

Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão Departamento de Eletroeletrônica

Exercícios Propostos: Introdução ao Controle Digital e Transformada-z

1. Suponha em um aeroporto, uma antena de radar que está girando a $6 \frac{rev}{min}$, e pontos de dados correspondentes à posição de um avião são amostrados na tela do controlador de vôo uma vez por revolução da antena. O avião está voando em direção ao aeroporto a $540 \frac{mi}{h}$. Um sistema de comunicação é estabelecido através do controlador para indicar o percurso ao piloto a cada $9mi$ de viagem do avião. Responda:
 - a) Qual é a taxa de amostragem, em segundos, da faixa de sinal plotado na tela do controlador?
 - b) Qual é a taxa de amostragem, em segundos, das instruções do controlador na indicação do percurso ao piloto?
 - c) Identifique os seguintes sinais como contínuo, discreto ou digital:
 - i. A trajetória da aeronave.
 - ii. Os dados plotados na tela do controlador.
 - iii. As instruções do controlador ao piloto.
 - iv. As ações do piloto na aeronave.
2. Esboce o diagrama de blocos de um sistema de controle digital para uma planta qualquer (sua imaginação) definindo e apresentando a função de cada elemento do diagrama de blocos, especificando o tipo de sinal em cada estágio do sistema de controle.
3. Considere a planta dinâmica no tempo contínuo $G(s) = \frac{1}{s-1}$. Utilizando o ambiente simulink, aplique uma entrada degrau a este sistema e analise a sua estabilidade. Estabeleça uma realimentação negativa unitária e verifique o seu efeito na saída da planta. Estabeleça mais uma realimentação negativa unitária e verifique o seu efeito na saída da planta. Explique os resultados obtidos, comprovando-os pela solução matemática.
4. Seja a função $f(t) = t$ definida em $t \in [0, 10]$. Determine e plote, através de um programa em MATLAB, o valor da integral desta função utilizando as seguintes aproximações (Dados: Considere um intervalo de amostragem $T = 0.01s$ e $T = 0.1s$):
 - a) Aproximação trapezoidal
 - b) Aproximação retangular em avanço
 - c) Aproximação retangular em atraso
5. Explique e compare, em função do intervalo de amostragem e do método de aproximação, os resultados obtidos na questão anterior.
6. Mostre que:
 - a) $y_k + a_1 y_{k-1} + a_2 y_{k-2} = b_0 u_k$ é equivalente a $a_2 \nabla^2 y_k - (a_1 + 2a_2) \nabla y_k + (a_2 + a_1 + 1)y_k = b_0 u_k$ e vice-versa (Dado: $\nabla^n y_k = \nabla^{n-1} y_k - \nabla^{n-1} y_{k-1}$).
 - b) $Zy_{k-n} = z^{-n} Y(z)$ (Dado: $Zy_k = \sum_{k=-\infty}^{\infty} y_k z^{-k}$)
 - c) A operação de integração no domínio do tempo contínuo representada por $G(s) = \frac{1}{s}$ é equivalente a $G(z) = \frac{T}{2} \frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}}$, $G(z) = \frac{Tz^{-1}}{1-z^{-1}}$, $G(z) = \frac{T}{1-z^{-1}}$ segundo a regra trapezoidal, retangular em avanço e retangular em atraso, respectivamente.
7. Solucione e analise a estabilidade das seguintes equações às diferenças:
 - a) $y_k = 0.5y_{k-1} - 0.3y_{k-2}$

b) $y_k = 1.6y_{k-1} - y_{k-2}$

c) $y_k = 0.8y_{k-1} + 0.4y_{k-2}$

d) $y_{k+2} = 0.25y_k$

8. Determine a função de transferência $G(z)$ e estabeleça a simulação analógica da seguinte planta dinâmica

$$y_k - 1y_{k-1} + 0.1y_{k-2} = 2u_{k-1} - 2u_{k-2} \quad (1)$$

onde $y_k = 0 \mid k < 0$ e $u_k = 1 \mid k \geq 0$. Explique os resultados obtidos da simulação (Dica: Os pólos da função de transferência $G(z)$ são as raízes do polinômio no denominador).