

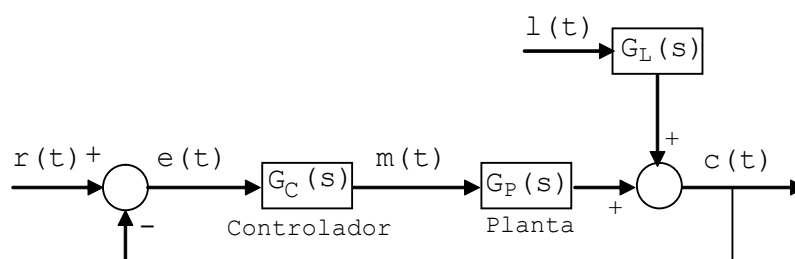
PTC3414 – Controle de Processos Industriais

2ª avaliação - lista de exercícios - passada aos alunos via Moodle às 18:00 h do dia 11/12/2020

INSTRUÇÕES

- Esta lista de exercícios **substitui** a prova P2 do curso.
- Esta lista de exercícios deve ser resolvida **individualmente** e não em grupo.
- Listas de exercícios com resolução idêntica terão **penalização** na nota.
- Apresente com **clareza** as suas soluções. **Nunca** deixe subentendido seu raciocínio.
- Duração: **3 dias**.
- Entrega até **14/12/2020** via e-mail até às 18:00 h.

1ª Questão [3,0] Seja o seguinte diagrama de blocos.



São dados:

$$G_P(s) = \frac{\hat{C}(s)}{\hat{M}(s)} = \frac{K_P \cdot e^{-\theta_P \cdot s}}{\tau_P \cdot s + 1} \quad \text{sendo } K_P=2, \tau_P=8 \text{ s e } \theta_P=10 \text{ s}$$

$$G_L(s) = \frac{\hat{C}(s)}{\hat{L}(s)} = \frac{K_L \cdot e^{-\theta_L \cdot s}}{\tau_L \cdot s + 1} \quad \text{sendo } K_L=3, \tau_L=2 \text{ s e } \theta_L=2 \text{ s}$$

- Instale na malha um controlador PI e sintonize-o por três métodos: Oscilações Contínuas de Ziegler-Nichols, Curva de Reação de Ziegler-Nichols e Síntese Direta. Escolha três diferentes valores a seu critério para o parâmetro τ_C no método da Síntese Direta. Apresente as cinco sintonias obtidas.
- Apresente a resposta do sistema em malha fechada no modo servo aplicando um degrau de 10% no *set point* em $t=10$ s, passando-o de 50% a 60%, considerando as cinco sintonias obtidas no item anterior. Suponha que no início da simulação a variável controlada coincida com o *set point*, suposto igual a 50%. Apresente as respostas desta malha com as cinco sintonias em um mesmo gráfico, escrevendo uma legenda para poder se distinguir cada um dos cinco casos e usando formatos diferentes das linhas para se poder distingui-las. Calcule o valor do índice de desempenho ISE da malha para as cinco sintonias testadas. Com base no índice ISE, qual foi a melhor sintonia obtida?
- Apresente a resposta do sistema em malha fechada no modo regulatório, aplicando na perturbação $l(t)$ um degrau de 10% em $t=10$ s e considerando as cinco sintonias geradas no item “a”. Suponha que no início da simulação a variável controlada coincida com o *set point*, suposto igual a 50%. Apresente as respostas desta malha com as cinco sintonias em um mesmo gráfico, escrevendo uma legenda para poder se distinguir cada um dos cinco casos e usando formatos diferentes das linhas para se poder distingui-las. Calcule o valor do índice de desempenho ISE da malha para as cinco sintonias testadas. Baseado no índice ISE, qual foi a melhor sintonia obtida? A melhor sintonia no caso regulatório foi a mesma do modo servo? Caso não tenha sido, por qual sintonia você optaria? Por que?

