

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Laboratorio de Sistemas de Control Aplicados

Trabajo # 2: Modelamiento de Sistemas Combinados

Nombre: Felipe Bryan González Collantes

Paralelo: 104

Procedimiento (45 puntos)

Imágenes/capturas de los diagramas de bloque utilizados.

NOMBRE: FELIPE GONZALEZ

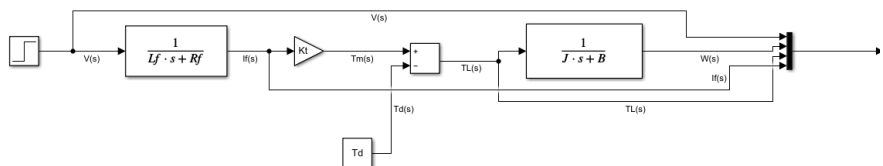


Ilustración 1 Diagrama de Bloques de Motor DC controlado por Campo

NOMBRE: FELIPE GONZALEZ

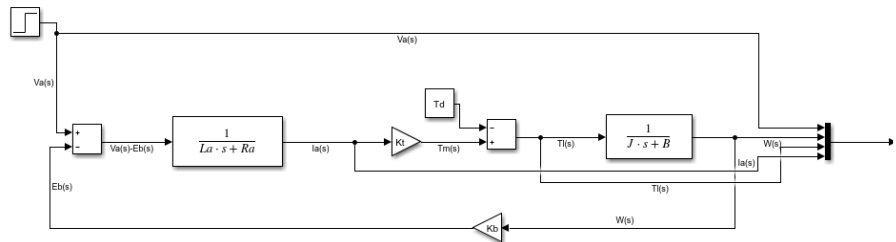


Ilustración 2 Diagrama de Bloques de Motor DC controlado por Armadura

NOMBRE: FELIPE GONZALEZ

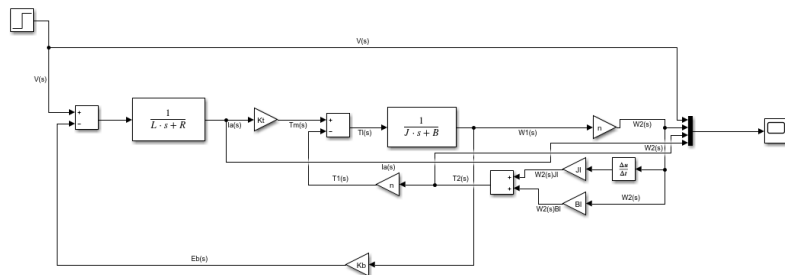
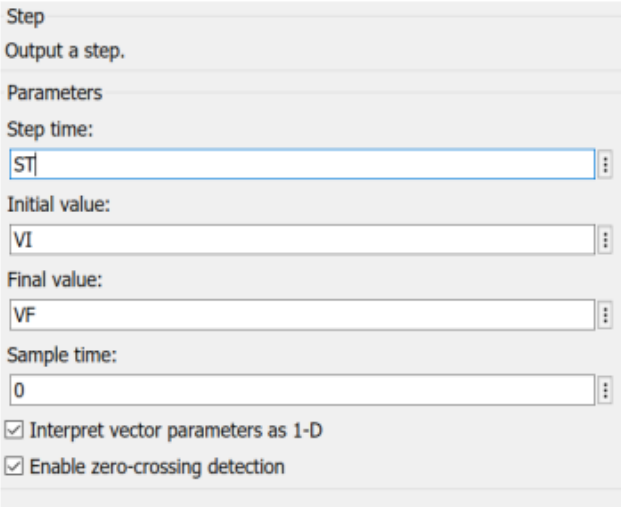


