



ROTEIRO DE LABORATÓRIO

1. Código da Experiência: 3C
2. Título: Controle no Espaço de Estados: Seguidor de Referência com Estados Estimados
3. Objetivos: Esta prática tem como objetivos:
 - Aprimoramento dos conceitos envolvidos na teoria de espaço de estados;
 - Aperfeiçoamento do projeto de controladores no espaço de estados;
 - Projeto de um seguidor de referência, para o acompanhamento de degraus, com realimentação de estados estimados.
4. Equipamento Utilizado: São necessários para realização desta experiência:
 - Um microcomputador PC com um os softwares necessários (Windows, MATLAB/SIMULINK, compilador C, QUARC);
 - Uma placa de aquisição de dados Q8-USB da Quanser;
 - Um módulo de potência VoltPAQ-X1;
 - Um sistema de tanques acoplados da Quanser;
5. Introdução:

5.1. Realimentação de Estados Estimados

Para a realimentação de estados é necessário que todos os estados reais da planta, $\mathbf{x}(t)$, sejam mensuráveis. Quando isto não ocorre, há a necessidade de construir um observador de estados. Neste caso a realimentação é feita a partir dos estados estimados, $\hat{\mathbf{x}}(t)$:

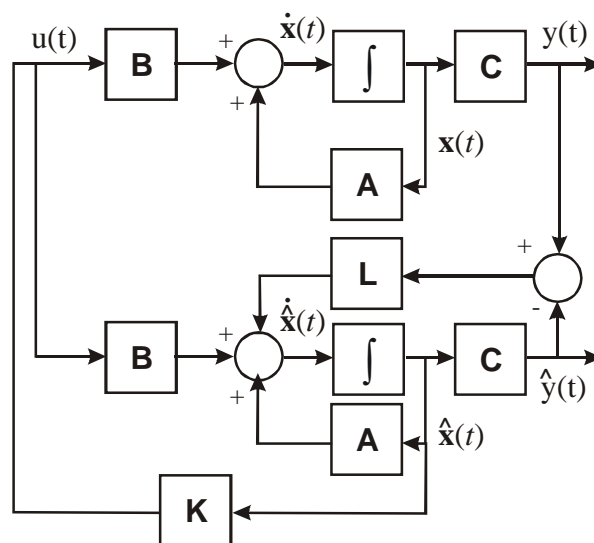


Figura 1. Esquema genérico de um sistema com realimentação dos estados estimados.

Seja: $\begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t) \\ y(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t) \end{cases}$. Se $\hat{\mathbf{x}}(t)$ é uma estimativa de $\mathbf{x}(t)$, então, na realimentação de estados utiliza-se:

$$u(t) = \mathbf{K}\hat{\mathbf{x}}(t)$$

Porém, se a realimentação é feita a partir dos estados estimados, a dinâmica do estimador precisa ser considerada. Desta forma, tem-se:

$$\begin{bmatrix} \dot{\hat{\mathbf{x}}}(t) \\ \dot{\hat{\mathbf{x}}}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{BK} \\ \mathbf{LC} & \mathbf{A} - \mathbf{LC} + \mathbf{BK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(t) \\ \hat{\mathbf{x}}(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{B} \\ \mathbf{B} \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{C} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(t) \\ \hat{\mathbf{x}}(t) \end{bmatrix}$$

5.2. Implementação de Seguidores de Referência com Estados Estimados

Uma vez calculados os ganhos k_1 e k_2 , a ação de controle é determinada, praticamente, da mesma forma: $u(t) = k_1 \int_0^t e(t) dt + k_2 \hat{\mathbf{x}}(t)$, Apenas utilizando os estados estimados no lugar das medidas obtidas a partir dos estados reais.

A implementação do seguidor, com realimentação dos estados estimados, consiste em obter o sinal de controle $u(t)$ conforme figura a seguir.

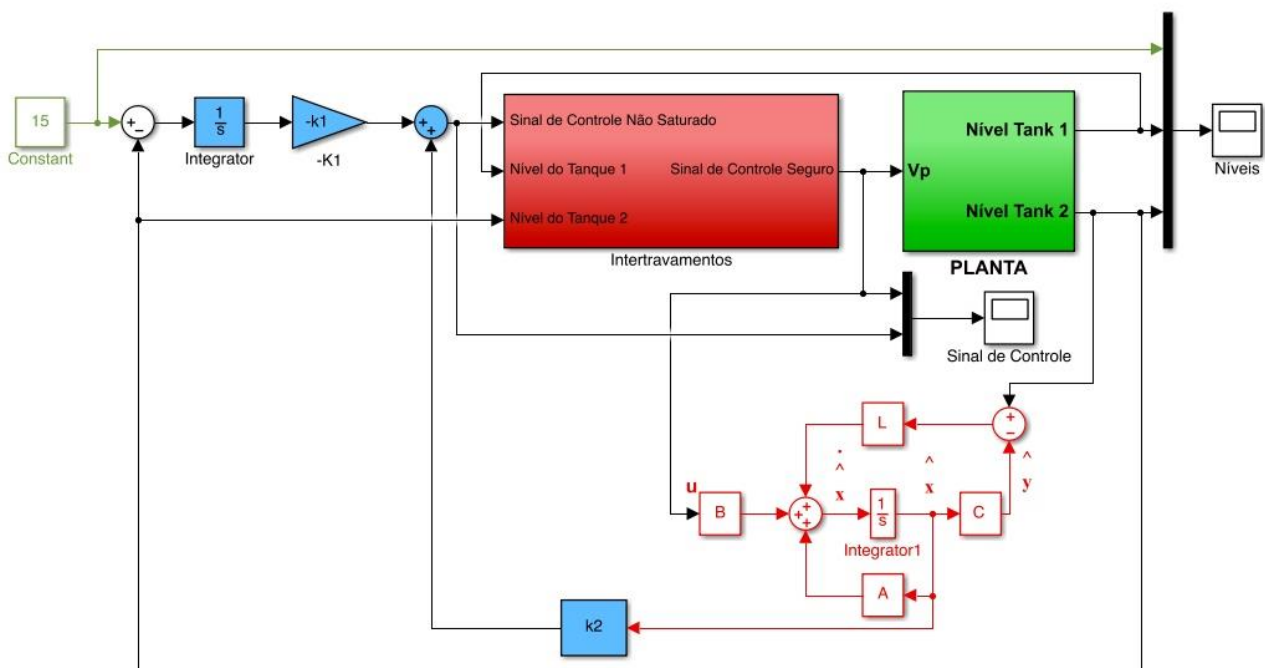


Figura 2. Implementação, em SIMULINK/MATLAB, de um Seguidor de Degraus para o Sistemas de Tanques, Com Realimentação dos Estados Estimados.

6. Desenvolvimento:

Utilizando-se os conhecimentos (modelo, projeto de observador de estados, projeto de seguidor de referências, etc.), Pedem-se:

- 1º. Implemente um seguidor de referências, para entradas do tipo degrau, que utilize estimativas dos estados fornecidas por um observador de estados.
- 2º. Examine e descreva em seu relatório o comportamento do sistema para diferentes conjuntos de polos, tanto do seguidor quanto do observador.
- 3º. Descreva em seu relatório as diferenças entre utilizar um seguidor de referências com realimentação de medidas reais dos estados e com medidas estimadas por um observador.