Modelagem de Sistemas Dinâmicos

Trabalho 3

Erica da Cunha Ferreira

Novembro 2020

UFRJ

Sumário

1 Introdução

Este trabalho tem como objetivo analisar um satélite modelado por uma modelo multivariável de 3 entradas e 3 saídas. Estas variáveis controladas são as velocidades angulares (3D) do satélite que são estabilizadas a zero em tempo infinito.

2 Metodologia

É disponibilizado 2 arquivos para este trabalho, sta_control_satellite.stlx e sta_control_satellite_simu.m, sendo o diagrama de blocos do sistema e o código do Matlab, respectivamente.

No arquivo sta_control_satellite_simu.m, temos as seguintes incógnitas e seus valores.

$$\lambda = eig(J)$$

$$\lambda_m = min(\lambda)$$

$$\lambda_M = max(\lambda)$$

$$\omega_o = [-0.0021; -0.0067; 0.0253]$$

$$\delta_1 = 1 + \frac{\lambda_M}{\lambda_m}$$

$$\delta_2 = 0$$

$$k_1 e = \sqrt{(2\delta_2)}$$

$$k_1 = 1$$

$$K_2 e = 2\delta_1$$

$$k_2 = 6.8728$$

$$k_3 e = max\left(3\delta_2 + \frac{2\delta_2^2}{{k_1}^2}, \frac{9(k_1\delta_1)^2}{16k_2(k_2 - 2\delta_1)} + \frac{0.5k_1^2\delta_1 - 2k_1^2 k_2 + k_2\delta_2}{k_2 - 2\delta_1}\right)$$

$$k_3 = 1$$

$$\beta_1 = \left(1.5k_1^2 k_2 + 1\delta_2 k_2\right)^2$$

$$\beta_2 = k_3 k_l^2 - 1\delta_2^2 - 3\delta_2 k_1^2$$

$$\alpha_1 = \frac{\frac{9}{16}(k_1\delta_1)^2(k_2+0.5\delta_1)^2}{k_2}$$

$$\alpha_2 = k_2(k_3+2k_1^2-\delta_2) - (2k_3+0.5k_1^2)\delta_1 - \frac{9(k_1\delta_1)^2}{16k_2}$$

$$k_4e = max\left(\frac{\beta_1}{\beta_2} + 2k_2^2 + 1.5k_2\delta_1, \frac{\alpha_1\left((k_2-2\delta_1)+(2k_2^2\delta_1+0.25k_2\delta_1^2)\right)}{\alpha_2(k_2-2\delta_1}\right)$$

$$k_4 = k_4e$$

No arquivo sta_control_satellite.stlx, temos o seguinte diagrama de blocos, que representa o sistema.

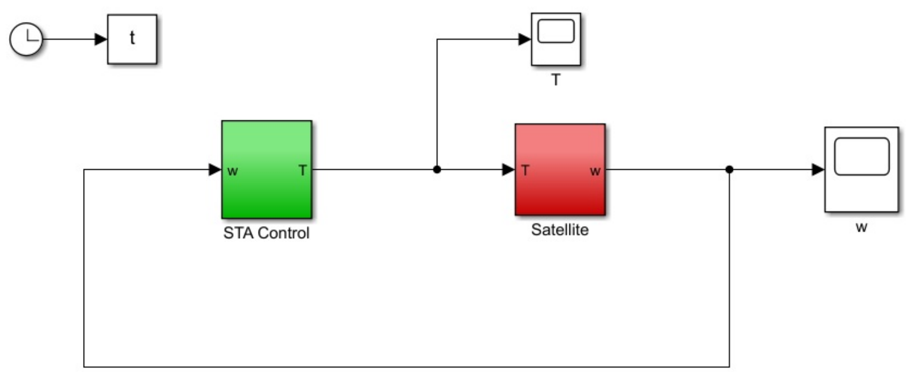

Figura 1: Diagrama de Blocos do Sistema

Ao clicar no *STA Control*, temos o seguinte diagrama de blocos que representa o sistema.

