



P1 - LAB - Controle Digital - SEL0359

Prof. Marcos R. Fernandes

Entrega: entregue um arquivo PDF com os gráficos e código fonte utilizado para cada questão além da resposta para as perguntas dos enunciados. Não esqueça de colocar título na figura para identificar o que cada figura representa, nome dos eixos, e legenda. Leia com atenção e enunciado de cada questão! A interpretação faz parte da avaliação.

1. Considere o sinal

$$y(t) = e^{-At} \cos(2\pi Bt) u(t).$$

- Mostre o sinal em tempo contínuo no intervalo $[0, 5]$ para os valores de A e B conforme seu N° USP.
 - Obtenha o espectro de frequência usando **fft** e defina um limite B de banda máxima para o sinal. Justifique a escolha desse limite de banda.
 - Escolha uma frequência menor que 100Hz e faça a amostragem do sinal para obter $y_a[k]$. Em seguida mostre o sinal amostrado juntamente com o sinal contínuo. Justifique a escolha da frequência de amostragem.
 - Construa o sinal $y_a^*(t)$ (usando trem de impulsos) e mostre usando **stem**.
 - Obtenha o espectro de $y_a^*(t)$ usando **fft** e mostre o espectro para $f \in [-3f_s, 3f_s]$.
O que pode-se concluir com o espectro do sinal amostrado?
2. Encontre o sinal da seguinte transformada Z e mostre as primeiras 30 amostras usando o comando **stem**:

$$F(z) = \frac{(z^2 + z + 3)z}{z^5 - z^4 + (57/100)z^3 - (119/500)z^2 - (39/1000)}$$

3. Encontre a resposta temporal (em tempo discreto) do controlador PID a seguir para um **erro em degrau unitário** usando um método de discretização de sua escolha e

valores de K_P , K_I e K_D conforme seu N° USP:

$$C(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_P + K_I \frac{1}{s} + K_D s.$$

4. Considere o circuito RLC apresentado na Figura 1.

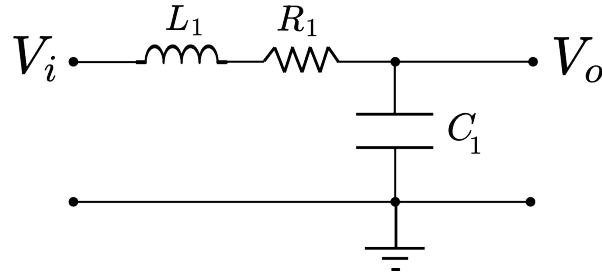


Figura 1: Circuito RLC.

- (a) Obtenha a função de transferência para o circuito RLC $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$;
- (b) Discretize a função de transferência $G(s)$ usando o método de Tustin com período de amostragem T e parâmetros R_1 , L_1 e C_1 conforme seu n° USP.
- (c) Compare a resposta ao degrau do sistema contínuo e discreto;
- (d) Compare a resposta ao impulso do sistema contínuo e discreto;
- (e) Compare a resposta em frequência do sistema contínuo e discreto;
- (f) Usando FT discretizada $G_d(z)$ obtenha a respectiva equação à diferenças;

5. A dinâmica de atitude e translação de um quadricóptero é, usualmente, controlada através de motores do tipo brushless. Esses motores são controlados via uma entrada PWM de um microcontrolador. De forma simplificada, a dinâmica de um motor brushless obedece a seguinte função de transferência:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{3.3928s^2 - 340.09s + 39451}{s^3 + 74.38s^2 + 5589s + 42107}$$

em que $Y(s)$ é a velocidade de rotação do motor e $U(s)$ é o sinal de entrada.



Figura 2: Quadricóptero.

- (a) Obtenha o Lugar geométrico das raízes de $G(s)$.
- (b) Obtenha a faixa de ganho para os quais é possível controlar em tempo contínuo e de forma estável, usando um controle proporcional, o motor brushless representado por $G(s)$.
- (c) Faça a discretização da FT do motor brushless com $T = 0.05s$ usando método degrau-invariante e apresente o Lugar Geométrico das Raízes do modelo discretizado.
- (d) Obtenha a faixa de ganho para os quais é possível controlar em tempo discreto e de forma estável, usando um controle proporcional, o motor brushless. A margem de ganho aumentou ou diminuiu? Justifique.
- (e) Escolha um ganho estável e apresente um comparativo da resposta ao degrau do motor brushless em tempo contínuo com a versão discretizada (usando o mesmo ganho). O que pode-se concluir em relação ao transitório do sistema discretizado?