

# EXPERIMENTOS DE CONTROLE BASEADO EM DADOS



Emerson Christ Boeira – Engenharia de Controle e Automação

Prof. Dr. Alexandre Sanfelice Bazanella, Orientador

Profª. Drª. Lucíola Campestrini, Coorientadora

## INTRODUÇÃO

O campo de pesquisa do projeto em que este trabalho está inserido é o controle baseado em dados. Neste contexto, este pôster apresenta os principais resultados da coleta e análise de dados experimentais de métodos de controle baseado em dados em um processo de nível. A planta de nível está localizada no Laboratório de Sistemas de Controle Automação e Robótica e possui equipamentos típicos da indústria, como bombas, válvulas, sensores de nível e um CLP. A Figura 1 exibe uma foto de tal sistema, assim como seu esquemático.

Foram realizados experimentos para validar e testar métodos propostos no grupo de pesquisa. Alguns dos experimentos foram: o teste de resposta à perturbação para uma adaptação do método VRFT e testes de modelos de referência multivariáveis. Entretanto, os principais resultados foram relacionados à avaliação do uso de diferentes filtros para a melhoria do método VRFT para sistemas multivariáveis, frente a uma aplicação prática.

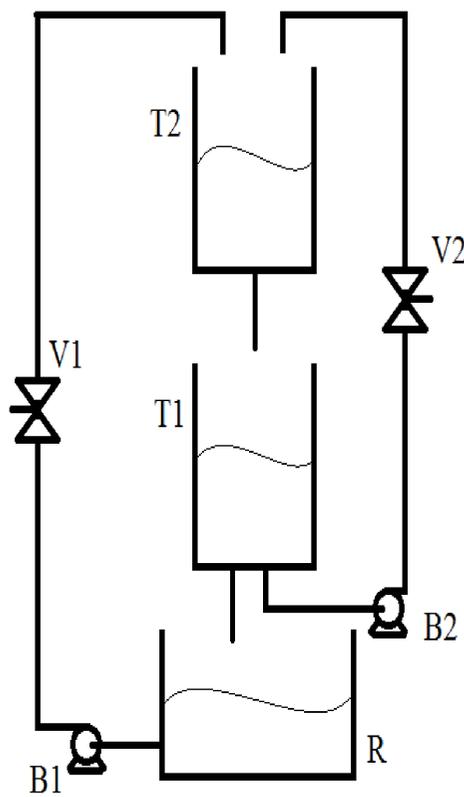


Figura 1: Foto e esquemático da planta de nível

## DESENVOLVIMENTO

O método VRFT multivariável se caracteriza por utilizar um modelo de referência, onde é especificada a resposta desejada em malha fechada, uma estrutura de controlador, um filtro, no caso em que o controlador ideal não pertence à classe de controladores, além de dados de entrada e saída do processo. Usualmente, o método dos mínimos quadrados é utilizado para identificar os controladores. Porém, quando há presença de ruído significativo, é utilizado o método das variáveis instrumentais.

Assim sendo, para identificar os controladores da planta, foram aplicadas entradas do tipo PRBS nas válvulas V1 e V2 e coletou-se os sinais de saída dos tanques T1 ( $y_1$ ) e T2 ( $y_2$ ). A Figura 2 demonstra as saídas (níveis dos tanques) para este experimento. A estrutura de controladores escolhida foi o controle PI cheio. Os modelos de referência utilizados são apresentados na equação (1). Os diferentes filtros, escolhidos com base em padrões utilizados na literatura, foram avaliados por meio da equação (2), que representa o custo/amostra de cada experimento em malha fechada, ou seja, representa a diferença entre a resposta obtida e a desejada.

