giroscópio sintonizado dinamicamente”. pt. Em: **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica** 16 (jun. de 2005), pp. 136–145. ISSN: 0103-1759.
- [2] J. W. Cornelisse, H. F. R. Schoyer e K. F. Wakker. **Rocket propulsion and spaceflight dynamics**. 1979.
- [3] D. Gallardo e R. Bevilacqua. “Six degrees of freedom experimental platform for testing autonomous satellites operations”. Em: **Proceedings of the 8th International ESA GNC Conference**. 2011.
- [4] A. Jan e K. Zbigniew. **Theory of Gyroscopes**. 2012. DOI: 10.1007/978-1-4614-3978-3_3.
- [5] D. P. S. Santos e J. K. S. Formiga. “Equilibrium Conditions for Tethered Satellite Constellations”. Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics** 6.1 (2018).
- [6] S. Stewart e G. Holt. “Real-Time Attitude Determination of a Nanosatellite using GPS Signal-To-Noise Ratio Observations”. Em: **Small Satellite Conference** (ago. de 2005). URL: <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2005/all2005/37>.
- [7] W. T. Thomson. **Introduction to Space Dynamics**. Revised. ed. New York: Dover Publications, 1986. ISBN: 0-486-65113-4.
- [8] W. V. C. Viegas et al. “Controle em três eixos para aquisição de atitude por satélite universitário partindo de condições iniciais desfavoráveis”. pt. Em: **Sba: Controle Automação Sociedade Brasileira de Automação** 23 (abr. de 2012), pp. 231–246. ISSN: 0103-1759.