

PROPOSTA DE TRABALHO - T0

The background of the slide is a photograph of a satellite in space. The satellite is positioned on the right side, with its solar panels extended. The Earth's horizon is visible in the lower right, and the dark, star-filled sky of space is in the upper right. A semi-transparent blue rectangle is overlaid on the left side of the image, containing the text.

PME 3380 - MODELAGEM DE SISTEMAS DINÂMICOS

Cássio Murakami - 10773798

Gabriel Barbosa Paganini - 10772539

Henrique Kuhlmann - 10772672

João Otávio Tanaka de Oliveira - 10772842

01

INTRODUÇÃO AO PROBLEMA

Contextualização do tema e apresentação do problema

02

MODELO DINÂMICO

Apresentação da modelagem matemática do satélite

03

LINEARIZAÇÃO

Apresentação do modelo linearizado

04

PRÓXIMOS PASSOS

Tarefas a serem realizadas para conclusão do trabalho

05

BIBLIOGRAFIA

Referências utilizadas no trabalho

INTRODUÇÃO AO PROBLEMA



Fonte: TIME (2014) e NASA (1999)

CONTEXTUALIZAÇÃO

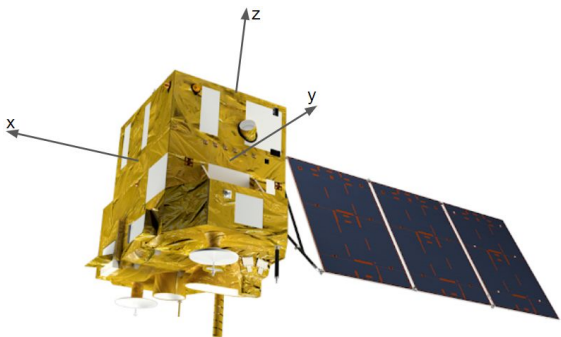
- Atualmente, a maioria das telecomunicações são dependentes dos satélites artificiais;
- Outros serviços essenciais também precisam deles para funcionar, como sistemas de posicionamento global (*GPS*);

PROBLEMA

- Entretanto, alguns satélites necessitam estar orientados em certa posição angular para poderem transmitir sua informação de forma correta;
- Logo, deseja-se modelar a estabilização rotacional de um satélite em torno de um estado angular.

MODELO DINÂMICO

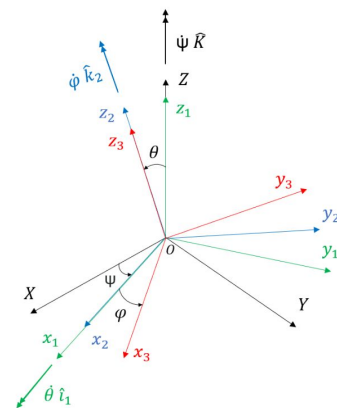
- Teorema do momento da quantidade de movimento;



Fonte: INPE (2020)

$$\begin{cases} I_x \dot{\omega}_x = (I_y - I_z) \omega_y \omega_z \\ I_y \dot{\omega}_y = (I_z - I_x) \omega_x \omega_z \\ I_z \dot{\omega}_z = (I_x - I_y) \omega_x \omega_y \end{cases}$$

- Ângulos de Euler Z-X-Z'.



Fonte: autores (2020)

$$\begin{cases} \ddot{\psi} = f_1(\psi, \dot{\psi}, \theta, \dot{\theta}, \varphi, \dot{\varphi}) \\ \ddot{\theta} = f_2(\psi, \dot{\psi}, \theta, \dot{\theta}, \varphi, \dot{\varphi}) \\ \ddot{\varphi} = f_3(\psi, \dot{\psi}, \theta, \dot{\theta}, \varphi, \dot{\varphi}) \end{cases}$$

LINEARIZAÇÃO

- Expansão de Taylor de 1ª ordem em torno de um ponto genérico P;
- Velocidades angulares não necessariamente nulas em P;
- Software *Wolfram Mathematica*;
- Sistema de equações diferenciais lineares de sexta ordem.



WOLFRAM

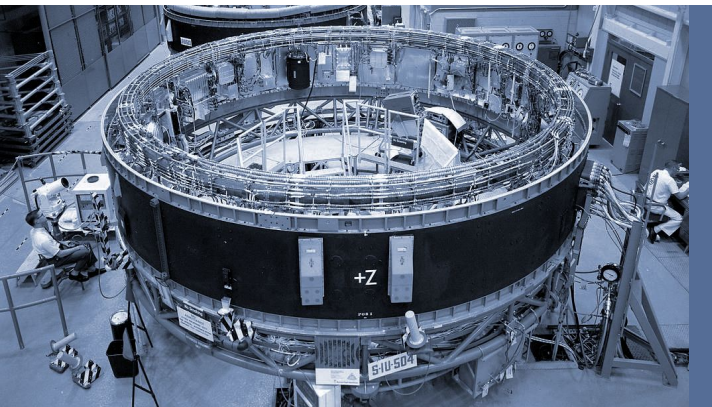
Fonte: WOLFRAM (2019)

Fonte: autores (2020)

$$\begin{bmatrix} \ddot{\psi}(t) \\ \ddot{\theta}(t) \\ \ddot{\varphi}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \psi} & \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \dot{\psi}} & \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \theta} & \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \dot{\theta}} & \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \varphi} & \frac{\partial \ddot{\psi}}{\partial \dot{\varphi}} \\ \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \psi} & \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \dot{\psi}} & \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \theta} & \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \dot{\theta}} & \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \varphi} & \frac{\partial \ddot{\theta}}{\partial \dot{\varphi}} \\ \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \psi} & \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \dot{\psi}} & \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \theta} & \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \dot{\theta}} & \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \varphi} & \frac{\partial \ddot{\varphi}}{\partial \dot{\varphi}} \end{bmatrix}_P \begin{bmatrix} \psi(t) - \psi_0 \\ \dot{\psi}(t) - \dot{\psi}_0 \\ \theta(t) - \theta_0 \\ \dot{\theta}(t) - \dot{\theta}_0 \\ \varphi(t) - \varphi_0 \\ \dot{\varphi}(t) - \dot{\varphi}_0 \end{bmatrix}$$

$$P = (\psi_0, \dot{\psi}_0, \theta_0, \dot{\theta}_0, \varphi_0, \dot{\varphi}_0)$$

PRÓXIMOS PASSOS



CONTROLE

- Aplicação de torques impulsivos para controle da estabilidade do satélite:
 - Rodas de torque;
 - Propulsores de gases frios.

REGIME DE ATUAÇÃO

- Definição de uma trajetória nominal;
- Escolha do estado angular do sistema.

BIBLIOGRAFIA

- CABETTE, R. E. S. Estabilidade do movimento rotacional de satélites artificiais. Tese (Doutorado) — Dissertação de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 2006.
- GOLDSTEIN, H.; POOLE, C.; SAFKO, J. Classical Mechanics (3rd Edition). [S.l.: s.n.], 2001. 198-208 p. ISBN 0201657023.
- GONÇALVES, L. D. Manobras Orbitais de Satélites Artificiais Lunares com Aplicação de Propulsão Contínua. Tese (Doutorado) — dissertação (Mestrado em Mecânica Espacial e Controle)-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013.
- HENDERSON, D. Shuttle program. euler angles, quaternions, and transformation matrices working relationships. 1977.
- SHRIVASTAVA, S.; MODI, V. Satellite attitude dynamics and control in the presence of environmental torques-a brief survey. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, v. 6, n. 6, p. 461–471, 1983.

**OBRIGADO PELA
ATENÇÃO**

