

Guia Prática 01 – Modelagem Caixa Branca

Prof. Lucas S. Oliveira *

* Departamento de Engenharia Mecatrônica, CEFET-MG, Campus
Divinópolis, (lqsoliveira@cefetmg.br)

Resumo: A modelagem caixa branca ou modelagem física do sistema consiste na avaliação das relações matemáticas e físicas do sistema, a fim de se obter um modelo matemático, normalmente descrito por uma equação diferencial que descreva o mais próximo possível a dinâmica do sistema a ser controlado. Neste guia de prática é proposto a modelagem matemática de um sistema composto por um sistema de tanques acoplados. Ao final da atividade, espera-se obter uma equação diferencial que descreva e represente a dinâmica do sistema.

Keywords: Identificação, modelagem, dinâmica não linear.

1. INTRODUÇÃO

A modelagem matemática é a área do conhecimento que estuda maneiras de desenvolver e implementar modelos matemáticos de sistemas reais. Há várias formas e técnicas de se obter modelos matemáticos, uma delas é a modelagem *caixa branca* (Aguirre, 2007). Nessa abordagem, faz-se necessário conhecer a fundo o sistema a ser modelado. Nesse sentido, a familiaridade com a dinâmica do sistema possibilita estabelecer e relacionar as relações matemáticas e físicas que descrevem os fenômenos envolvidos. Devido a essa característica do processo, essa técnica é conhecida como *modelagem física* ou *da natureza do processo* ou ainda *modelagem fenomenológica* ou *conceitual*.

Os modelos matemáticos de sistemas físicos são elementos chave no projeto e análise de sistemas de controle, uma vez que o comportamento dinâmico é normalmente descrito por meio do uso de equações diferenciais ordinárias (Dorf and Bishop, 2009). Além disso, deve observar que uma vasta gama de processos e sistemas, sejam eles, mecânicos, hidráulicos ou elétricos possuem natureza e dinâmica não lineares (Campello and Oliveira, 2007). Desse modo, é necessário aplicar uma técnica de linearização, que resultará em um modelo local linearizado, o qual possibilitará a análise do sistema no domínio da frequência com auxílio da transformada de Laplace (Ogata, 2010).

2. OBJETIVOS

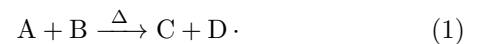
São objetivos desse experimento:

- Definir o sistema e suas variáveis.
- Formular o modelo matemático e as principais hipóteses necessárias baseando-se em princípios básicos.
- Obter as equações diferenciais contínuas no tempo que descreve a dinâmica do sistema.

3. SISTEMA EM ESTUDO

Considere o sistema de tanques que compõem o reator químico representado pelo diagrama da Figura 1. Esse sistema é composto por dois tanques, sendo o primeiro

o tanque para mistura dos reagentes químicos e o segundo o reator químico, onde a reação química é catalizada pelo efeito da temperatura. Nesse processo, adiciona-se em fluxo contínuo de vazão as soluções dos reagentes *A* e *B* ao tanque de mistura. Com auxílio de um misturador por hélice, a solução resultante é homogeneizada e na sequência transportada por uma bomba de sucção variável até o tanque do reator químico, onde então, ocorre a reação:



Por sua vez, para a obtenção do modelo caixa branca do conjunto cilindro-pistão, devem-se observar as seguintes características do processo e condições de operação:

- O processo químico ocorre por meio de um processo isobárico.
- Os tanques foram construídos em aço inox, e não são termicamente isolados. Portanto, estão sujeitos a convecção natural.
- Lembre-se que a eficiência do processo está diretamente relacionada com o controle da temperatura interna do reator químico.

4. ATIVIDADES

A partir dessa informações, responda as seguintes questões:

- (1) Qual é a variável de saída do sistema?
- (2) Qual é a variável de entrada do sistema?
- (3) Faça o diagrama de corpo livre com as forças ou torques atuantes no sistema, se necessário.
- (4) Identifique e descreva cada variável adotada durante a modelagem.
- (5) Obtenha a equação diferencial que descreve a dinâmica do sistema de tanques acoplados.
- (6) Apresente as hipóteses e suas respectivas justificativas tomadas durante o desenvolvimento da equação diferencial do sistema.
- (7) O sistema é linear ou não linear?
- (8) Lembre-se que toda resposta deve conter sua respectiva justificativa e devidos comentários.