Ilustración 3 Diagrama del Sistema Combinado

<p>Configuraciones de bloques requeridos.</p>	 <p><i>Ilustración 4 Ventana de Configuración</i></p>
<p>Códigos (script) usados</p>	<pre> %Nombre: FELIPE GONZALEZ %Paralelo: 104 %Sistemas de Control, Práctica 2: Sistemas Combinados %% Motor DC Controlado por Campo close all clc clear Rf=281.3; %resistencia del circuito de campo Lf=156; %valor del inductor del circuito de campo J=0.0221; %Inercia del eje de rotación del motor B=0.002953; %amortiguamiento del eje de rotación del motor Kt=0.516; %constante de tiempo del sistema Td=0; VI=200; %Valor de entrada del voltaje VF=300; %valor final del voltaje ST=40; %valor del paso del tiempo de la función sim("P2_diagramadccampoF.slx",100) %gráficas: %subplot de la variable de entrada y salida vs tiempo figure(1) subplot(1,2,1) plot(sim1(:,1), sim1(:,2)) grid on axis([0 inf 180 320]) title("Entrada del sistema") xlabel("Tiempo [s]") ylabel("Voltaje [v]") </pre>

```

subplot(1,2,2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,3))
grid on
title("salida del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Velocidad angular [rad/s]")

figure(2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,4))
grid on
title("Torque del sistema") %torque que proporciona el
motor
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Torque [Nm]")

figure(3)
plot(sim1(:,1), sim1(:,5))
grid on
title("Corriente de la armadura")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("corriente [A]")

%% Motor DC Controlado por Armadura
close all
clc
clear
Ra=2.581;
%resistencia del circuito de campo
La=0.0281;
%valor del inductor del circuito de campo
J=0.0221;
%Inercia del eje de rotación del motor
B=0.002953;
%amortiguamiento del eje de rotación del motor
Kt=0.516;
%constante de tiempo del sistema
Kb=1.25;
%proporción entre el voltaje y la velocidad angular
Td=0;
VI=140;
%Valor de entrada del voltaje
VF=240;
%valor final del voltaje
ST=1;
%valor del paso del tiempo de la función

sim("P2_diagramadcaraduraF.slx",2)

%Gráficas
%subplot de la variable de entrada y salida vs tiempo
figure(1)
subplot(1,2,1)
plot(sim1(:,1), sim1(:,2))
grid on
axis([0 inf 120 260])
title("Entrada del sistema")

```

```

xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Voltaje [v]")

subplot(1,2,2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,3))
grid on
title("salida del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Velocidad angular [rad/s]")

figure(2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,4))
grid on
title("Torque del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Torque [Nm]")

figure(3)
plot(sim1(:,1), sim1(:,5))
grid on
title("Corriente de la armadura")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("corriente [A]")

%% Motor: Sistema Combinado
close all
clc
clear
N1=20;
%número de dientes del primer engrane
N2=40;
%número de dientes del segundo engrane
n=N1/N2;
%relación entre los engranes
R=2.581;
%resistencia del circuito de campo
L=0.0281;
%valor del inductor del circuito de campo
J=0.0221;
%Inercia del eje de rotación del motor
Jl=0.125;
%inercia en el segundo eje
B=0.002953;
%amortiguamiento del eje de rotación del motor
Bl=0.01;
%amortiguamiento del segundo eje
Kt=0.516;
%constante de tiempo del sistema
Kb=1.25;
%proporción entre el voltaje y la velocidad angular
Td=0;
VI=140;
%Valor de entrada del voltaje
VF=240;
%valor final del voltaje

```

```

ST=1;
%valor del paso del tiempo de la función
sim("P2_diagramasistematico combinado2F",2)

%Gráficas
%subplot de la variable de entrada y salida vs tiempo
figure(1)
subplot(1,2,1)
plot(sim1(:,1), sim1(:,2))
grid on
axis([0 inf 120 260])
title("Entrada del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Voltaje [V]")

subplot(1,2,2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,3))
grid on
title("salida del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Velocidad angular [rad/s]")

figure(2)
plot(sim1(:,1), sim1(:,4))
grid on
title("Torque del sistema")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("Torque [Nm]")

figure(3)
plot(sim1(:,1), sim1(:,5))
grid on
title("Corriente de la armadura")
xlabel("Tiempo [s]")
ylabel("corriente [A]")

