



Lista de Exercícios No. 2

Versão 1.0

Vers. 1.0 distr. em 08/ago/13 - Qui.
Sols. aceitas até 10:10h de 22/ago/13 - Qui.
(Um atraso de Δh horas implica um fator de correção $e^{-\Delta h/6,5}$)

Realimentação de estados com o critério ITAE

O critério ITAE (cf. e.g., Dorf & Bishop, 11a. ed., LTC, 2009, pp. 221-226.)

Para $n \geq 1$ inteiro, os polinômios do denominador de cada função de transferência (sem zeros finitos) com desempenho ótimo segundo o critério ITAE, são bem conhecidos:

$$\begin{aligned}
 & s + \omega_n \\
 & s^2 + 1,4\omega_n s + \omega_n^2 \\
 & s^3 + 1,75\omega_n s^2 + 2,15\omega_n^2 s + \omega_n^3 \\
 & s^4 + 2,1\omega_n s^3 + 3,4\omega_n^2 s^2 + 2,7\omega_n^3 s + \omega_n^4 \\
 & s^5 + 2,8\omega_n s^4 + 5,0\omega_n^2 s^3 + 5,5\omega_n^3 s^2 + 3,4\omega_n^4 s + \omega_n^5 \\
 & s^6 + 3,25\omega_n s^5 + 6,60\omega_n^2 s^4 + 8,60\omega_n^3 s^3 + 7,45\omega_n^4 s^2 + 3,95\omega_n^5 s + \omega_n^6 \\
 & \dots
 \end{aligned} \tag{1}$$

A um sistema linear com uma entrada e uma saída podemos, via realimentação de estados, impor um polinômio característico de malha fechada com coeficientes ITAE. Empregamos por exemplo o comando “place”, lembrando que normalmente queremos erro estacionário nulo para um degrau, i.e., o sistema de malha fechada deve apresentar

$$y_{ss} = A_m \tag{2}$$

se a entrada for $U(s) = A_m/s$.

Exercícios

Os parâmetros relevantes de um motor *Maxon RE-40/148866*, podem ser obtidos de

$$\frac{\Omega_m(s)}{V(s)} = G(s) = \frac{60740740,7405}{s^2 + 5850,3134s + 997981,66815} \quad (3)$$

1. Obtenha um conjunto de matrizes A, B, C, D que represente o motor no espaço de estados, considerando $v(t)$ como entrada e $\theta_m(t)$ como saída.
2. Determine o polinômio ITAE apropriado (observe a ordem n).
3. Determine ω_n de modo que, para um degrau, o erro estacionário de malha fechada seja muito pequeno. Em outras palavras, de modo que y_{ss} seja aproximadamente igual à amplitude do degrau.
4. Obtenha os polos de malha fechada, aplicando "roots" ao polinômio característico de malha fechada. Forme um vetor com estes polos; por exemplo "polosmf".
5. Obtenha a matriz K de realimentação de estados, via "place".
6. Obtenha as matrizes do sistema de malha fechada.
7. Obtenha as respostas de malha fechada a um degrau de amplitude 12,0V, para $\theta_m(t)$ e $\omega_m(t)$.
8. Obtenha y_{pico} , M_p , t_s , t_r e y_{ss} , tanto para $\theta_m(t)$ como para $\omega_m(t)$.
9. Tente obter Q e R (explorando arbitrariamente os elementos das diagonais) visando atingir um desempenho de malha fechada, via "lqr", pelo menos parecido com o obtido via ITAE e "place". Anote Q e R escolhidas, assim como o respectivo desempenho (y_{pico} , M_p , t_s , t_r e y_{ss}).

Instruções para a Apresentação dos Resultados

- a - Retorne ao professor todos os dados e possíveis diagramas impressos, até o seguinte limite:

22/08/2013, 10:20h

- b - Um atraso na entrega dos resultados, de Δh horas a partir do limite acima, implica um fator de correção $\eta = e^{-\Delta h/6,5}$.
- c - Todas respostas devem ser sucintas, claras, objetivas e apresentadas em papel (A4).
- d - Os resultados individuais entregues para serem avaliados deverão conter a identificação do autor, assim como a data e a hora da entrega efetiva.
- e - Os resultados individuais entregues para serem avaliados deverão conter a identificação da lista de exercícios à qual se referem. Eg., "*Soluções e Resultados Relativos à LE-02*".

- f - Somente resultados obtidos e apresentados individualmente serão considerados para avaliação. Em outras palavras, cada conjunto de resultados só será considerado se estiver inequivocamente associado a um único aluno ou aluna.
- g - Listagens de computador não solicitadas **não** serão aceitas.
- h - Resultados eletrônicos como arquivos, mensagens, etc., **não** serão aceitos.

Final da LE 02

Arquivo original:	"tdm13le02.tex"
Arquivo p/ impressão: ...	"tdm13le02.pdf"
Versão:	1.0
No. de páginas:	3
Concluído em:	08/08/2013 - 09:10h