

## Preditor de Smith (T4)

Complementando o laboratório sobre sistemas com atraso de transporte, neste trabalho vamos estudar uma arquitetura de controle mais avançada. Através do chamado “Preditor de Smith”, veremos que é possível fazer o projeto do controlador da planta desprezando o efeito do atraso de transporte.

A Figura 1 demonstra a arquitetura de controle do Preditor de Smith, onde observa-se um laço de realimentação adicional entorno do controlador  $C(s)$ . Pela escolha correta do elemento de predição  $P(s)$ , é possível encobrir o efeito do atraso de transporte  $H(s) = e^{-\tau s}$  no laço de realimentação principal do processo, de modo que o sistema em malha-fechada da Figura 1 comporte-se de forma idêntica ao sistema da Figura 2, onde o atraso  $H(s)$  encontra-se fora do laço de realimentação. Logo, o Preditor de Smith permite que o projeto do controlador  $C(s)$  seja realizado com base no modelo nominal da planta  $G(s)$  somente, sem considerar o efeito de  $H(s)$ . Interpretando a Figura 2, podemos notar que o Preditor de Smith pode garantir que o controlador desempenhe como se o elemento de atraso estivesse fora do laço de realimentação, o que elimina a perda margem de fase pela realimentação com atraso, evitando assim o aumento do sobre-sinal e a possível instabilização da malha.

Uma grande limitação no uso do Preditor de Smith está no fato de que o modelo da planta  $G(s)$ , bem como o atraso  $H(s)$ , devem ser bastante próximos da dinâmica real do processo. Esta limitação é devida ao elemento de predição  $P(s)$ , que deve ser rigidamente definido como base em  $G(s)$  e

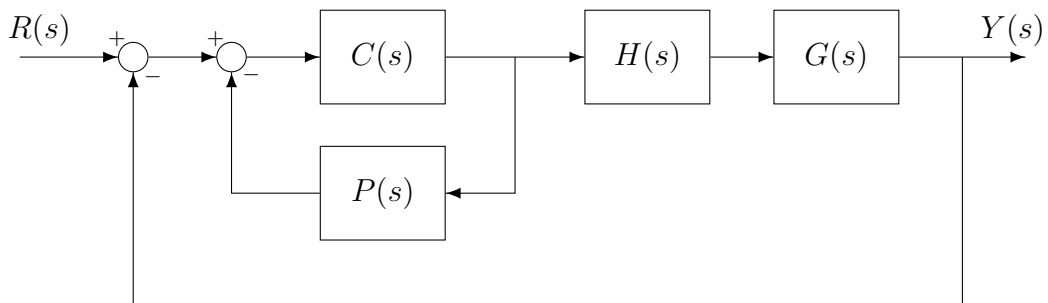


Figura 1: Sistema de controle com o Preditor de Smith. No presente contexto, temos  $H(s) = e^{-\tau s}$  representando um elemento de atraso de transporte.

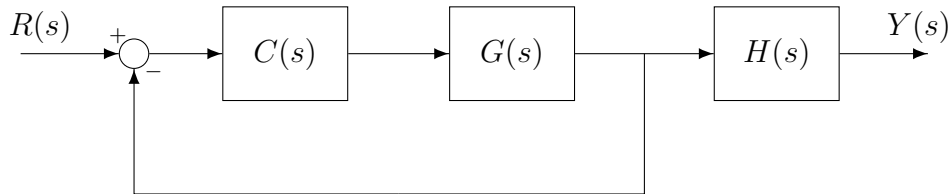


Figura 2: Malha de controle equivalente à Figura 1 quando utilizamos o Preditor de Smith adequado.

$H(s)$ . Isto de certa forma limita a aplicabilidade desta técnica para sistemas com incertezas, casos em que seria mais recomendado o uso de aproximações de Padè. No entanto, sempre que o modelo do processo for confiável e preciso, o Preditor de Smith se mostra como uma excelente ferramenta que irá facilitar o projeto do controlador e permitir obter um melhor desempenho dinâmico na resposta final do sistema, se compararmos com o método da aproximação de Padè.

## Tarefas

1. Por meio de equações e manipulações de diagramas de blocos, deduza analiticamente a estrutura do preditor  $P(s)$  (em função de  $G(s)$  e  $H(s)$ ) de forma que os sistemas em malha-fechada das Figuras 1 e 2 sejam equivalentes.
2. Projete um controlador  $C(s)$  para ser utilizado em conjunto com um Preditor de Smith no processo de enchimento de tanques utilizado no trabalho anterior. Lembre-se que, neste caso, o controlador  $C(s)$  deve ser projetado no `rltool` para o modelo nominal  $G(s)$  da planta, **sem levar em conta o atraso de transporte**. Considere os mesmos requisitos de desempenho do trabalho anterior.

*Dica: Lembre que o preditor de Smith joga o atraso de transporte para fora da malha de controle. Logo, você agora deve descontar o tempo de atraso no critério de tempo de acomodação durante o projeto no `rltool`. Por exemplo, para garantir um tempo de acomodação máximo de 30 segundos com um atraso de 5 segundos, você deverá considerar tempo de acomodação máximo de 25 segundos no projeto.*

3. Simule o sistema de controle em malha-fechada com o Preditor de Smith (Figura 1) no ambiente Simulink para verificar o funcionamento do seu projeto. Verifique também se a resposta do sistema é idêntica à malha mostrada na Figura 2, conforme desejado.
4. De posse dos scripts de simulação fornecidos no trabalho anterior, implemente digitalmente o novo controlador projetado com o Preditor de Smith na função `controle.m`. O resultado obtido deve estar de acordo com o esperado pela simulações realizadas no Simulink.

*Dica:  $H(s) = e^{-\tau s} \rightarrow H(z) = z^{-N}$ , onde  $N = \tau/T$ , sendo  $T$  o período de amostragem.*

5. Elabore um relatório descrevendo a metodologia empregada e os resultados obtidos em cada tarefa. Compare o desempenho do controle projetado no trabalho anterior com o novo sistema de controle desenvolvido neste trabalho. Analise e compare as diferenças das duas abordagens estudadas, destacando vantagens e desvantagens de cada uma delas.

Boa sorte!

## Referências

- [1] Dorf, R.C. e Bishop, R.J. Sistemas de Controle Modernos. LTC Editora, 2008.
- [2] Smith, C.A. e Corripio, A. Princípios e Prática do Controle Automático de Processo. LTC Editora, 2008.
- [3] Levine, W.S. The Control Handbook. CRC-Press, 1996.