```

Gráficas o *plots* de datos y resultados

Caso 1

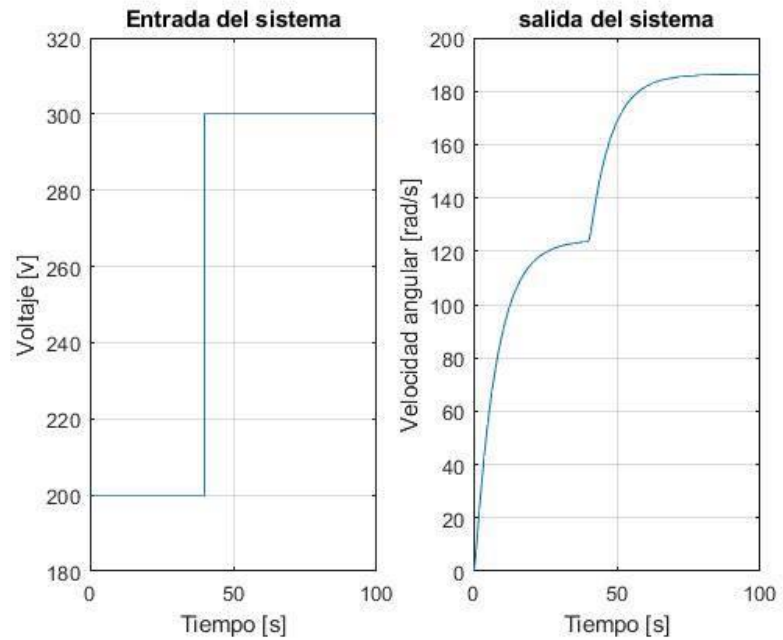


Ilustración 5 Entrada y Salida del Sistema DC por Campo

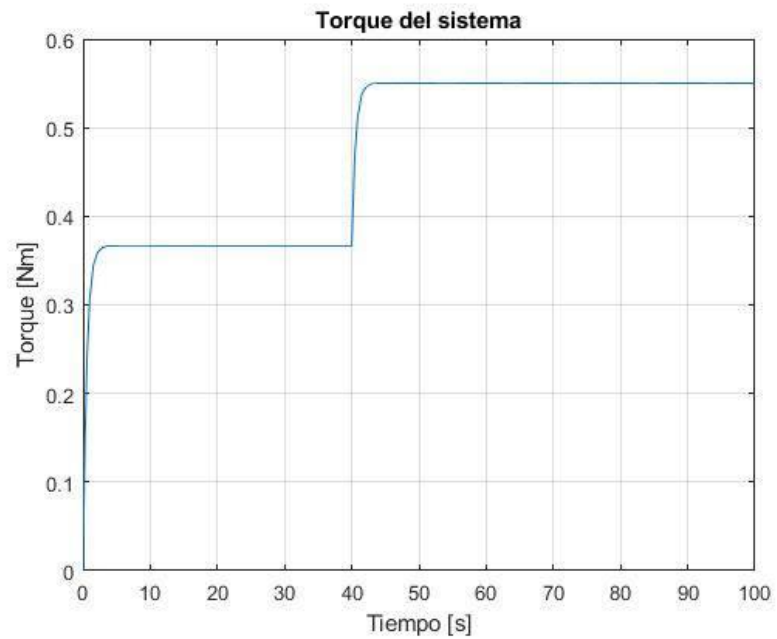


Ilustración 6 Torque vs Tiempo del Motor DC por Campo

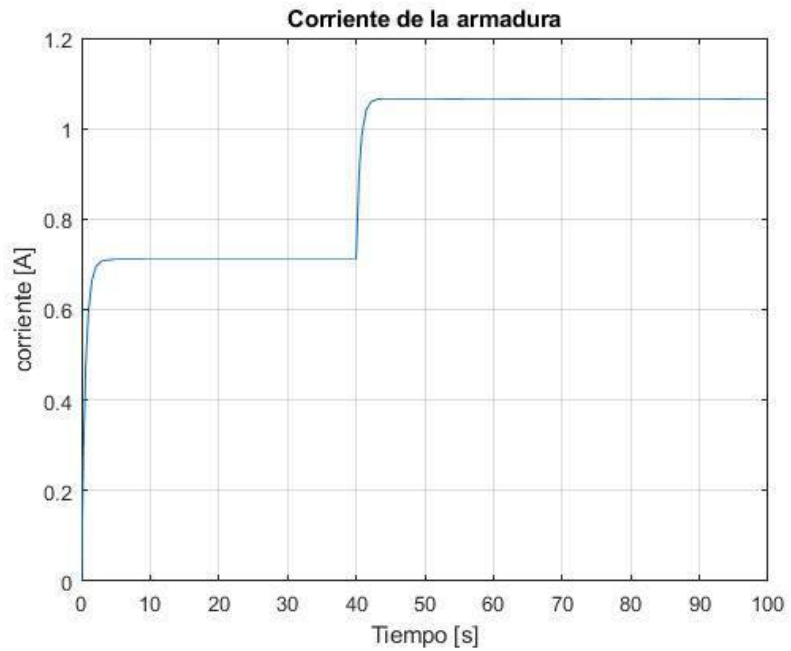


Ilustración 7 Corriente vs Tiempo del Sistema DC por Campo