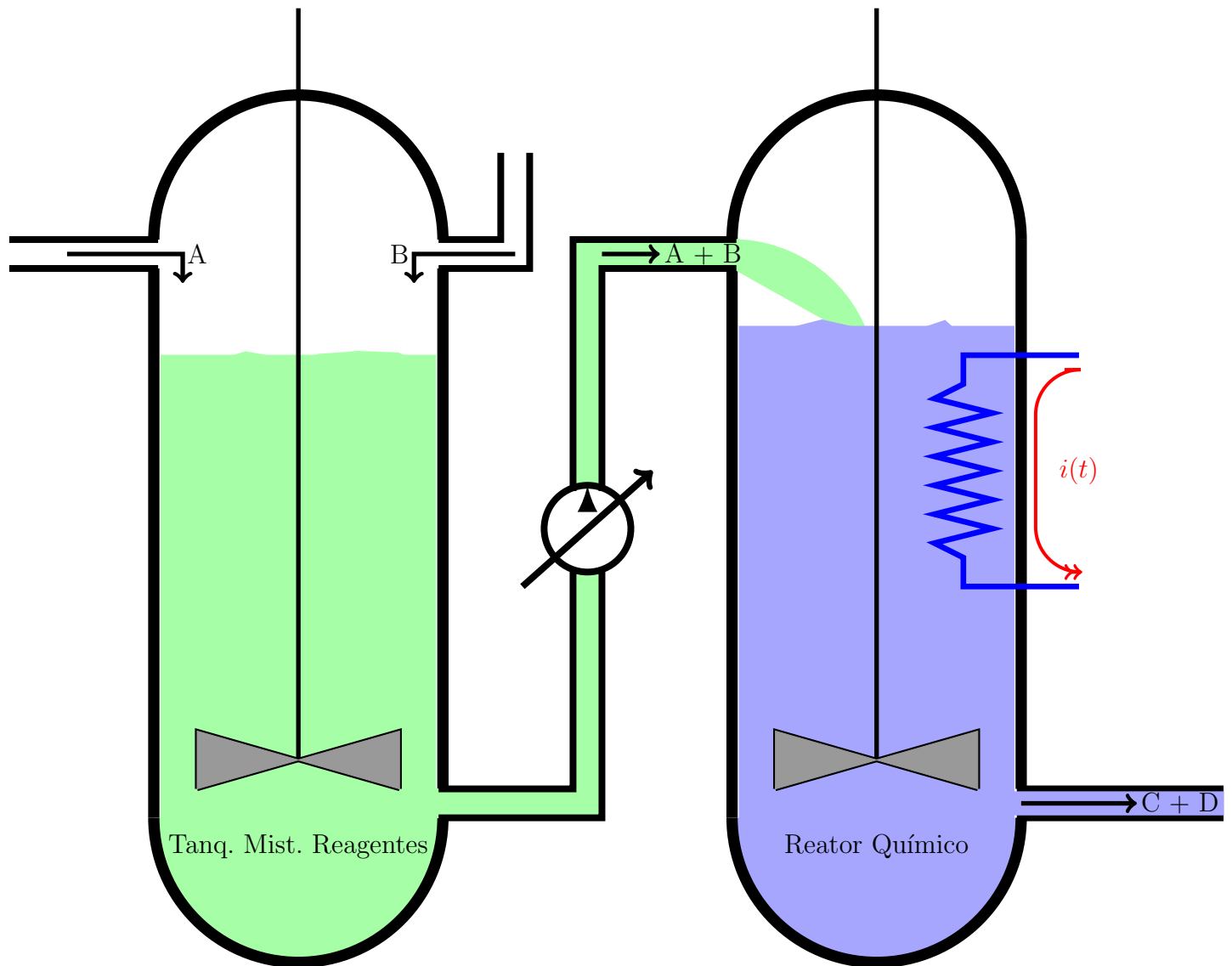


Figura 1. Sistema de tanques reator químico.

REFERÊNCIAS

- Aguirre, L.A. (2007). *Introdução à Identificação de Sistemas: Técnica Lineares e Não Lineares Aplicadas a Sistemas Reais*. Editora UFMG, 3 edition. 730 p.
- Campello, R.J.G.B. and Oliveira, G.H.C. (2007). *Enciclopédia de Automática Controle & Automação*, volume 3, chapter Modelos Não Lineares, 104 – 122. Blucher.
- Dorf, R. and Bishop, R. (2009). *Sistemas de Controle Modernos*. Livros Técnicos Científicos - LTC, 11 edition. 724p.
- Franco, A.E.O. (2015). *Síntese Convexa de Ganhos para Compensação Robusta de Sistemas Linearizados por Realimentação*. Dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e Universidade Federal de São João Del-Rei.
- Ogata, K. (2010). *Engenharia de Controle Moderno*. Pearson Education, 5 edition. 809p.
- Silva, J., Oliveira, L., Gomide, F., and Leite, V. (2018). Avaliação experimental da linearização por realimentação granular evolutiva. In *Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy*. Fortaleza.