Prática 3 (13/11/2020). Valor: 25 pontos.

Função de transferência pulsada.

1. Considere um motor elétrico cujo comportamento dinâmico é descrito pela função de transferência
$$G_p(s) = \frac{\Omega(s)}{\tau(s)} = \frac{0.5}{0.5s + 1}, \tag{1}$$
em que $\Omega(s) = \mathcal{L}\{\omega(t)\}$ é a velocidade do motor e $\tau(s) = \mathcal{L}\{\tau(t)\}$ é o torque aplicado ao seu eixo.
   (a) Determine o ganho e a constante de tempo do sistema a partir de $G_p(s)$.
   (b) Obtenha a resposta desse sistema a uma entrada em degrau unitário (utilize a função `lsim` do MATLAB). Gere o gráfico temporal de $\omega(t)$ e determine, a partir dele, o ganho e a constante de tempo do sistema.
   (c) Considere que a entrada passa por um amostrador (T = 0,1 s) e um segurador de ordem zero antes de excitar o sistema $G_p(s)$. Obtenha a função de transferência pulsada $G(z)$ resultante da associação em série desses três elementos. *Dica*: utilize a função `c2d` ou a função `c2dm` do MATLAB.
   (d) Determine o ganho e a constante de tempo do sistema amostrado a partir de $G(z)$.
   (e) Obtenha a resposta desse sistema amostrado a uma entrada em degrau unitário (utilize a função `dlsim` do MATLAB). Gere o gráfico temporal de $\omega(k)$ e plote-o juntamente com o gráfico de $\omega(t)$ obtido no item (b) (utilize o comando `hold on` e a função `stem` do MATLAB). Faça uma análise comparativa dos dois gráficos obtidos.
   (f) Obtenha a função de transferência em malha fechada analógica $T(s)$ do sistema $G_p(s)$ com um controlador proporcional $K_p = 2$ e um sensor de velocidade ideal. *Dica*: utilize a função `feedback` do MATLAB.
   (g) Determine o ganho e a constante de tempo do sistema em malha fechada analógico a partir de $T(s)$.
   (h) Obtenha a resposta desse sistema em malha fechada analógico a uma entrada em degrau de amplitude 100 (utilize a função `lsim` do MATLAB). Gere o gráfico temporal de $\omega(t)$ e determine, a partir dele, o ganho e a constante de tempo do sistema em malha fechada.
   (i) Obtenha a função de transferência em malha fechada amostrada $T(z)$ do sistema $G(z)$ com um controlador proporcional $K_p = 2$ e um sensor de velocidade ideal. *Dica*: utilize a função `feedback` do MATLAB.
   (j) Determine o ganho e a constante de tempo do sistema em malha fechada amostrado a partir de $T(z)$.
   (k) Obtenha a resposta desse sistema em malha fechada amostrado a uma entrada em degrau de amplitude 100 (utilize a função `dlsim` do MATLAB). Gere o gráfico temporal de $\omega(k)$ e determine, a partir dele, o ganho e a constante de tempo do sistema em malha fechada. Plote-o juntamente com o gráfico de $\omega(t)$ obtido no item (h) (utilize o comando `hold on` e a função `stem` do MATLAB). Faça uma análise comparativa dos dois gráficos obtidos (a resposta de $T(s)$ e de $T(z)$ ao degrau de amplitude 100).

(l) Obtenha a resposta do sistema em malha fechada analógico $T(s)$ a uma referência em degrau de amplitude 100 para diferentes valores de K_p. Considere, por exemplo, $K_p \in \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20\}$. Plote as 10 respostas temporais de velocidade obtidas em uma mesmo ambiente `figure` do MATLAB. O que acontece com o ganho e com a constante de tempo em malha fechada quando K_p cresce?

(m) Obtenha a resposta do sistema em malha fechada amostrado $T(z)$ a uma referência em degrau de amplitude 100 para diferentes valores de K_p. Considere, por exemplo, $K_p \in \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20\}$. Plote as 10 respostas temporais de velocidade obtidas em uma mesmo ambiente `figure` do MATLAB. O que acontece com o ganho e com a constante de tempo em malha fechada quando K_p cresce?