Caso 2

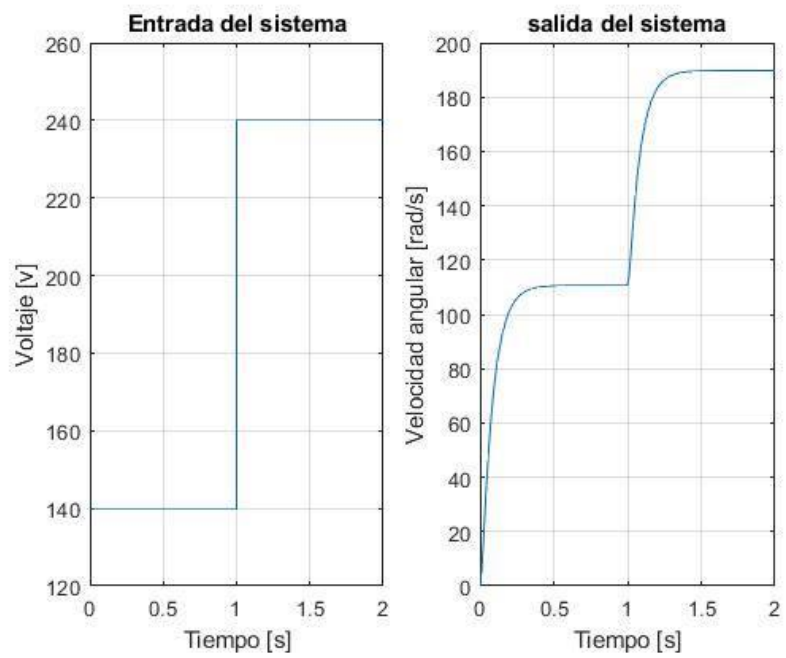


Ilustración 8 Entrada y Salida Sistema DC por Armadura

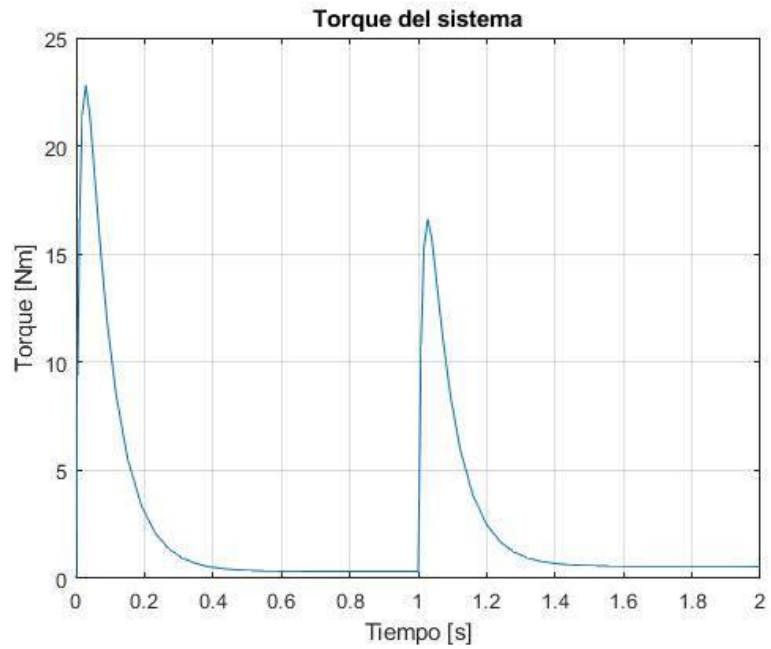


Ilustración 9 Torque vs Tiempo Sistema DC por Armadura

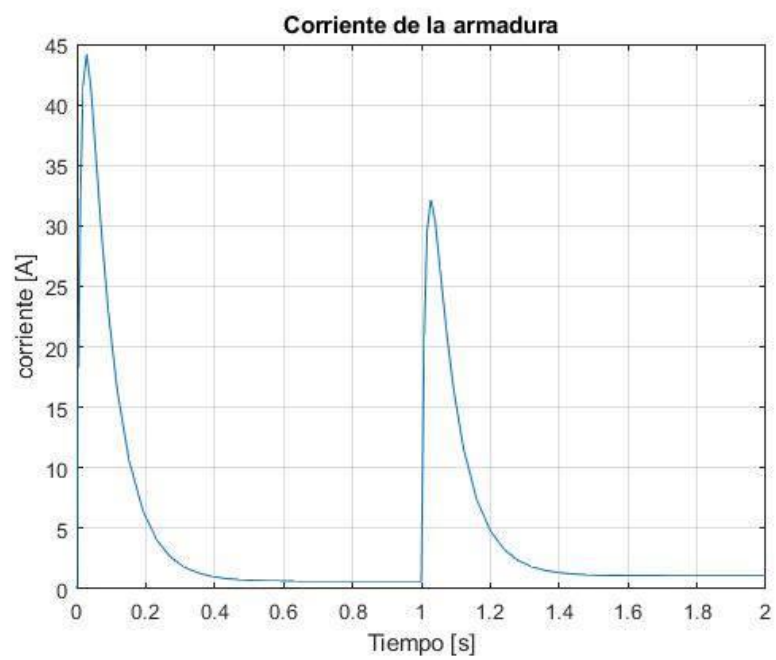


Ilustración 10 Corriente vs Tiempo Sistema DC por Armadura

Caso 3

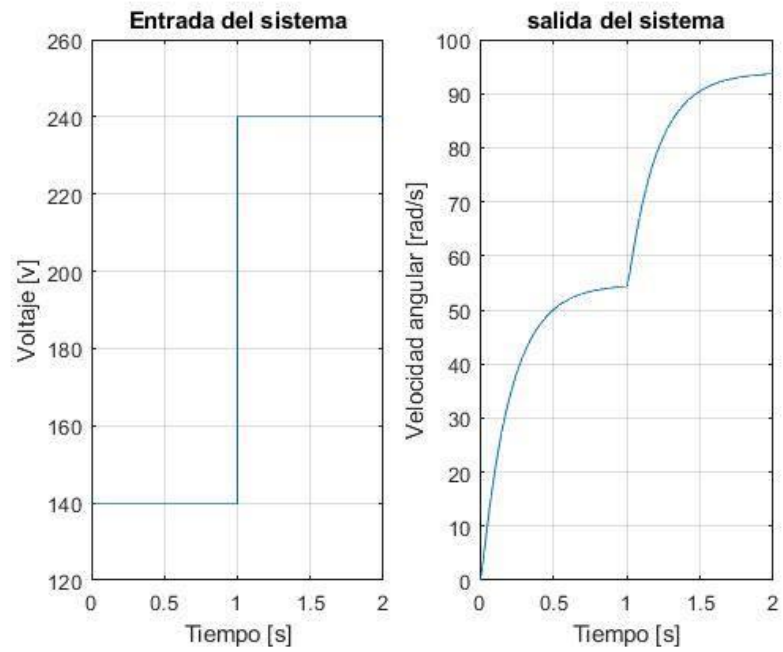