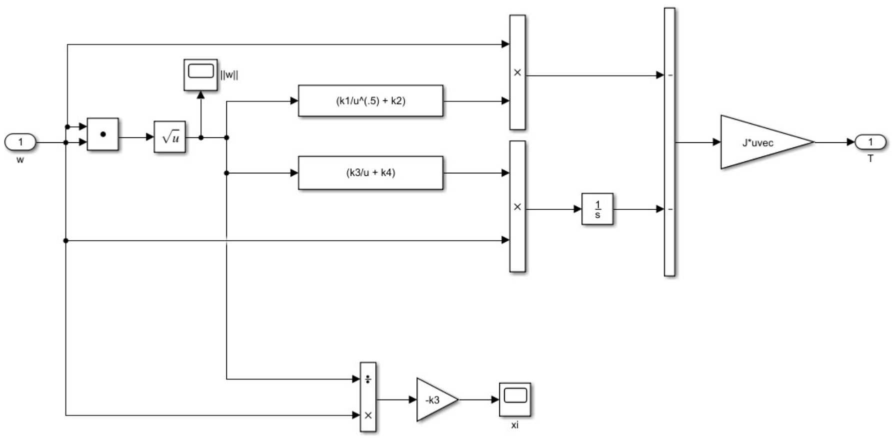

Figura 2: Diagrama de Blocos STA Control

Abaixo, estão expostas as respectivas equações obtidas a partir do diagrama de blocos acima:

$$\beta_1 = \omega x \left(\frac{k_1}{\sqrt{u_1}} \right) + k_2 \tag{1}$$

$$\dot{\beta}_2 = \omega x \left(\frac{k_3}{\sqrt{u_1}} \right) + k_4 \tag{2}$$

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 \tag{3}$$

$$u_1 = \sqrt{\vec{\omega} \cdot \vec{\omega}} \tag{4}$$

$$T = J \times \beta_{vec} \tag{5}$$

$$x_i = \frac{-(k_3 \times \omega)}{u_1}. \tag{6}$$

Ao clicar no bloco *Satellite* da **Figura 1**, temos o seguinte diagrama de blocos:

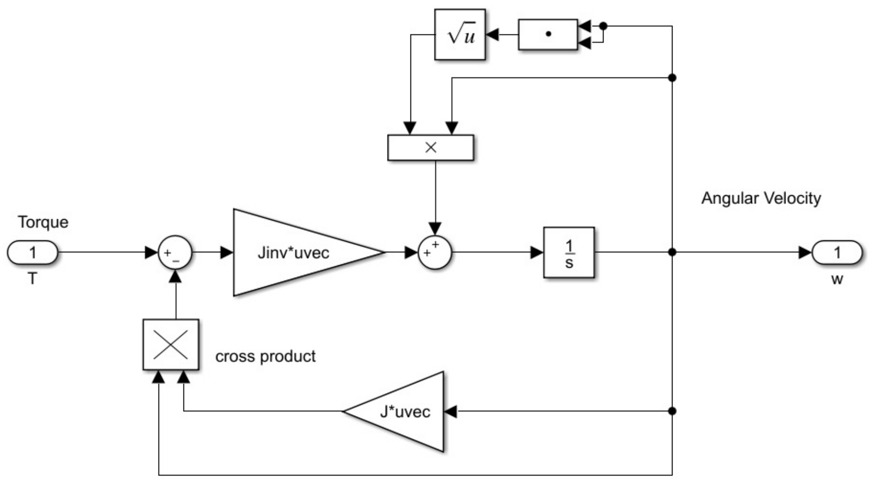

Figura 3: Diagrama de Blocos Satellite

Abaixo estão as equações a partir do diagrama de blocos do *Satellite*:

$$\alpha = T - J \times \omega_{vec} \times \omega_{vec} \tag{7}$$

$$\dot{\omega} = J_{inv}\alpha_{vec} + \left(\vec{\omega} \cdot \vec{\omega} \times \sqrt{\omega}\right) \times \sqrt{\omega} \tag{8}$$

Ao clicar no *scope* chamado de T, temos a seguinte imagem, nela podemos observar que o torque se estabiliza em zero.

