Disciplina Tópicos em Controle de Processos 2
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade de Brasília

Trabalho 1

Controle do pêndulo invertido por realimentação de estados

Prof. Geovany A. Borges
gaborges@ene.unb.br

Quesito 1. Linearização do modelo do pêndulo invertido em torno de $\bar{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} 0 & \pi & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$ e $\bar{u} = 0$, usando $\delta_x = \mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}$, $\delta_u = u - \bar{u}$ e $\delta_y = \mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}}$. Responda de forma literal as questões abaixo:

a. Obter o modelo linearizado sob a forma espaço de estados.

b. Obter o modelo linearizado sob a forma função de transferência $G(s) = \frac{\delta_y(s)}{\delta_u(s)}$.

Quesito 2. Simular $G(s)$ partindo da condição inicial $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 0 & \pi - 0,01 & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$ e com e $u = 0$. Comparar as curvas de resposta obtidas para as componentes do vetor de estado com as apresentadas pelo simulador. Deve-se observar que $G(s)$ corresponde ao sistema linearizado e que $\mathbf{x}$ é o vetor de estados do pêndulo. Portanto, as devidas transformações de variáveis devem ser aplicadas.

Quesito 3. Projetar um regulador digital por realimentação de estados de modo a manter o sistema em $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 0 & \pi & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$. Usar a mesma taxa de amostragem do simulador. Neste quesito, deve-se escolher a locação dos pólos e determinar a matriz de ganho $\mathbf{K}$ da lei de retroalimentação $u(k) = -\mathbf{K}\mathbf{x}(k)$. Supor também que as componentes $\mathbf{x}(k)$ são disponíveis, através da estrutura `StrEstado` do simulador. Verificar em simulação o comportamento obtido pelo pêndulo para diferentes condições iniciais. Comentar os resultados.

Quesito 4. Considerando que o vetor de estados $\mathbf{x}(k)$ não é diretamente acessível, projetar um observador digital de forma a obter uma estimativa $\hat{\mathbf{x}}(k)$ a ser usada pelo regulador. No projeto do observador, desprezar a existência de erros de medição (*e.g.*, variáveis aleatórias v_x e v_θ). Refazer as simulções do quesito anterior usando como lei de retroalimentação $u(k) = -\mathbf{K}\hat{\mathbf{x}}(k)$. Comentar os resultados.