Ilustración 11 Entrada y Salida del Sistema Combinado

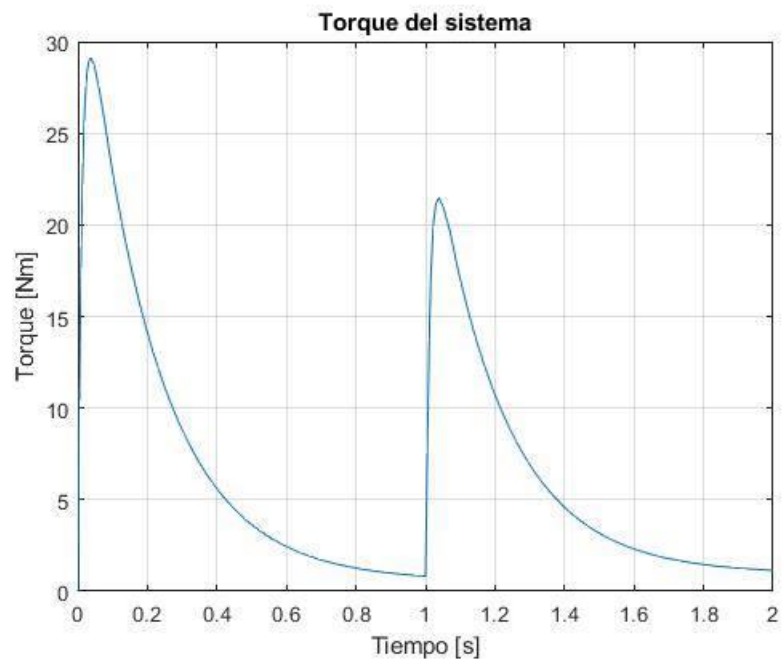
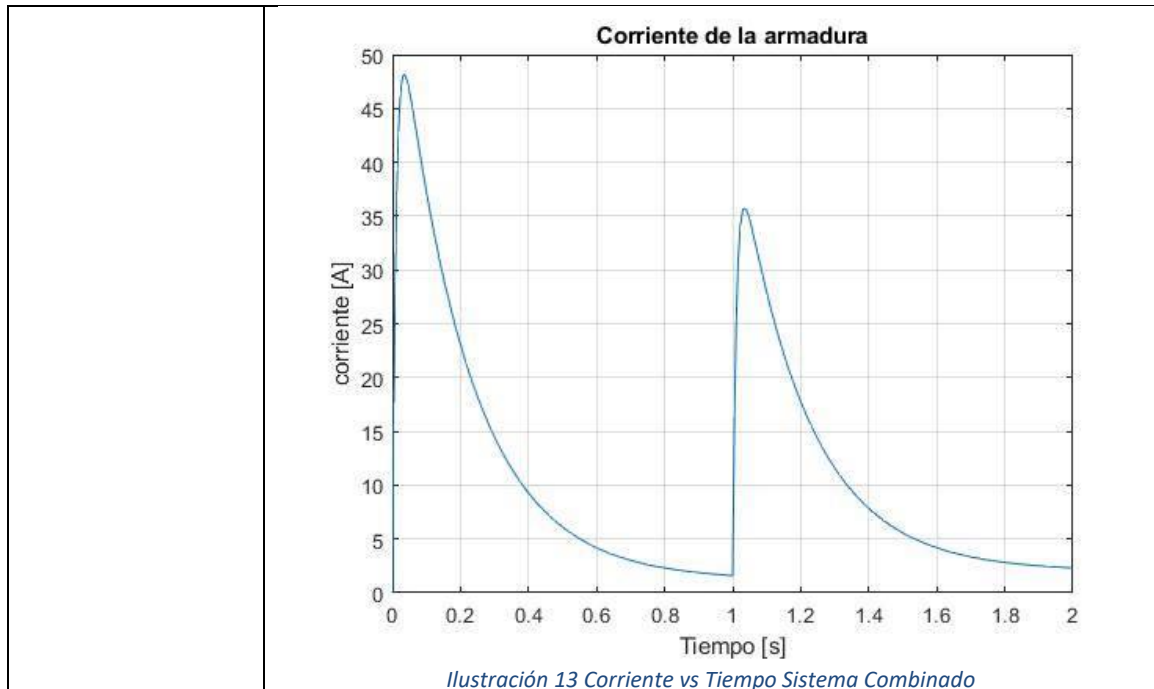


Ilustración 12 Torque vs Tiempo Sistema Combinado



Preguntas:

a) ¿Se cumple el principio de conservación de energía? Justifique su respuesta

Es necesario que la potencia eléctrica del motor sea igual a la mecánica para que este principio se cumpla. Como es posible observar en un $t = 40$ [s], observamos una diferencia de 168 [W], la cual es causada principalmente por las pérdidas que se dan a causa de la fricción del sistema ya sea por el amortiguamiento que posee, además de tener en cuenta la posible disipación de calor al momento de su funcionamiento.

