

Práctica 3

Modelado del Sensor y el Actuador del sistema de control de motor de CD

Objetivo:

Obtener el modelo matemático del actuador y del sensor del módulo de control de un motor de CD en base a mediciones en diferentes puntos de operación.

Introducción:

En la práctica 2 se obtuvo el modelo matemático del sistema de control en lazo abierto de un motor de CD incluyendo el bloque del actuador y del sensor, como se muestra en la figura 3.1

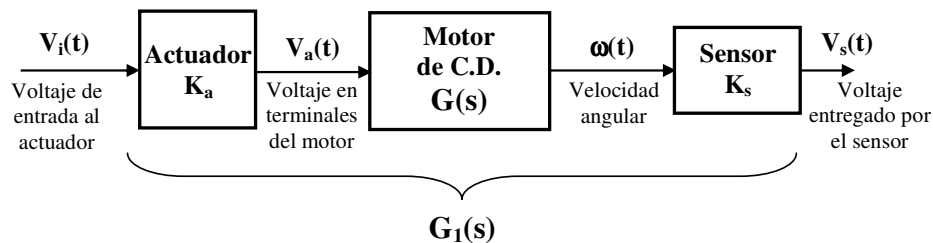


Figura 3.1- Sistema de Control de velocidad del motor de CD en lazo abierto

Es decir, La función de transferencia identificada modela realmente la relación del voltaje entregado por el sensor al voltaje aplicado a la entrada del actuador, es decir,

$$G_1(s) = \frac{V_s(s)}{V_i(s)} = \frac{K_1}{Ts + 1}$$

Por lo tanto, la ganancia K_1 obtenida en la práctica 2 en realidad incluye el efecto del sensor y del actuador, es decir,

$$K_1 = K_a K K_s, \text{ o bien, } K = \frac{K_1}{K_a K_s}$$

Donde K es la ganancia debida solamente al efecto del motor, es decir,

$$G(s) = \frac{\Omega(s)}{V_a(s)} = \frac{K}{Ts + 1}$$

Por lo tanto, si deseamos conocer el valor de K necesitamos primeramente identificar por separado los valores de K_a y K_s , es decir, necesitamos modelar el actuador y el sensor.

El Actuador PWM:

El actuador contenido en el sistema está basado en un circuito modulador de ancho de pulso TL494, el cual está configurado para generar un tren de pulsos de frecuencia fija de aproximadamente 4 KHz, pero de ciclo de trabajo variable, el cual es proporcional al nivel de voltaje que recibe en una de sus entradas, la cual el usuario puede manipular inyectando una señal

en la entrada analógica externa $v_i(t)$. En la siguiente figura se representa el funcionamiento del actuador.

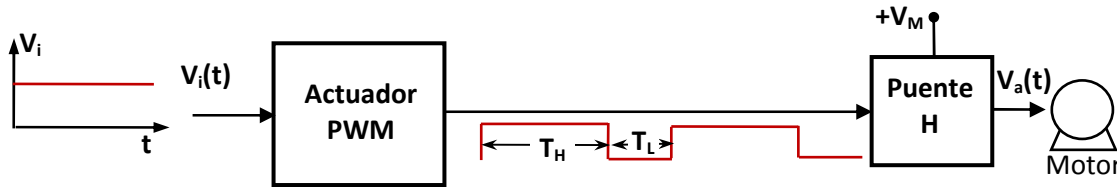


Figura 3.2.- Actuador PWM

El **ciclo de trabajo** (CT) de la señal generada es su valor promedio (Componente de CD) y corresponde a la relación del tiempo que dura la señal en alto al periodo total de la señal, es decir,

$$CT = \frac{T_H}{T_L + T_H}$$

La salida $v_a(t)$ producida por el actuador es enviada a un puente H de Mosfet's que conecta la energía de una fuente de voltaje V_M (cuyo valor es diferente para cada módulo, y anda alrededor de +18 volts) a las terminales de armadura del motor, por lo tanto el voltaje equivalente que recibe el motor es el voltaje promedio (o ciclo de trabajo) de la señal PWM multiplicada por el voltaje de la fuente V_M

$$v_a(t) = CT V_M$$

Y por otro lado, el ciclo de trabajo es aproximadamente proporcional al voltaje aplicado $v_i(t)$, es decir,

$$CT = K_2 v_i(t)$$

Por lo tanto

$$v_a(t) = K_2 V_M v_i(t) = K_a v_i(t)$$

En esta práctica se obtendrá la constante de proporcionalidad K_2 y por lo tanto el de K_a .

