

Controle de processo de três tanques acoplados

Instruções Gerais

- Leia atentamente as instruções contidas nesse documento para realizar o seu trabalho.
- Ferramentas computacionais são bem-vindas no auxílio aos projetos e simulações envolvidos nesse trabalho. No entanto, a sua avaliação se baseará principalmente no seu domínio das ferramentas matemáticas envolvidas e dos fundamentos de sistemas de controle.
- O trabalho pode ser feita colaborativamente, mas a avaliação será individual e soluções idênticas ou não autorais não serão avaliadas.
- Até o final do dia 15/12, os alunos deverão entregar dois itens: um breve relatório descrevendo as soluções e resultados e um artefato auto-contido composto por uma pasta compactada contendo arquivos e instruções que permitam a reprodução das simulações caso necessário.
- A defesa do trabalho será individual no dia 16/12 de 7h às 12h.
- Para a defesa, cada aluno disporá de 5 minutos para apresentação. Cada aluno será arguido por até 10 minutos sobre o trabalho executado.
- A não entrega do relatório ou do artefato resultará na desconsideração do trabalho. Porém, a nota da avaliação será baseada apenas na defesa.

1. Desenvolvimento do simulador

- (a) Faça download e leia o artigo que descreve um simulador (Sim3Tanks) para um processo de três tanques acoplados.
- (b) Faça um simulador computacional do comportamento dinâmico do sistema considerando que todas as válvulas estão totalmente abertas. Diferente do Sim3Tanks, esse simulador não precisa conseguir lidar com falhas nem com diferentes modos de operações (posições de válvulas). O simulador também não precisa ser feito em Matlab/Simulink.

2. Regulador de nível

- (a) Assuma que apenas sensores de nível para as alturas h_1 , h_2 e h_3 estão disponíveis.
- (b) Considere o cenário C de operação do tanque descrito na tabela 1, onde $C = 1 + (NM \bmod 8)$ e NM é o seu número de matrícula.
- (c) Dado um ponto de operação $(x^{\text{op}}, u^{\text{op}})$ com níveis de operação escolhidos no centro da região de operação relacionada ao cenário C , obtenha um modelo linear válido em torno do ponto de operação.
- (d) Projete um regulador de nível que garanta a estabilidade do ponto de operação, ou seja, que as trajetórias de nível vão convergir para o ponto de operação. O regulador deve ser projetado para garantir a maior velocidade de resposta possível sem que o sistema saia da região de operação considerando que as condições iniciais ficam dentro da faixa para qual os níveis não são maiores que o valor médio entre os seus valores de operação e valores máximos (determinados pelo nível nulo, altura do tanque e altura dos vasos de transmissão).

Tabela 1: Values of Δh_a and Δh_b for the flows Q_a and Q_b .

Scenarios			Δh_a	Δh_b	C
$h_1 \leq h_0$	$h_2 \leq h_0$	$h_3 \leq h_0$	0	0	1
$h_1 \leq h_0$	$h_2 \leq h_0$	$h_3 > h_0$	$h_0 - h_3$	$h_0 - h_3$	2
$h_1 \leq h_0$	$h_2 > h_0$	$h_3 \leq h_0$	0	$h_2 - h_3$	3
$h_1 \leq h_0$	$h_2 > h_0$	$h_3 > h_0$	$h_0 - h_3$	$h_2 - h_3$	4
$h_1 > h_0$	$h_2 \leq h_0$	$h_3 \leq h_0$	$h_1 - h_0$	0	5
$h_1 > h_0$	$h_2 \leq h_0$	$h_3 > h_0$	$h_1 - h_3$	$h_0 - h_3$	6
$h_1 > h_0$	$h_2 > h_0$	$h_3 \leq h_0$	$h_1 - h_0$	$h_2 - h_0$	7
$h_1 > h_0$	$h_2 > h_0$	$h_3 > h_0$	$h_1 - h_3$	$h_2 - h_3$	8

- (e) Insira o controlador na malha do simulador e avalie o desempenho dinâmico e o erro em regime estacionário. Utilize indicadores quantitativos nessa avaliação e verifique a sensibilidade desses indicadores às condições iniciais.

3. Regulador de fluxo com rastreamento de referência

- (a) Assuma que apenas sensores de nível para as alturas h_1 , h_2 e h_3 e para o fluxo Q_3 estão disponíveis.
- (b) Considere o cenário C de operação do tanque descrito na tabela 1, onde $C = 1 + (NM \bmod 8)$ e NM é o seu número de matrícula.
- (c) Dado um ponto de operação (x^{op}, u^{op}) com níveis de operação escolhidos no centro da região de operação relacionada ao cenário C , obtenha um modelo linear válido em torno do ponto de operação.
- (d) Projete um regulador de fluxo que garanta erro zero para referências em degraus. O regulador deve ser projetado para garantir a maior velocidade de resposta possível sem que o sistema saia da região de operação considerando que as condições iniciais ficam dentro da faixa para qual os níveis não são maiores que o valor médio entre os seus valores de operação e valores máximos (determinados pelo nível nulo, altura do tanque e altura dos vasos de transmissão).
- (e) Insira o controlador na malha e avalie o desempenho dinâmico e o erro em regime estacionário. Utilize indicadores quantitativos nessa avaliação e verifique a sensibilidade desses indicadores às condições iniciais.

4. Estimador de estados

- (a) Considere que o sensor do nível h_3 falha e a medição dessa variável se torna indisponível.
- (b) Escreva modelos linearizados em torno dos mesmos pontos de operação anteriores que descrevam o comportamento após a falha mencionada. Com base nesses modelos, verifique a observabilidade para os casos mencionados nos itens 2 e 3.
- (c) Se possível, projete observadores de estados (um para cada caso) que permitam recuperar a medição de todos os estados (inclusive do nível h_3).
- (d) Implemente o observador de estados no simulador e avalie o desempenho usando indicadores quantitativos nessa avaliação. Verifique a sensibilidade desses indicadores às condições iniciais.
- (e) Integre controladores por realimentação de estados (caso não tenha escolhido essa estrutura nos itens 2 e 3, projete para esse item) à simulação e verifique o comportamento do sistema em malha fechada composto por planta, controlador e observador.