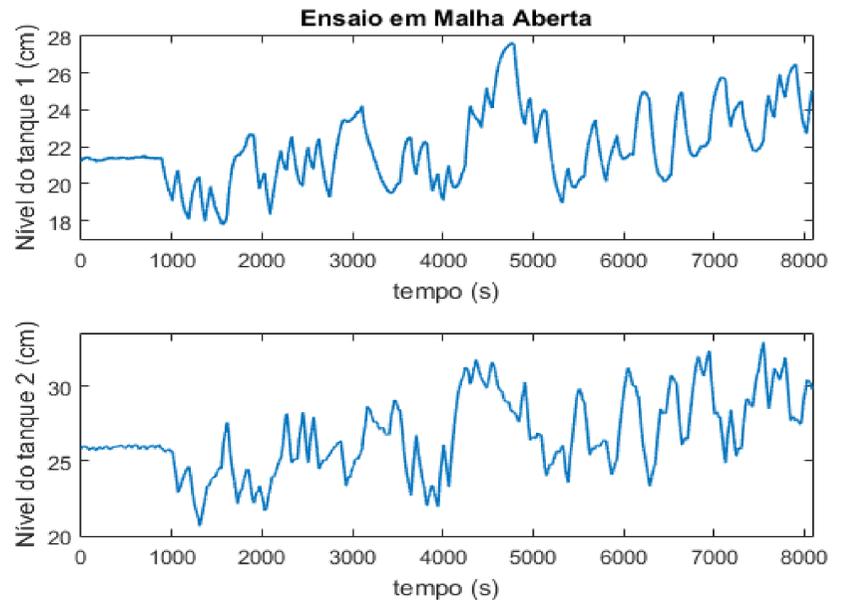


Figura 2: Saídas do experimento com PRBS

$$M_1(z) = \begin{bmatrix} \frac{0.01z}{z-0.99} & 0 \\ 0 & \frac{0.01z}{z-0.99} \end{bmatrix} \quad M_2(z) = \begin{bmatrix} \frac{0.03}{z-0.97} & 0 \\ 0 & \frac{0.02}{z-0.98} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$J(P) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left\| \begin{bmatrix} y_1(t, P) \\ y_2(t, P) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_{1d}(t) \\ y_{2d}(t) \end{bmatrix} \right\|_2^2 \quad (2)$$

A Tabela 1 apresenta os filtros avaliados e os custos para cada experimento. Onde  $L(z) = I$  representa a ausência do filtro.

Exp.	Modelo de Ref.	$L(z)$	Var. Inst.	custo/amostra
1	$M_1(z)$	$I$	Não	0.5156
2	$M_1(z)$	$M_1(z)$	Não	0.0240
3	$M_2(z)$	$I$	Não	1.1065
4	$M_2(z)$	$I$	Sim	0.1766
5	$M_2(z)$	$M_2(z)[M_2(z) - I]$	Não	0.0163

Tabela 1: Comparação de custos dos experimentos

A Figura 3 exibe o experimento em malha fechada 5, onde o filtro avaliado apresentou o melhor resultado.

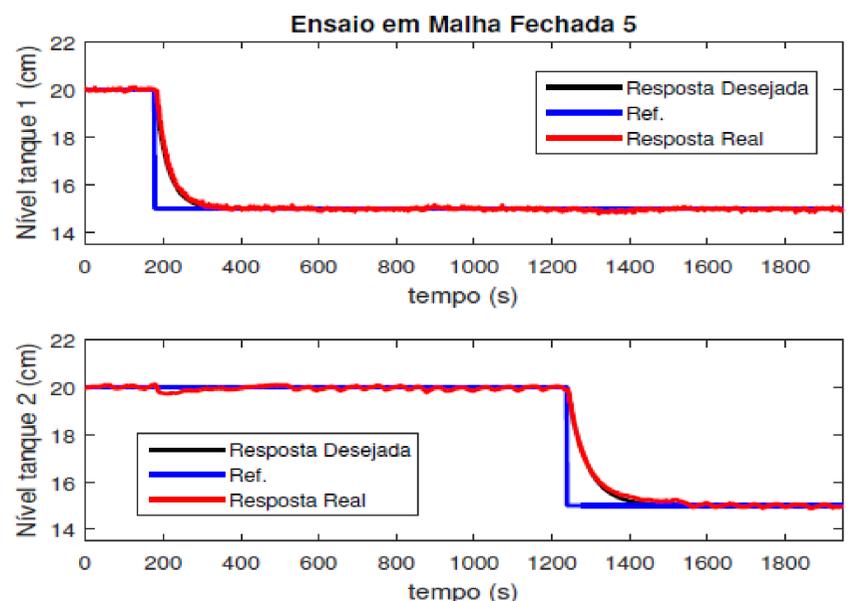


Figura 3: Experimento em malha fechada

## CONCLUSÕES

A partir dos experimentos realizados e da comparação dos custos dos mesmos foi possível concluir que o filtro  $L(z) = M_2(z)[M_2(z) - I]$  apresentou uma resposta satisfatória para  $M_2(z)$ , ou seja, o comportamento em malha fechada ficou muito próximo do desejado. Já no caso de  $M_1(z)$ , o filtro  $L(z) = M_1(z)$  se mostrou suficiente.