

Departamento de Engenharia Química
Escola de Química da UFRJ
EQE487

Trabalho 1

O objetivo do trabalho é projetar controladores PID usando a ferramenta computacional Xcos do software Scilab.

Na primeira parte do trabalho, serão geradas as respostas do sistema em malha aberta (sem controle) a mudanças das suas variáveis de entrada.

Na segunda parte, controladores PID serão sintonizados para conseguir o controle do mesmo sistema em malha fechada (com controle) a partir das suas respostas a mudanças de set point e distúrbio visando à minimização do critério de performance IAE.

1) Respostas de um sistema em malha aberta

Considere o sistema dinâmico relacionando uma determinada variável controlada CV, um determinado distúrbio DV e uma variável MV que se pode manipular para o controle da CV:

$$CV(s) = G_p(s)MV(s) + G_d(s)DV(s) \quad \text{com}$$

$$G_p(s) = \frac{2ne^{-2s}}{4ns^2 + (4+n)s + 1} \quad \text{e} \quad G_d(s) = \frac{3e^{-6s}}{2ns + 1} \quad \text{e } n \text{ corresponde ao número do seu grupo.}$$

Nesta parte, será montado um modelo do sistema no Xcos e serão obtidas através de simulação as respostas do sistema a degraus unitários no set point e no distúrbio:

- a) Construa o modelo no Xcos.
- b) Gere a resposta do sistema a um degrau unitário em MV. DV é mantida em 0
- c) Gere a resposta do sistema a um degrau unitário em DV. MV é mantida em 0.

2) Parametrização de controladores PID

Nesta parte, será construído o modelo do sistema do item anterior em malha fechada e serão parametrizados através do método de tentativa e erro os controladores PID que otimizam as respostas do sistema em malha fechada a mudanças de set point e de distúrbio, consideradas separadamente.

- a) A partir do modelo Xcos desenvolvido no item anterior, construa o modelo do sistema em malha fechada. Para fechar a malha, considerem, como no tutorial sobre Xcos, que $K_m = G_m(s) = G_v(s) = 1$.
- b) Através do método de tentativa e erro, parametrize o controlador PID que otimize a resposta do sistema em malha fechada a mudanças de set point pela minimização do critério de performance IAE (o distúrbio mantido em 0).

Apresente os valores dos parâmetros do controlador e o valor do critério de performance associado obtidos, junto com a resposta do sistema em malha fechada para esses parâmetros.

- c) Através do método de tentativa e erro, parametrize o controlador PID que otimize a resposta do sistema em malha fechada a mudanças de distúrbio pela minimização do critério de performance IAE (o set point mantido em 0). Apresente os valores dos parâmetros do controlador e o valor do critério de performance associado obtidos, junto com a resposta do sistema em malha fechada para esses parâmetros.
- d) Qual dos dois controladores usariam na prática? Justifiquem.

Dicas para o cálculo do critério de performance IAE:

- A exportação das variáveis simuladas do ambiente Xcos para o ambiente de trabalho do Scilab é realizada por meio do bloco TOWS_c disponível em Paletas/Receptores (ver no help como o bloco é configurado). É importante verificar que o número de dados exportados no ambiente de trabalho cubra toda a resposta do sistema (de $t=0$ até o novo regime estacionário)

- Se a variável exportada foi chamada de “A”, A.time dá os valores de tempo em que A foi registrado e A.values dá os valores de A correspondentes a esses tempos.

- Se YSP corresponde ao registro dos valores de SP e Y ao registro dos valores da variável controlada, o erro E é conseguido através de $YSP.values - Y.values$, e o critério de performance IAE (integral do valor absoluto do erro) é conseguido por meio de:

$$IAE = \text{inttrap}(Y.time, \text{abs}(E))$$

O trabalho deve ser encaminhado via e-mail a bruno@eq.ufrr.br antes de 28/10/2025, o assunto do e-mail sendo “Trabalho 1 EQE487 – grupo n”, com os seguintes arquivos:

- os modelos Xcos (extensão .zcos) correspondendo aos itens 1)a) e 2)a)
- um relatório em formato pdf com as respostas às questões do trabalho