

Engenharia Química

## **Desenvolvimento e Análise de um Sistema Integrado de Estimação e Controle para o Processo de Fermentação Alcoólica Extrativa**

Johnathan Gonçalves Faria - 10º modulo de Engenharia Química, UFLA, iniciação científica voluntária.

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

### **Resumo**

A crescente necessidade de satisfazer requisitos técnicos, econômicos e ambientais tem trazido desafios quanto à construção de plantas industriais automatizadas com uma boa relação custo-benefício, uma vez que são necessários sensores cada vez mais sofisticados. Diante desse obstáculo, o controle e monitoramento de processos bioquímicos através de estimadores de estado torna-se uma alternativa ao uso de sensores de alto custo, uma vez que os estimadores conciliados com um sistema de controle apropriado conseguem reconciliar dados ruidosos, estimar variáveis não medidas e controlar variáveis críticas no processo. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e testar in silico um sistema de controle PID, integrado ao estimador UKF (Unscented Kalman Filter), para a concentração de substrato (CS) no processo de fermentação extrativa frente a desafios como problemas servo e regulatório, imprecisões no modelo e ruídos nas medidas. O desempenho do sistema UKF-PID foi quantificado através dos critérios de desempenho: Integral do Erro ao Quadrado (ISE), tempo de subida (tR) e tempo de resposta (tS). O desempenho do processo controlado foi avaliado a partir da massa total de etanol (mET) e produtividade de etanol (PET) produzido. Os resultados alcançados nas simulações mostraram um desempenho satisfatório do sistema UKF-PID em todas as situações no qual fora submetido, apresentando um valor de ISE de  $37,67 \pm 0,02$  para 14 h de processo simulado. Os critérios tR e tS apresentaram valores na ordem de minutos frente aos desafios problema servo e regulatório. A adoção da estratégia de controle UKF-PID para CS na fermentação extrativa aumentou tanto a quantidade total de etanol (7%) quanto a quantidade de etanol removida por esgotamento (15%) em relação ao processo não controlado. Além disso, no sistema controlado a fração de etanol removido representa cerca de 39% da quantidade total, enquanto no sistema em malha aberta esse valor é aproximadamente 36%. O aumento apresentado no valor de mET não refletiu no valor de PET, que foi praticamente o mesmo com e sem controle. Um dos motivos da manutenção da PET está relacionado ao tempo total de fermentação, que é mais longo em malha fechada devido à inibição celular pelo produto. De modo geral, pode-se dizer que o desempenho do sistema UKF-PID foi satisfatório, conseguindo apresentar bons resultados frente aos desafios propostos, sendo, portanto, promissor para futuros testes no processo real.

Palavras-Chave: Controle de bioprocessos, Estimadores de estado, Fermentação alcoólica extrativa.

Link do pitch: <https://youtu.be/hy-s3uAFtPU>