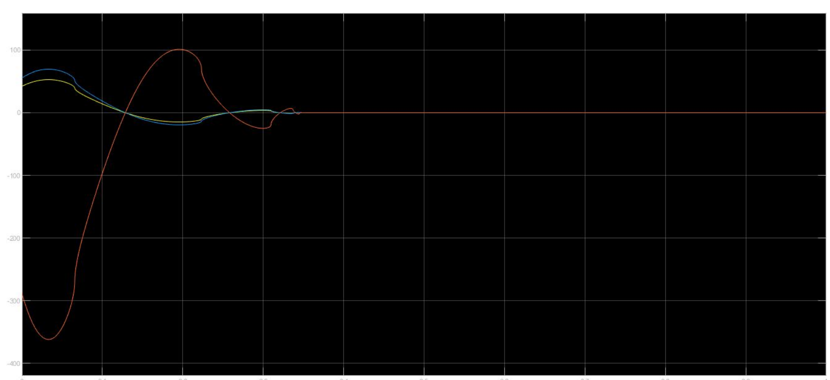

Figura 4: Diagrama do Bloco T

Como resultado final do programa sta_control_satellite_simu.m, temos o seguinte gráfico:

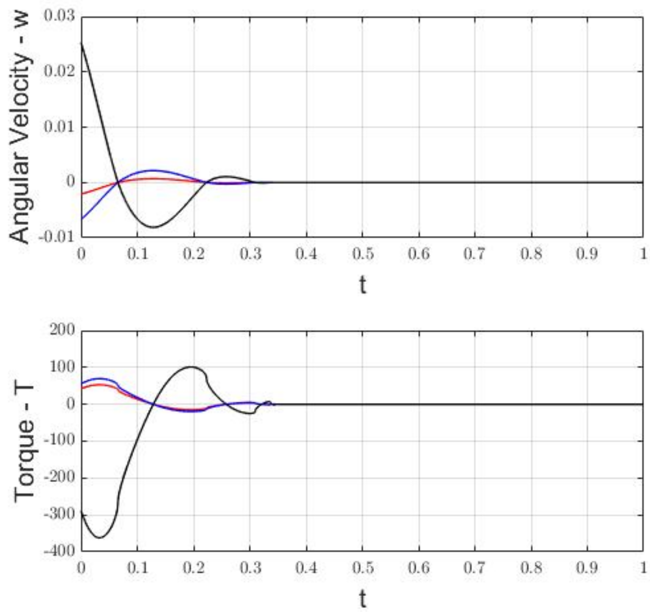

Figura 5: Código Simulado

Ao analisar a saída de Velocidade angular, é possível ver que as respostas traçadas indicam sobrepasso período de tempo compreendido entre 0.16 segundos e 0.22 segundos. Ainda, quando t = 0.32 segundos, todas as respostas assentam-se em y = 0. Analisando a saída b, temos sobrepassos e 0.13, 0.25 e 0.32 segundos. Ainda, quando t = 0.34 segundos, o assentamento ocorre para o valor de y = 0.

3 Conclusão

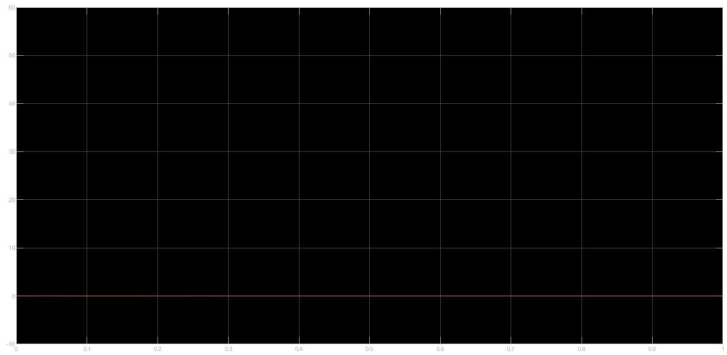

Figura 6: Resultado do Sistema

Como pode ser observado nas **Figuras 4,5,6**, o código atinge com sucesso o seu objetivo, de estabilizar as velocidades angulares utilizando o torque, uma vez que como podemos ver na **Figura 6**, que mostra a representação final do sistema, temos todas as velocidades tendendo a zero.