

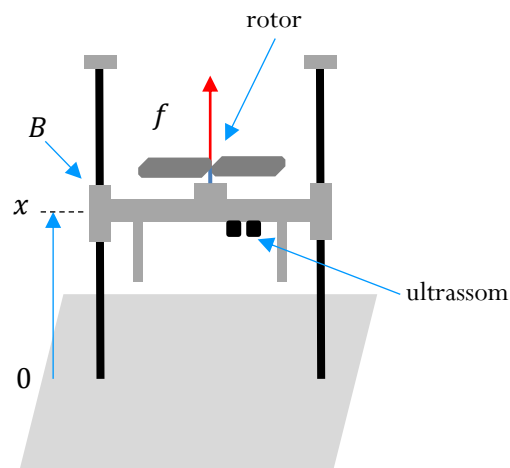


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
 DIVISÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
 DEPARTAMENTO DE MECATRÔNICA
MPS-43: SISTEMAS DE CONTROLE

Lista de Exercícios 3

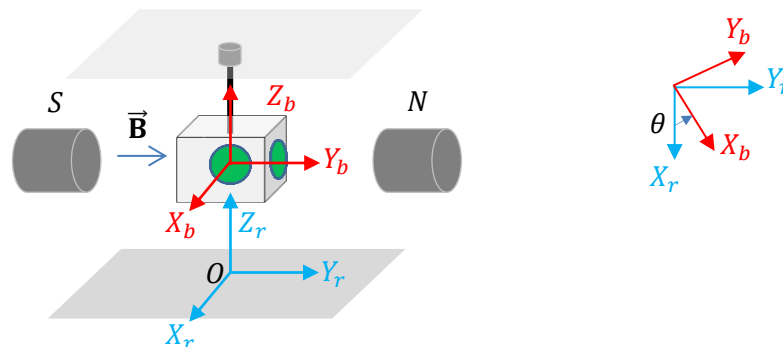
Prof. Davi Antônio dos Santos

1. Seja o sistema ilustrado na figura abaixo.



Trata-se de um aparato didático, ao qual damos o nome de Aerolevador, cuja função é ilustrar o controle em malha fechada da altura x da parte móvel, mediante a manipulação da força de empuxo f do rotor. A massa da parte móvel do aparato é m . Considera-se que o atrito entre as partes móvel e fixa possa ser modelado pelo modelo de atrito viscoso, com coeficiente de atrito B .

- a. Obtenha a equação de movimento. Diga se o modelo obtido é linear ou não linear.
 - b. Obtenha a função de transferência $X(s)/\delta F(s)$. (Para tal, defina $\delta f \triangleq f - mg$).
 - c. Desenhe o diagrama de blocos de um sistema de controle da variável x em malha fechada, usando um controlador PD e levando em conta o modelo da planta obtido em (a).
 - d. Usando o MATLAB/Simulink, simule o sistema do item (c). Ajuste os ganhos k_p e k_d por tentativa e erro. Obtenha o gráfico de x em resposta a uma excitação em degrau de amplitude 0,4 m. Considere $m = 0,3$ kg, $B = 0,01$ Kg/s e $g = 9,8$ m/s².
2. Seja o sistema ilustrado na figura abaixo.



Trata-se de um aparato didático, ao qual damos o nome de Emulador de Satélite Magneto-atuado. Esse sistema é composto de uma carcaça com dois polos magnéticos (S e N), que geram um campo magnético de densidade \vec{B} , com direção horizontal, conforme indicado na figura, e de um cubo (que emula um satélite) fixo à carcaça por meio de um eixo montado num encoder. A figura define dois sistemas de coordenadas. O $S_b = \{X_b, Y_b, Z_b\}$ é fixo ao corpo do satélite, com origem em seu centro de massa, enquanto o $S_r = \{X_r, Y_r, Z_r\}$ é fixo à carcaça. Os eixos Z_b e Z_r são paralelos. Ao satélite, estão montadas duas bobinas magnéticas (em verde) alinhadas, respectivamente, aos eixos X_b e Y_b . A função do aparato é ilustrar o controle em malha fechada do ângulo de atitude θ variando-se os momentos de dipolo magnético m_x e m_y (produzidos pelas bobinas do satélite) ao longo dos eixos X_b e Y_b , respectivamente. O momento de inércia do satélite em torno de Z_b é J_z . Despreza-se qualquer outro campo magnético além de \vec{B} . (Lembre-se $\tau_b = \mathbf{m}_b \times \mathbf{B}_b$, onde $\tau_b \in \mathbb{R}^3$ é a representação do torque magnético em S_b , $\mathbf{m}_b \in \mathbb{R}^3$ é a representação do momento de dipolo magnético em S_b e $\mathbf{B}_b \in \mathbb{R}^3$ é a representação de \vec{B} em S_b).

- Obtenha as equações de movimento do satélite considerando m_x e m_y como entradas independentes.
 - Linearize o modelo obtido em (a) em torno do ponto de referência $\theta = \bar{\theta}$ constante.
 - Obtenha as funções de transferência $\delta\theta(s)/\delta M_x(s)$ e $\delta\theta(s)/\delta M_y(s)$.
3. Seja um servomecanismo de posição angular atuado por um motor de corrente contínua com escovas e instrumentado com um potenciômetro (sensor de ângulo) e um tacômetro (sensor de velocidade angular), conforme esquematizado na figura abaixo. Considere que a lei de controle seja do tipo realimentação tacométrica e que o circuito de acionamento do motor possa ser bem descrito por uma simples constante k_a (conhecida). Considere conhecidos a resistência R_a , a indutância L_a , as constantes do motor k_τ e k_ω , o momento de inércia J e o coeficiente de atrito B . Obtenha a função de transferência da planta (em malha aberta!) $\Theta(s)/U(s)$.

