CALENDARIO

NOTAS

PARTICIPANTES

OTROS

Navegación por el cuestionario

1 2 3 4

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

Comenzado el	sábado, 24 de abril de 2021, 08:00
Estado	Finalizado
Finalizado en	sábado, 24 de abril de 2021, 10:37
Tiempo empleado	2 horas 36 minutos
Calificación	**20,00** de 20,00 (**100**%)

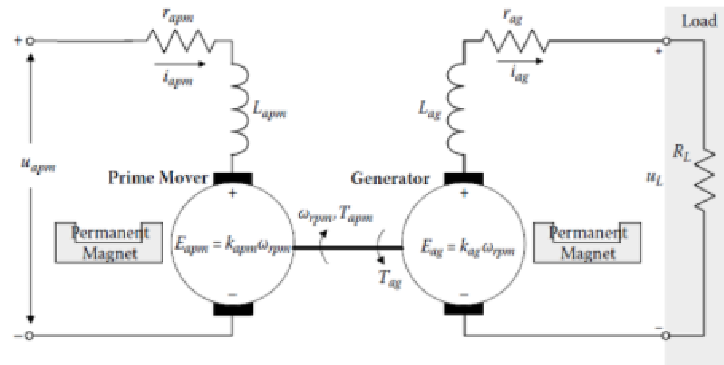
Pregunta 1

Finalizado

Puntúa 5,00 sobre 5,00

Marcar pregunta

La figura muestra dos máquinas eléctricas DC integradas para formar un sistema motor-generador:



Modele el sistema en forma de espacio de estados considerando lo siguiente:

Entrada: Alimentación (u_{apm})

Estados: Corrientes de armadura (i_{apm}, i_{ag}) y velocidad angular (ω_{rpm})

Salida: Voltaje (u_L)

Parámetros del sistema:

Prime Mover		Generator	
r_{apm}	0.4 Ω	r_{ag}	0.3 Ω
L_{apm}	0.05 H	L_{ag}	0.06 H
k_{apm}	0.3 V-s/rad	k_{ag}	0.25 V-s/rad
kT_{apm}	0.3 N-m/A	kT_{ag}	0.25 N-m/A
f_{apm}	0.0007 N-m-s/rad	f_{ag}	0.0008 N-m-s/rad
J_{pm}	0.04 kg-m^2	J_g	0.05 kg-m^2
		R_L	5 Ω

(5.0 puntos)

Preg1.docx

Preg1.pdf

Comentario:

01

Estados

$x_1 = i_{apm}$ $\quad y = u_L$

$x_2 = i_{ag}$ $\quad u = u_{apm}$

$x_3 = \omega_{RPM}$

- $u_L = R_L \cdot i_{ag}$

Ecuaciones:

(1) $u_{apm} = i_{apm} \cdot r_{apm} + L_{apm} \dfrac{di_{apm}}{dt} + K_{apm} \omega_{rpm}$

(2) $\underbrace{KT_{apm} \cdot i_{apm}}_{T_{apm}} - f_{apm} \cdot \omega_{rpm} - \underbrace{T_C}_{\text{Torque carga}} = J_{pm} \dot{\omega}$

(3) $KT_{ag} \cdot i_{ag} - f_{ag}\, \omega_{rpm} - T_C = J_g \dot{\omega}$

(4) $K_{ag} \cdot \omega_{rpm} = L_{ag} \dfrac{di_{ag}}{dt} + r_{ag}\, i_{ag} + r_L\, i_{ag}$

→ En estados

$u = x_1 \cdot r_{apm} + L_{apm} \dot{x}_1 + K_{apm}\, x_3$ ... (1)

$(J_{pm} - J_g)\dot{x}_3 = K_{T\,apm} \cdot x_1 - (f_{apm} - f_{ag}) x_3 - K_{Tag} \cdot x_2$ ... (2 y 3)

