

Curso de Graduação em Engenharia Mecatrônica

CEFET-MG – *Campus* Divinópolis

Departamento de Engenharia Mecatrônica

Assunto: Preditor de Smith

Valter J. S. Leite*, Luís F. P. Silva*, Lucas S. Oliveira*

9 de setembro de 2020

1 Objetivos

1. Introduzir as noções básicas do método de compensação do atraso de transporte.
2. Projetar um compensador de atraso via preditor de Smith.
3. Analisar a robustez do método de controle frente a incertezas na planta e no atraso de transporte.

2 Introdução

Veja apresentação no quadro.

É importante lembrar:

- Um dos principais aspectos práticos que influenciam no atraso é o posicionamento do elemento sensor. Esse posicionamento pode sofrer restrições importantes em função de aspectos como acesso, segurança e viabilidade econômica do sensor.
- Todo processo que envolva fluxo de material ou energia está sujeito a presença de atrasos. Em especial destacam-se os processos que envolvem análises (químicas por exemplo) de variáveis.
- Em geral o atraso limita o desempenho do sistema em malha fechada. A principal razão é a redução da margem de fase do sistema. Como consequência, o ganho do controlador deve ser, em geral, reduzido. Isso torna a resposta em malha fechada mais lenta se comparada com um sistema semelhante, porém sem atraso.

3 O Preditor de Smith

Um método proposto na literatura de Controle de Processos para melhorar o desempenho em malhas fechadas na presença do atraso de transporte é a técnica de compensação do atraso (TDC, do inglês *Time Delay Compensation*). Este método tenta prever a saída do processo sem

*Laboratório de Sinais & Sistemas, *Campus* V, Rua Álvares de Azevedo, 400 – Bairro Bela Vista, Divinópolis – MG, CEP 35503-822. Email: valter@ieee.org

atraso e realimentá-la ao controlador. A técnica mais popular é o preditor de Smith (1957). O preditor de Smith é uma compensação de projeto baseada em modelo que divide o modelo da planta em duas parcelas: a dinâmica do modelo e o atraso. A versão discreta do diagrama de controle do preditor de Smith está mostrada na Figura 1.

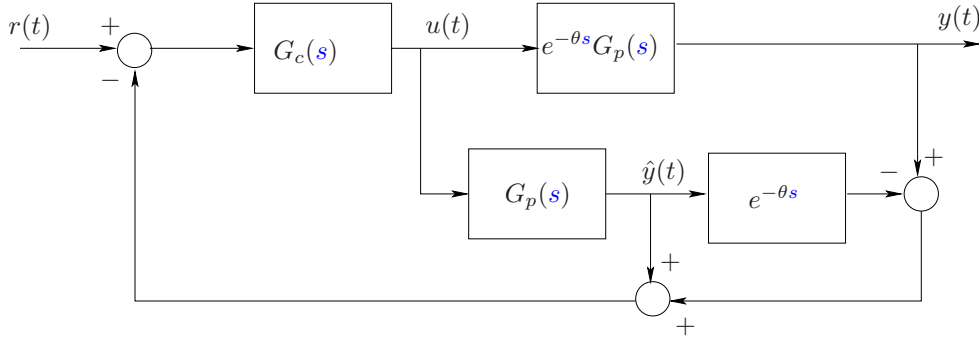


Figura 1: Topologia do preditor de Smith.

O controlador atua sobre o processo como se não existisse o atraso na dinâmica de malha fechada. O atraso está associado ao sinal de referência. Na Figura 2 é ilustrado o sistema equivalente obtido com a aplicação do preditor de Smith, quando o modelo é igual ao processo controlado. É claro que na prática sempre haverá alguma diferença entre o modelo e o sistema real. Assim, o diagrama equivalente mostrado a Figura 2 deve ser visto como a melhor situação possível. Nesse caso, a função de transferência é dada por

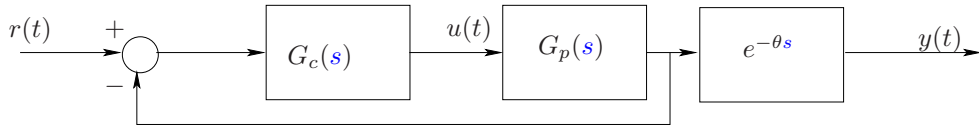


Figura 2: Diagrama simplificado resultante da aplicação de um Preditor de Smith idêntico ao sistema.

$$\frac{R(s)}{Y(s)} = e^{-\theta s} \frac{G_c(s)G_p(s)}{1 + G_c(s)G_p(s)}$$

3.1 Aplicação em uma planta de segunda origem

Considere os processos de segunda ordem com e sem atrasos:

$$G_{p1}(s) = \frac{1}{(s+1)(0.1s+1)} \quad \text{e} \quad G_{p2}(s) = \frac{e^{-\theta s}}{(s+1)(0.1s+1)} \quad (1)$$

em que $\theta = 0.3s$. Deseja-se projetar um controlador PI que utilize a estrutura proposta por Smith. Considere o controlador PI clássico com função de transferência dada por

$$G_c(s) = K_p \left[1 + \frac{1}{T_i s} \right] \quad (2)$$

com $K_p = 3.415$ e $T_i = 0.907s$.

4 Atividades

1. Teste o controlador PI em uma implementação convencional, sem o preditor de Smith, para cada um dos processos.

2. Teste o controlador PI usando o compensador de Smith, compare os resultados com os obtidos anteriormente.
3. Use o melhor modelo para projeto de controlador que descreva o processo

$$G(s) = \frac{1}{(2s + 1)^5}. \quad (3)$$

4. Obtenha um controlador PI contínuo no tempo para o modelo aproximado. Se necessário, faça teste em simulações para melhor sintonizar o PI. Teste o controlador PI em uma implementação usando a estrutura clássica de controle (sem preditor de Smith), fazendo uma simulação com o *modelo aproximado*.
5. Usando o mesmo controlador do item anterior, inclua um compensador de Smith e compare os resultados com os obtidos anteriormente.
6. Faça uma aplicação no processo real (equação (3)), com e sem preditor de Smith, e compare os resultados obtidos com os da simulação usando o modelo aproximado.