El Sensor de Velocidad Angular:

Este sensor consiste en un convertidor de frecuencia a voltaje LM2917, el cual recibe una señal de entrada pulsante proveniente del encoder óptico del motor y la convierte en una señal de voltaje $v_s(t)$ proporcional a la frecuencia de la señal de entrada. En la figura 3.3. se muestra esquemáticamente el funcionamiento de este sensor

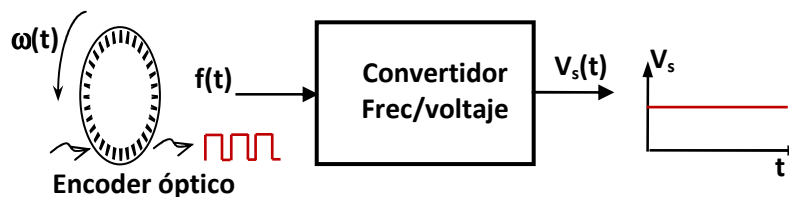


Figura 3.3.- Funcionamiento del sensor de velocidad

La señal del producida por el encoder óptico consiste en un pulso por cada ranura del disco, de manera que si el disco tiene N ranuras, entonces generará N pulsos por vuelta, por lo tanto, la velocidad angular en revoluciones por segundo (RPS) a la que gira el motor será

$$\omega(t) = \frac{f(t)}{N}$$

Donde $f(t)$ es la frecuencia en pulsos por segundo (Hertz) de la señal del encoder.

Para obtener la constante del sensor, por lo tanto es suficiente con obtener la relación entre $v_s(t)$ y $f(t)$, es decir,

$$v_s(t) = K_3 f(t)$$

Por lo tanto

$$v_s(t) = K_3 N \omega(t) = K_s \omega(t)$$

En esta práctica se determinará K_3 y por lo tanto el valor de K_s

Desarrollo:

Para la obtención de K_a se deberá obtener K_2 obteniendo experimentalmente la relación lineal

$$CT = K_2 v_i(t)$$

Para ello se deberá tomar con ayuda de un osciloscopio y un voltímetro un número suficiente de valores de voltaje v_i y su correspondiente ciclo de trabajo CT, con ellos se trazará una gráfica de los puntos experimentales obtenidos y obtener mediante regresión lineal la ecuación de la recta de mínimos cuadrados que representa aproximadamente dichos puntos (Ver figura 3.4)

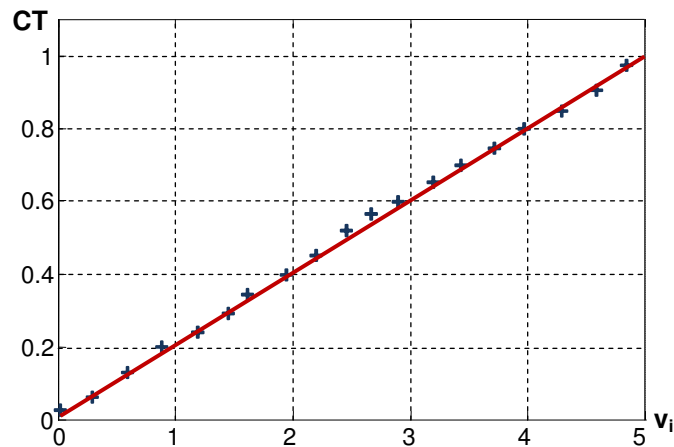


Figura 3.4.- Recta de mínimos cuadrados sobre los puntos experimentales de CT contra v_i

El valor adecuado de K_2 será el de la pendiente de la recta de mínimos cuadrados obtenida.

Para la obtención de K_s se deberá obtener primeramente K_3 obteniendo experimentalmente la relación lineal

$$v_s(t) = K_3 f(t)$$

Para ello se deberá tomar con ayuda de un osciloscopio y un voltímetro un número suficiente de valores de voltaje v_s y su correspondiente frecuencia de la señal del encoder f (en Hertz), con estos se construirá una gráfica de los puntos experimentales obtenidos y mediante regresión lineal la ecuación de la recta de mínimos cuadrados que representa aproximadamente dichos puntos (ver figura 3.5). La constante K_3 es la pendiente de la recta obtenida.

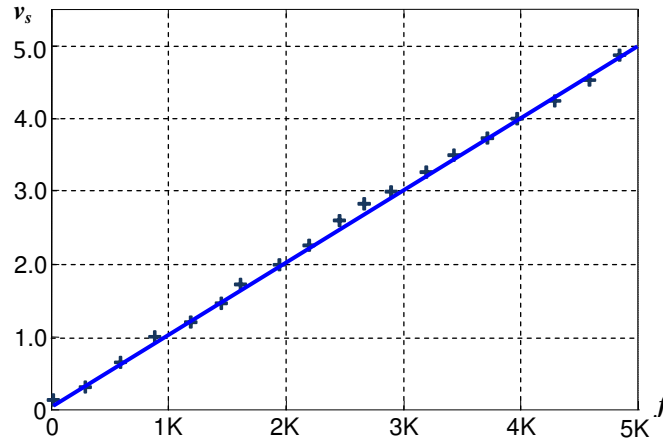


Figura 3.5.- Recta de mínimos cuadrados sobre los puntos experimentales de v_s contra f

Reportar:

1. Las dos tablas de datos obtenidos en la práctica: CT contra v_i y v_s contra v_f
2. Las dos gráficas obtenidas y las ecuaciones de las dos rectas de mínimos cuadrados correspondientes. Explica como se obtuvieron.
3. Los valores de K_2 y K_3
4. Los valores de K_a y K_s . Explica como los obtuviste.
5. El valor de la ganancia del motor K correspondiente a la función de transferencia

$$G(s) = \frac{\Omega(s)}{V_a(s)} = \frac{K}{Ts + 1}$$