$K_{ag}\, x_3 = L_{ag}\, \dot{x}_2 + r_{ag} \cdot x_2 + r_L \cdot x_2$ ... (4)

Reordenando

(1) $\dot{x}_1 = -\dfrac{r_{apm}}{L_{apm}} x_1 - \dfrac{K_{apm}}{L_{apm}} x_3 + \dfrac{1}{L_{apm}} u$

(4) $\dot{x}_2 = -\dfrac{(r_{ag} + r_L)}{L_{ag}} x_2 + \dfrac{K_{ag}}{L_{ag}} x_3$

(2) $\dot{x}_3 = \dfrac{K_{T\,apm}}{(J_{pm} - J_g)} x_1 - \dfrac{K_{Tag}}{(J_{pm} - J_g)} x_2 - \dfrac{(f_{apm} - f_{ag})}{(J_{pm} - J_g)} x_3$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{-r_{apm}}{L_{apm}} & 0 & \frac{-K_{apm}}{L_{apm}} \\ 0 & \frac{-(r_{ag}+R_L)}{L_{ag}} & \frac{K_{ag}}{L_{ag}} \\ \frac{K_{T\,apm}}{(J_{pm}-J_{ag})} & -\frac{K_{Tag}}{(J_{pm}-J_{ag})} & -\frac{(f_{apm}-f_{ag})}{(J_{pm}-J_{ag})} \end{bmatrix}}_{A} X + \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{1}{L_{apm}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{B} u$$

$$y = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & R_L & 0 \end{bmatrix}}_{C} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \underbrace{0}_{D}$$

Donde:

Parámetros del sistema:

Prime Mover		Generator	
r_{apm}	0.4 Ω	r_{ag}	0.3 Ω
L_{apm}	0.05 H	L_{ag}	0.06 H
k_{apm}	0.3 V-s/rad	k_{ag}	0.25 V-s/rad
kT_{apm}	0.3 N-m/A	kT_{ag}	0.25 N-m/A
f_{apm}	0.0007 N-m-s/rad	f_{ag}	0.0008 N-m-s/rad
J_{pm}	0.04 kg-m^2	J_g	0.05 kg-m^2
		R_L	5 Ω

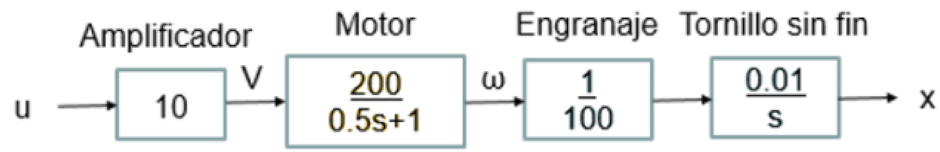
Pregunta **2**

Finalizado

Puntúa 5,00 sobre 5,00

Marcar pregunta

El siguiente diagrama bloques representa un sistema de posicionamiento mecánico:



a) Obtenga el modelo de espacio de estados del sistema dado. (2 puntos)

b) Respuesta de ω y x a las condiciones iniciales: $\omega_0 = 1$, $x_0 = 0$ y entrada tipo escalón unitario (sin utilizar MatLab o similar). (3 puntos)

Preg2.pdf

Comentario:

021

a) u = entrada
y = salida

$$u \rightarrow \boxed{\frac{2000}{0{,}5s+1}} \xrightarrow{w} \boxed{\frac{0{,}01}{100\,s}} \xrightarrow{x}$$

- $$\frac{W(s)}{u(s)} = \frac{2000}{0{,}5s+1} = 0{,}5\,s\,W(s) + W(s) = 2000\,u(s)$$

$$\rightarrow \quad 0{,}5 \cdot \dot{w} + w = 2000\,u$$

$$x_1 = w \qquad \dot{w} = -2w + 4000\,u$$

$$\dot{x}_1 = -2x_1 + 4000\,u$$

- $$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{0{,}01}{100s} = 100\,s\,Y(s) = 0{,}01\,W(s)$$

$$x_2 = y \quad \rightarrow \quad 100\,\dot{y} = 0{,}01\,w$$

$$100\,\dot{x}_2 = 0{,}01\,x_1$$

$$\dot{x}_2 = 10^{-4} \cdot x_1$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 10^{-4} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4000 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + 0$$

b) Condiciones iniciales:

