

SEL0620 - Controle Digital

Tarefa 2 - Sistemas Dinâmicos

(Exercício individual - peso 1)

Considere o seguinte sistema de segunda ordem representado pela função de transferência:

$$G(s) = \frac{w_n^2}{s^2 + 2\zeta w_n s + w_n^2}$$

A largura de faixa w_b do sistema é medida quando o ganho do sistema cai $3dB$ em relação ao ganho do sistema referente a $w \rightarrow 0$.

Os parâmetros ζ , e w_n estão indicados na tabela disponível no Moodle.

Parte 1

- Mostre o gráfico de bode do sistema.
- Encontre a partir do gráfico, ou use a função `bandwidth` do Matlab para encontrar a frequência de largura de banda, w_b em [rad/s], e f_b em [Hz]
- Mostre a resposta transitória contínua do sistema $G(s)$ para uma entrada degrau de amplitude R conforme a tabela disponível no Moodle.
- Mostre a resposta contínua do sistema sobreposta com a resposta discreta do sistema utilizando um retentor de ordem zero (zero order holder) para as seguintes frequências de amostragem:
 - $w_0 = w_b$
 - $w_0 = 2w_b$
 - $w_0 = 5w_b$
 - $w_0 = 10w_b$
 - $w_0 = 35w_b$
- Baseado na largura de banda de um sistema, w_b , qual o critério que pode ser usado para a escolha de uma frequência de amostragem adequada para o sistema dinâmico? Cite a referência bibliográfica que usou para dar a sua resposta (de preferência um livro ou artigo científico).
- Fazendo uma análise qualitativa dos resultados obtidos da simulação da discretização da resposta degrau do sistema para várias frequências de amostragem, você concorda com o critério indicado pela referência bibliográfica consultada? Comente.

Parte 2

Através da Transformada de Fourier obtém-se uma representação em frequência $\hat{y}(w)$ de um sinal em função do tempo $y(t)$. Através do gráfico da magnitude da Transformada

de Fourier em função da frequência $|\hat{y}(w)|$ é possível visualizar a importância relativa de cada frequência que compõe o sinal $y(t)$.

Um dos métodos numéricos para calcular a transformada de Fourier de um sinal discreto é a FFT (Fast Fourier Transform).

Todas as respostas transitórias obtidas anteriormente são na realidade representações discretas do sinal contínuo. Mesmo a resposta considerada como sendo *contínua*, é na verdade uma discretização do sinal com uma frequência w_0 elevada.

A função disponibilizada no arquivo "plot_fft_discreto.m" foi implementada para mostrar uma análise da Transformada de Fourier de um sinal discretizado com frequência de amostragem w_0 (considera-se discretização modulada por um trêm de impulsos).

A curva em azul no gráfico resultante é o espectro de frequência do sinal original contínuo, as curvas em vermelho e verde são as repetições do espectro de frequência original causado pelo processo de amostragem. O espectro de frequência do sinal amostrado seria a soma das curvas em azul, vermelho, e verde (não está mostrado na figura). A curva contínua em preto representa um filtro passa-baixa ideal que poderia ser utilizada para recuperar a curva contínua a partir da curva discretizada.

- Para cada frequência de amostragem utilizada na Parte 1, $w_0 = (w_b, 2w_b, 5w_b, 10w_b, 35w_b)$, mostre o gráfico da FFT do sinal discreto (obtido com a função disponibilizada).
- Para quais casos não é possível recuperar o sinal original contínuo a partir do sinal discreto? Ou seja, para quais casos o espectro de frequência original do sinal contínuo discreto não pode ser recuperado após a aplicação do filtro passa-baixa ideal no espectro de frequência do sinal discreto? Como isso está relacionado ao Teorema de Amostragem?

Relatório:

Incluir no relatório:

- Função de transferência do sistema contínuo;
- Valores de w_n e ζ ;
- Gráfico de bode do sistema;
- Largura de banda em [rad/s] e [Hz]
- Resposta a degrau contínua sobreposta a discreta para cada uma das frequências de amostragem solicitadas;
- Resposta às perguntas da [parte 1]

- Gráficos da análise de Fourier [parte2] para cada uma das frequências de amostragem solicitadas;
- Resposta às perguntas da [parte 2]