2ª Questão [4,0] Considere o mesmo processo da 1ª Questão. Empregue duas opções de controle: realimentação pura e realimentação + pré-alimentação com as saídas dos controladores atuando juntas (somadas) no processo. No controle por realimentação considere o controlador PI sintonizado pelo método de Cohen e Coon. No controle por pré-alimentação considere usar modelo dinâmico aproximado da perturbação. Suponha que no início da simulação a variável controlada coincida com o *set point*, suposto igual a 50%. Considere os seguintes casos:

- a. Os modelos do processo e da perturbação na implantação do controlador por pré-alimentação são exatamente iguais aos modelos apresentados na 1ª Questão. Teste a malha fechada nos modos servo e regulatório aplicando um degrau de 10%, tanto no *set point* quanto na variável de perturbação em $t=10$ s. Apresente em gráficos separados as respostas no modo servo e regulatório e, em cada gráfico, apresente a variável controlada quando se aplica o controlador PI atuando sozinho e ele atuando junto com o controlador por pré-alimentação. Em ambos os casos, plote também o valor de referência. Escreva uma legenda para poder distinguir cada um dos casos e usando formatos diferentes das linhas para poder distingui-las. Calcule o valor do índice de desempenho ISE da malha para os casos servo e regulatório com o controlador PI atuando sozinho e em conjunto com o controlador por pré-alimentação. Baseado no índice ISE, a inserção do controlador por pré-alimentação melhorou o desempenho da malha de controle no modo regulatório? E no modo servo?
- b. Repita todos os passos do item anterior, mas considerando agora que $G_P(s) = \frac{\hat{C}(s)}{\hat{M}(s)} = \frac{K_P}{\tau_P \cdot s + 1}$ e que $G_L(s)$ permaneça o mesmo da 1ª Questão.
- c. Repita todos os passos dos itens anteriores, mas considerando agora que $G_L(s) = \frac{\hat{C}(s)}{\hat{L}(s)} = \frac{K_L}{\tau_L \cdot s + 1}$ e que $G_P(s)$ permaneça o mesmo da 1ª Questão.
- d. Repita todos os passos dos itens anteriores, mas considerando agora que $G_P(s) = \frac{\hat{C}(s)}{\hat{M}(s)} = \frac{K_P \cdot e^{-\theta_P \cdot s}}{(\tau_P \cdot s + 1) \cdot (\tau_P \cdot s + 1)}$ e que $G_L(s)$ permaneça o mesmo da 1ª Questão.

3ª Questão [3,0] Considere o mesmo processo da 1ª Questão. Empregue duas opções de controle: o controlador PI agindo sozinho e ele agindo junto com o Preditor de Smith. Considere o controlador PI sintonizado pelo método de Tyreus-Luyben. Suponha que no início da simulação a variável controlada coincida com o *set point*, suposto igual a 50%. Considere os seguintes casos:

- a. O modelo do processo usado no Preditor de Smith é exatamente o modelo $G_P(s)$ da 1ª Questão. Teste a malha fechada nos modos servo e regulatório, aplicando um degrau de 10%, tanto no *set point* quanto na variável de perturbação em $t=10$ s. Apresente em gráficos separados as respostas da variável controlada no modo servo e regulatório, considerando a aplicação do controlador PI atuando sozinho e dele atuando junto com o Preditor de Smith. Em ambos os casos, plote também o valor de referência. Escreva uma legenda para poder distinguir cada um dos casos e usando formatos diferentes das linhas para poder distingui-las. Calcule o valor do índice de desempenho ISE da malha para os casos servo e regulatório com o controlador PI atuando sozinho e em conjunto com o Preditor de Smith. Baseado no índice ISE, a inserção do Preditor de Smith melhorou o desempenho da malha de controle no modo servo? E no modo regulatório?
- b. Repita todos os passos do item anterior, mas considerando agora que os três parâmetros do modelo do processo $G_P(s)$, isto é, K_P , τ_P e θ_P tenham um valor 20% acima dos seus valores nominais.
- c. Repita todos os passos dos itens anteriores, mas supondo agora que os três parâmetros do modelo do processo $G_P(s)$, isto é, K_P , τ_P e θ_P tenham um valor 20% abaixo dos seus valores nominais.

BOA PROVA!