$X_1 = \omega_0 = 1 \qquad u = 1 \quad , 0 \leq t$

$X_2 = X_0 = 0$

$$(sI - A) = \begin{bmatrix} s+2 & 0 \\ -10^{-4} & s \end{bmatrix} \rightarrow \det(sI - A) = s^2 + 2s$$

$$(sI - A)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s} & 0 \\ \frac{-10^{-4}}{s^2+2s} & \frac{1}{s+2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/s & 0 \\ -10^{-4}\left(\frac{1/2}{s} - \frac{1/2}{s+2}\right) & \frac{1}{s+2} \end{bmatrix}$$

$$e^{At} = L^{-1}\left\{(sI - A^{-1})\right\} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -0{,}5\times10^{-4} - 0{,}5\times10^{-4} e^{-2t} & e^{-2t} \end{bmatrix}$$

$u(t) = 1 \ , t \geq 0$

$$\int_0^t e^{(A(t-\tau))} B\, u(\tau)\, d\tau = \int_0^t \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -0{,}5\times10^{-4} - 0{,}5\times10^{-4} e^{-2(t-\tau)} & e^{-2(t-\tau)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4000 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot 1 d\tau$$

$$\int_0^t \begin{bmatrix} 4000 \\ -0{,}2 - 0{,}2 e^{-2(t-\tau)} \end{bmatrix} d\tau = \left[\begin{bmatrix} 4000\, t \\ -0{,}2 + 0{,}1 e^{-2(t-t)} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ -0{,}2 + 0{,}1 e^{-2t} \end{bmatrix} \right]$$

$$= \begin{bmatrix} 4000t \\ -0{,}3 + 0{,}1 e^{-2t} \end{bmatrix}$$

$$X(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -0{,}5\times10^{-4} - 0{,}5\times10^{-4} e^{-2t} & e^{2t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4000t \\ -0{,}3 + 0{,}1 e^{-2t} \end{bmatrix}$$

$$X(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ -0{,}5\times10^{-4} - 0{,}5\times10^{-4} e^{-2t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4000t \\ -0{,}3 + 0{,}1 e^{-2t} \end{bmatrix}$$

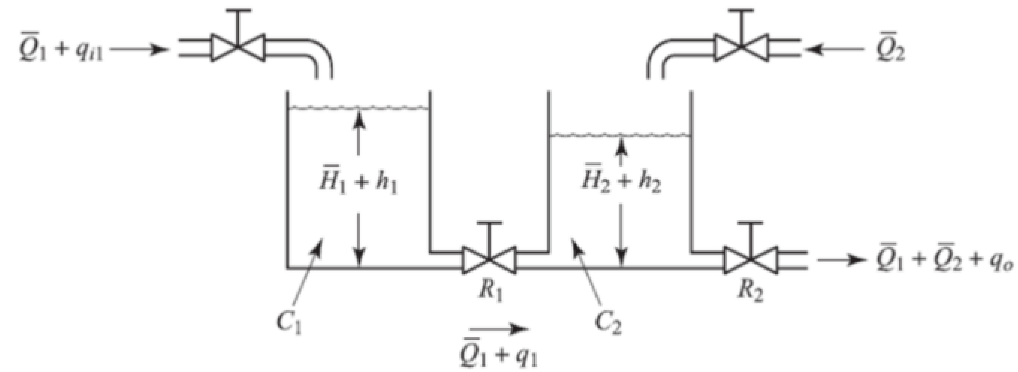
Pregunta **3**

Finalizado

Puntúa 5,00 sobre 5,00

Marcar pregunta

Para el siguiente sistema.



