

SEM 5928 - Sistemas de Controle

Lista 3 - Entrega: 6/10/2020

Adriano A. G. Siqueira

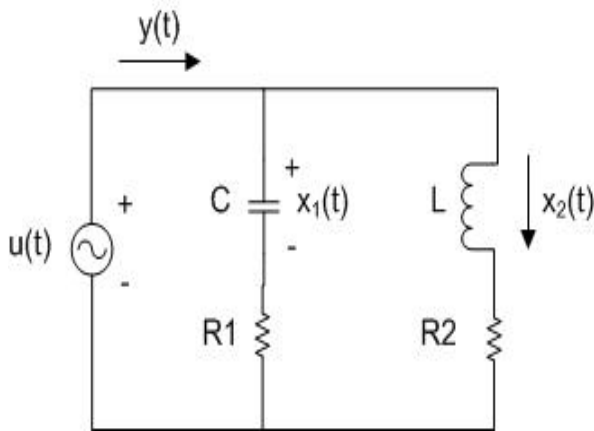
1. Um sistema com estado \mathbf{x} é descrito pelas matrizes:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad D = 0.$$

(a) Encontre uma transformação T tal que se $\mathbf{x} = T\mathbf{z}$, as matrizes descrevendo a dinâmica de \mathbf{z} estão na forma canônica controlável. Calcule as novas matrizes.

(b) Encontre a função transferência do sistema.

2. Considere o circuito da figura abaixo, com entrada sendo a tensão $u(t)$ e saída sendo a corrente $y(t)$.



(a) Escreva as equações no espaço de estados.

(b) Encontre as condições relacionando R_1 , R_2 , C e L que fazem com que o sistema seja não controlável e não observável.

(c) Interprete fisicamente as condições encontradas em termos das constantes de tempo do sistema.

(d) Encontre a função de transferência do sistema. Mostre o que acontece com relação aos polos e zeros nas condições encontradas acima.

3. Considere o sistema:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -2 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

(a) Projete um controlador por realimentação do estado tal que o sistema em malha fechada responda a uma entrada degrau com sobressinal menor que 5% e tempo de acomodação (para 1%) menor que 4.6 s.

(b) Use o Matlab para verificar se seu projeto satisfaz as especificações.

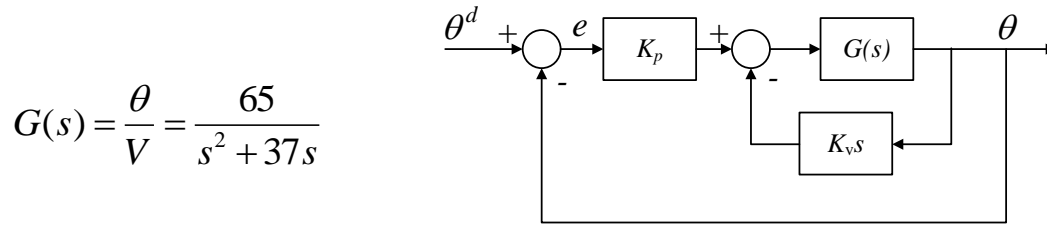
4. Dado o processo,

$$G(s) = \frac{10}{s(s+2)(s+8)}$$

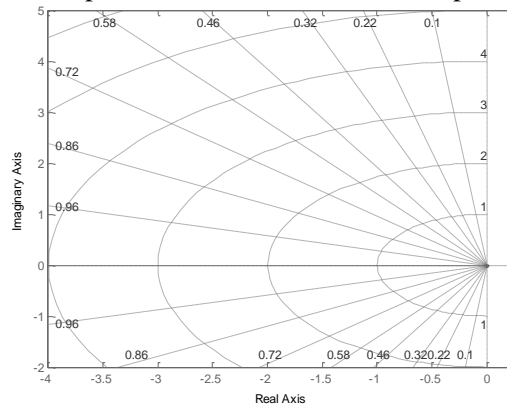
(a) Obtenha a representação no espaço de estados nas formas canônicas controlável e observável.

- (b) Usando a representação na forma observável, projete um compensador (controlador+observador) tal que os pólos do controlador sejam $s = -1.4$ e $s = -1 \pm 2.15j$, e do observador $s = -4.25$ e $s = -3 \pm 6.4j$.
- (c) Mostre a resposta do sistema para uma condição inicial $\mathbf{x}(0) = [1 \ 0 \ 0]^T$.

5. O diagrama de blocos em malha fechada de um motor DC com função transferência $G(s)$ e considerando um controlador do tipo PV (Proporcional-Velocidade) é dado abaixo.



- a) Encontre a função de transferência em malha fechada do sistema, $T(s) = \theta(s)/\theta^d(s)$.
- b) Considerando o controlador PV, qual a influência dos ganhos K_p e K_v na resposta ao degrau unitário em malha fechada? Faça a análise considerando a frequência natural (ω_n), o fator de amortecimento (ζ), o tempo de subida (t_r) e o sobressinal (M_p). Ex.: se $\omega_n \uparrow$ então $t_r \downarrow$.
- c) Represente a região no plano s tal que o sistema em malha fechada apresente sobressinal entre 2% ($\zeta = 0.8$) e 37% ($\zeta = 0.3$) e tempo de subida entre 1,8 s e 0,5 s para uma entrada degrau.



- d) Defina polos de malhada fechada que satisfaçam as especificações de desempenho do item (c). Encontre os ganhos do controlador (K_p e K_v) para estes pólos.
- e) Considere agora um controlador PI, ou seja:

$$C(s) = K_p + \frac{K_i}{s}.$$

Encontre a faixa de valores para K_p e K_i tal que o sistema seja estável em malha fechada. Faça um gráfico $K_p \times K_i$.