- Sistema Controlado por armadura:

¿Cómo se diferencia el diagrama de bloques obtenido del anterior (DC por campo)?

Podemos notar que se pueden diferenciar debido a la presencia de una retroalimentación por parte del sistema controlado por armadura, teniendo en cuenta que los demás componentes siguen conectados de igual manera pero con diferentes valores para los parámetros tanto de voltaje como de corriente.

b) Obtenga la Función de Transferencia del Sistema

- Caso 1: Motor DC controlado por Campo

0.516

3.448 s² + 6.677 s + 0.8307

Ilustración 14 Función de Transferencia para el Caso 1

%Código para la representación de la Función de Transferencia

F1=tf(1, [Lf Rf]);

G1=series(F1, Kt);

F2=tf(1, [J B]);

```
G2=series(G1, F2)
```

```
- Caso 2: Motor DC controlado por Armadura
```

0.516

 $0.000621 s^2 + 0.05712 s + 0.6526$

Ilustración 15 Función de Transferencia para el Caso 2

%Código para la representación de la Función de Transferencia

```
F1=tf(1, [La Ra]);
```

```
G1=series(F1, Kt);
```

```
F2=tf(1, [J B]);
```

```
G2=series(G1, F2);
```

```
G3=feedback(G2, Kb)
```

Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones (35 puntos)

Para la práctica se estudió un sistema eléctrico-mecánico, con el uso de un motor DC en diferentes condiciones de trabajo. El caso 1 se tuvo un control realizado por el campo, es decir el sistema posee una corriente de armadura constante, en el caso 2 el control lo realizó la armadura, es decir la corriente del campo es constante, mientras que para el caso 3 se combinaron caso 1 y 2.

Es posible notar que en las gráficas correspondiente a todos los ambientes de trabajo poseen un comportamiento similar, diferenciándose en pequeños detalles como los son los valores máximos que alcanzan en las respectivas simulaciones. Se puede observar que para el caso 1 y 2 se observa el mismo valor máximo, mientras que para el caso 3, este valor se reduce a su mitad, esto es causado a la influencia del número de dientes de los engranes que conectan el sistema.

En cuanto a las gráficas mostradas en las ilustraciones 7, 10 y 13 podemos notar como las curvas llegan a un tope para luego volver a maximizar su valor a uno mayor, esto es debido a un efecto generado por la corriente, pues se vuelve a disparar logrando otorgar una mayor energía al motor, influyendo en el efecto del torque como se observa en las ilustraciones 6, 9 y 12, las cuales llegan a un valor máximo al comienzo de la simulación decayendo a un valor muy pequeño tendiendo a 0 al pasar el tiempo.

Conclusiones

- Las gráficas obtenidas para la representación del Torque y de la Corriente en función del tiempo varía de acuerdo al tipo de control que se esté utilizando, pues ya sea por armadura o campo influye en su comportamiento.
- Se puede observar un comportamiento más estable en cuanto al Torque que se genera en el sistema controlado por campo, pues no se muestran mínimos ni máximos considerables a lo largo del tiempo en comparación al sistema controlado por armadura, aunque su valor de salida sea similar.
- Podemos notar que la salida del sistema combinado es mucho menor al del caso 2, pues la proporción del número de dientes correspondiente a los engranajes que

unen al sistema influye en este valor, aunque se puede acotar que el comportamiento es el mismo como se puede observar en sus gráficas.

Recomendaciones

- Analizar diferentes metodologías en cuanto a la estimación de resultados, comparando resultados analíticos con los mostrados en la simulación y determinar una posible variación en los resultados.
- Replicar el experimento ante diferentes softwares para observar las diferentes estimaciones realizadas.
- Utilizar diferentes funciones en la entrada, para observar que cambios o efectos producen a la salida del sistema con la configuración planteada.