Donde: $q_1 = \frac{h_1 - h_2}{R_1}$; $q_0 = \frac{h_2}{R_2}$; $C_1\dot{h}_1 = q_{i1} - q_1$; $C_2\dot{h}_2 = q_1 - q_0$

a) Hallar el modelo en espacio estados si la entrada es q_{i1} y la salida es h_2. (3 p)

b) Hallar la función de transferencia (sin utilizar MatLab o similar) a partir del modelo en espacio estados. (2 p)

Preg3.pdf

Comentario:

1. Muy bien se obtuvo de forma adecuada el modelo de espacio de estados, 3pts.

2. Muy bien se obtuvo la función de transferencia de forma adecuada, 2pts.

3) $q_1 = \frac{h_1 - h_2}{R_1}$ $\quad C_1 \dot{h}_1 = q_{i1} - q_1$ $\quad x_1 = h_1$

a) $q_o = \frac{h_2}{R_2}$ $\quad C_2 \dot{h}_2 = q_1 - q_o$ $\quad x_2 = h_2$

$y = x_2 \quad u = q_{i1}$

• Ecuaciones espacio estado

$$C_1 \dot{h}_1 = u - \frac{h_1}{R_1} - \frac{h_2}{R_1} \rightarrow \dot{x}_1 = \frac{-1}{C_1 R_1} x_1 - \frac{1}{C_1 R_1} x_2 + u$$

$$C_2 \dot{h}_2 = \frac{h_1}{R_1} - \frac{h_2}{R_1} - \frac{h_2}{R_2} \rightarrow \dot{x}_2 = \frac{x_1}{R_1 C_2} - \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C_2}\right) x_2$$

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} \frac{-1}{C_1 R_1} & -\frac{1}{C_1 R_1} \\ \frac{1}{R_1 C_2} & -\left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C_2}\right) \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} X$$

b) $$\mathrm{adj}(SI - A) = \begin{bmatrix} s + \frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C_2} & \frac{-1}{C_1 R_1} \\ \frac{1}{R_1 C_2} & s + \frac{1}{C_1 R_1} \end{bmatrix} \qquad Y(s) = C(sI - A)^{-1} \cdot B$$

$$\det(sI - A) = s^2 + \left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C_2} + \frac{1}{C_1 R_1}\right) s + \frac{R_1 + R_2}{R_1^2 R_2 C_1 C_2}$$

$$Y(s) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{s^2 + \left(\frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C_2} + \frac{1}{C_1 R_1}\right) s + \frac{R_1+R_2}{R_1^2 R_2 C_1 C_2}} \begin{bmatrix} s + \frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C_2} & -\frac{1}{C_1 R_1} \\ \frac{1}{R_1 C_2} & s + \frac{1}{C_1 R_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Y_{(s)} = \frac{1}{(\quad)} \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} s + \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C_1} \\ \frac{1}{R_1 C_2} \end{bmatrix}$$

$$Y_{(s)} = \frac{\frac{1}{R_1 C_2}}{s^2 + \left(\frac{C_1 R_1 + C_1 R_2 + R_1 R_2 C_2}{R_1^2 R_2 C_1 C_2} \right) + \frac{R_1 + R_2}{R_1^2 R_2 C_1 C_2}}$$

