



Grado: Ingeniería Electrónica de Comunicaciones
Asignatura: Control de Sistemas
Profesor: Jesus Chacón
Eva Besada Portas
Curso: 2020/2021

Práctica 7

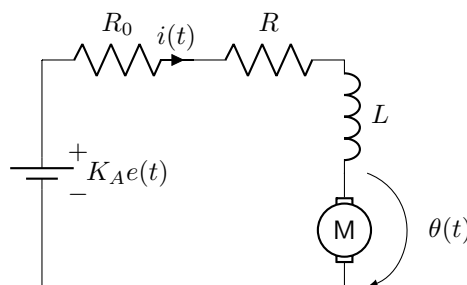
Control en variables de estado

Objetivos

El objetivo principal de esta práctica es diseñar y comprobar el funcionamiento de diferentes controladores de variables de estado, vistos en el Tema 7, sobre un sistema dinámico continuo.

Especificaciones del sistema

El sistema que se desea controlar¹ está formado por un motor de corriente continua y el sistema de alimentación que se muestra en la siguiente figura.



Las ecuaciones diferenciales que definen el comportamiento del sistema son:

$$L \frac{di(t)}{dt} + (R + R_0)i(t) + a \frac{d\theta(t)}{dt} = K_A e(t) \quad (1)$$

$$J \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + \mu \frac{d\theta(t)}{dt} = ai(t) - T_L(t) \quad (2)$$

donde $e(t)$ es el voltaje de entrada del circuito, $i(t)$ la intensidad, $\theta(t)$ la posición angular del motor, $\dot{\theta}(t)$ su velocidad angular, y $T_L(t)$ el par de carga. Además, las constantes del modelo, toman los mismos valores que

¹Se trata del mismo sistema de la práctica anterior

en la práctica anterior ($K_A = 2$, $R = 1$, $R_0 = 9$, $L = 2$, $a = 4$, $J = 2$, $\nu = 1$) y para controlar el sistema en variables de estado, se supone, que los estados son $x_1(t) = \theta(t)$, $x_2(t) = \dot{\theta}(t)$, $x_3(t) = i(t)$, que el par de carga está fijo $T_L(t) = 0$, que la entrada de control es $e(t)$ y la salida del sistema $y(t) = \theta(t)$.

Por lo tanto, para diseñar los controladores, se utilizará el modelo del que se parte en la tarea 6 de la práctica anterior.

Control mediante realimentación del vector de estados

Tarea 1: Comprobar que el sistema es controlable y diseñar un control por realimentación de estado de modo que los polos del sistema completo estén situados en $[-1, -2, -3]$. Comparar la respuesta del sistema original con la del sistema realimentado, suponiendo una entrada nula y condiciones iniciales $\theta(0) = 3$, $\dot{\theta}(0) = 1$, $i(0) = 0$.

Tarea 2: Añadir la acción directa al sistema realimentado para que el sistema completo alcance un valor de consigna constante prefijado. Comprobar el funcionamiento del sistema completo:

- Para una entrada escalón unitaria y condiciones iniciales nulas.
- Para una entrada escalón unitaria y las condiciones iniciales de la tarea 1.

Tarea 3: Añadir la acción integral, de modo que se conserve la posición de los polos de la realimentación de estados calculada anteriormente. Comprobar el funcionamiento del sistema completo:

- Para una entrada escalón unitaria y condiciones iniciales nulas.
- Para una entrada escalón unitaria y las condiciones iniciales de la tarea 1.

Tarea 4: Comparar, sobre una única gráfica, el comportamiento de los sistemas de la tarea 2 y 3, con las condiciones iniciales de la tarea 1 y una entrada escalón unitaria, y cuando existe una perturbación a la entrada de la planta o a la salida. En total se compararán seis casos: los de la tarea 2 y 3, los de la tarea 2 y 3 con perturbación en la entrada, y los de la tarea 2 y 3 con perturbación a la salida.

Tarea 5: Repetir las tareas anteriores, utilizando el control LQR para obtener los parámetros de las ganancias K y K^i de los diferentes controladores. Elegir los valores de los pesos de las matrices Q y R para limitar los valores de la señal de control respecto a las señales de control que se obtienen en los casos anteriores.

Control mediante realimentación del estimador² de estados

Tarea 6: Comprobar que el sistema es observable. Diseñar el estimador de forma que sus autovalores sean 5 veces más rápidos que los polos de la realimentación del sistema de la tarea 1. Sustituir en dicha tarea la realimentación de estados por la realimentación del estimador de estados, y observar la respuesta del sistema así configurado ante las condiciones iniciales de dicha tarea. Suponer condiciones iniciales nulas para el estimador.

²Estimador u observador

Tarea 7: Realizar la tarea 2, sustituyendo la realimentación de estados por la realimentación del estimador de estados.

Tarea 8: Realizar la tarea 3, sustituyendo la realimentación de estados por la realimentación del estimador de estados.

Tarea 9: Realizar la tarea 4, sustituyendo la realimentación de estados por la realimentación del estimador de estados.

Tarea 10: Repetir las tareas 6, 7, 8 y 9, utilizando el control LQR para obtener los parámetros de las ganancias K y K^i de los diferentes controladores. Elegir los valores de los pesos de las matrices Q y R para limitar los valores de la señal de control respecto a las señales de control que se obtienen en dichos casos.

Instrucciones de documentación de la práctica

Se documentarán progresivamente las tareas de la práctica.

Si se usa Simulink para simular el comportamiento de las diferentes tareas y visualizar la señal de control, el alumno debe tener en cuenta que en alguna de las transparencias de clase hay un error respecto al punto donde se accede a la señal de control³. Además para que se puedan ver los valores en los que se ha inicializado los estados de la planta y del estimador durante la corrección, es necesario indicarlo claramente, dentro de cada sección, en la memoria de la práctica.

³La señal de control debe ser cogida de la señal que le entra a la B que está en la entrada de la planta