

Engenharia Química

Avaliação de controladores PID associados a filtros digitais para o controle de oxigênio dissolvido em bioprocessos

Yago Gregório Siqueira Silva - 13º módulo de Engenharia Química, UFLA, iniciação científica voluntária.

Gilson Campani Junior - Orientador DEG, UFLA. - Orientador(a)

Resumo

Bioprocessos estão presentes em vários tipos de indústrias alimentícias, farmacêuticas e químicas. Em bioprocessos aeróbios, o O₂ é crucial para a manutenção do metabolismo. Porém, a limitação na transferência de massa de O₂ e a sua baixa solubilidade em água dificultam o seu fornecimento aos microorganismos, afetando negativamente o crescimento celular e a formação do produto desejado. Neste contexto, este estudo teve como objetivo a implementação e avaliação de desempenho in silico de controladores PI e PID, associados a filtros digitais, para o controle de O₂ dissolvido em um bioprocessos aeróbio. A partir de modelos matemáticos da literatura, o processo em batelada foi simulado no software MATLAB®, assumindo ruídos estocásticos nas medidas e perturbações no sistema. Controladores PI e PID, sintonizados pelo método de Ziegler-Nichols, foram implementados em associação aos filtros digitais exponencial (FE), exponencial duplo (FED) e de média móvel (FMM), a fim de diminuir a influência das perturbações no processo sobre o desempenho do sistema de controle. As variáveis manipuladas foram pressão e vazões de ar e de O₂ puro, de modo sequencial (controle split-range). Para a avaliação do desempenho, determinou-se os critérios Integrated Squared Error (ISE), para comparar o O₂ medido com o set point, e o Mean Squared Error (MSE), que quantifica o desvio entre a medida filtrada e o estado real. Feita a simulação em triplicata, observou-se que o controlador PI sem filtro apresentou um ISE de $9320,2 \pm 0,2$, valor estatisticamente equivalente ao caso com FMM, e inferior aos observados para os sistemas empregando os outros dois filtros (teste de Tukey com 95% de confiança). O PID associado ao FE apresentou um ISE de 9319 ± 1 , que foi estatisticamente equivalente ao PID com FED e PI sem filtro. O PID sem filtro não foi capaz de controlar o sistema, devido à sensibilidade do modo derivativo a ruídos. Os valores de MSE foram menores com FE tanto para o PID ($0,0021 \pm 0,0001$) quanto para o PI ($0,0015 \pm 0,0001$). A melhor escolha para esse processo é o PI sem filtro, por ser o sistema de controle mais simples e com desempenho satisfatório. Os resultados deste trabalho mostram que, mesmo com suas limitações para sistemas não lineares, tanto o PI quanto o PID (com filtro) são teoricamente capazes de controlar o O₂ dissolvido, sem a necessidade de controladores avançados, como os preditivos baseados em modelo, que demandam maior esforço computacional e de projeto.

Palavras-Chave: bioprocessos aeróbio, simulação estocástica, filtro exponencial.

Link do pitch: https://www.youtube.com/watch?v=BgA_G1I58u0