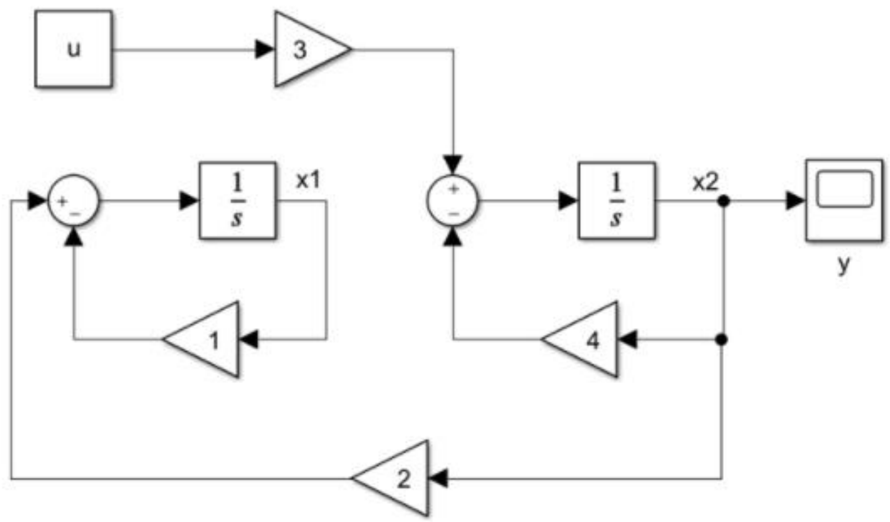
Pregunta **4**

Finalizado

Puntúa 5,00 sobre 5,00

Marcar pregunta

Considere el diagrama mostrado en la figura:



a) Obtenga la representación del sistema en espacio de estados. (2.0 p)

b) Verifique si el sistema es estable, controlable y observable (sin utilizar MatLab o similar, puede utilizar calculadora). (2.0 p)

c) Simular el sistema utilizando MatLab o Simulink con: u=0, x1(0)=0.1, x2(0)=0.3. Mostrar la gráfica de la salida. (1.0 p)

Preg4.pdf

Comentario:

1. Muy bien se obtuvo de forma adecuada el modelo de espacio de estados, 2pts.

2. Muy bien se determinó la estabilidad, controlabilidad y observabilidad, 2pts.

3. Se mostró los gráficos de MATLAB obtenido asi como su código. 1pt

Q41

a) $3u - 4x_2 = \dot{x}_2$ $\qquad u$ = entrada

$\dot{x}_1 = -x_1 + 2x_2$ $\qquad y = x_2$ = salida

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 0 & -4 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \end{bmatrix} u$$

$$y = [0 \quad 1]\, x$$

b) autovalores

$$(\lambda I - A) = \begin{bmatrix} \lambda+1 & -2 \\ 0 & \lambda+4 \end{bmatrix}$$

$$\det(\lambda I - A) = \lambda^2 + 5\lambda + 4 \rightarrow \lambda_1 = -1, \quad \lambda_2 = -4$$

$$P_\alpha^{(0)} \Rightarrow \begin{bmatrix} \lambda_1+1 & -2 \\ 0 & \lambda_1+4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \qquad P_\alpha^{(0)} = \begin{bmatrix} -2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$P_\alpha^{(1)} \Rightarrow \begin{bmatrix} \lambda_2+1 & -2 \\ 0 & \lambda_2+4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 & -2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad \underbrace{P_\alpha^{(1)} = \begin{bmatrix} -3 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\text{estable (autovectores)}}$$

$$C_o = [B \quad AB]$$

$$C_o = \begin{bmatrix} 0 & 6 \\ 3 & -12 \end{bmatrix} \leftarrow \text{Rango} = 2 = n \rightarrow \text{es controlable}$$

$$O_b = \begin{bmatrix} C \\ CA \end{bmatrix}$$

$$O_b = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -4 \end{bmatrix} \leftarrow \text{rango} = 1 \leq 2 = n \rightarrow \text{no es observable}$$

CÓDIGO EN MATLAB

```
clc;
clear;
close all;

A = [-1 2; 0 -4];
B = [0; 3];
C = [0 1];
D = [0];

figure(1)
hold on;

t = 0:0.01:10;
u = 0*ones(size(t));
x0 = [0.1 0.3]';
[T xt] = lsim(A,B,C,D,u,t,x0);

x1t = xt(:,1);
x2t = xt(:,2);

plot(t,x1t,t,x2t);
title("Respuesta Completa (u => 0, c.i. => [0.1 0.3]')");
legend('x1(t)','x2(t)');
```