



Práctico de Laboratorio N°4: control de velocidad de un motor de CD

Objetivos:

- * *Practicar un método para la identificación de sistemas de bajo orden.*
- * *Observar el efecto que la adición de un polo simple tiene en el comportamiento de un sistema de control realimentado.*

Introducción:

En la figura 1 se muestra el esquema de un sistema de control de velocidad de un motor de CC de imanes permanentes, empleando como sensor de velocidad otro motor (del mismo tipo) a modo de taco-generador.

La función de transferencia del motor (velocidad/tensión de alimentación) es de segundo orden, pero normalmente basta un modelo simplificado, de primer orden, para describir el comportamiento del aparato.

Las señales de entrada de interés son el set-point " V_{ref} " y el torque " T " impuesto por la carga, que se considera como la señal de perturbación más importante. Las variables de salida a considerar son la velocidad " ω " de rotación del eje y la tensión " V_g " que entrega el generador (sensor de velocidad).

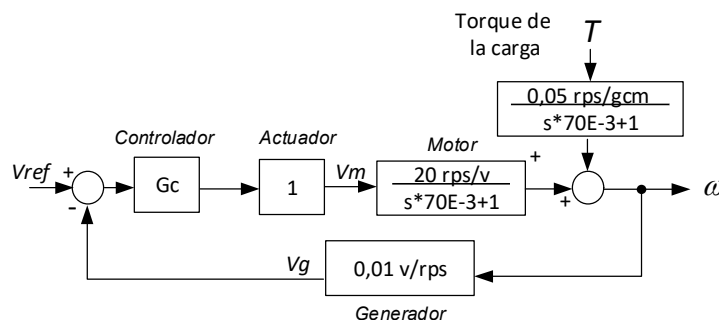


Figura 1: Sistema de control de velocidad

ACTIVIDADES

A) SIMULACIONES

A.1. Simular el comportamiento del sistema para las ganancias de lazo más pequeña, una intermedia y, para la más grande. La función de transferencia del controlador es simplemente un amplificador de tensión con ganancia entre 10 y 300.

Observe las respuestas al escalón de entrada " V_{ref} ", y al escalón en la perturbación " T ". Considere la regulación de la velocidad de salida con respecto a la perturbación de torque externo, $\Delta\omega/\Delta T$, según se incremente la ganancia del controlador y la ganancia de lazo. Compruebe mediante mediciones que la regulación mejora de manera inversa al incremento de la ganancia de lazo.

Mida la constante de tiempo principal del sistema realimentado y compruebe que prácticamente crece de manera inversa con respecto a la ganancia de lazo.

A.2. Simule la respuesta en el tiempo del sistema, (escalón de entrada y de perturbación) para las ganancias de lazo pequeña, media y alta. En este caso, considere que la función de transferencia del controlador es un amplificador de tensión con ganancia entre 10 y 300, con una constante de tiempo de aproximadamente igual a la propia del motor.

¿Cómo cambia la respuesta del sistema (velocidad de rotación) frente a comandos y perturbaciones "escalón" a medida que se incrementa la ganancia del amplificador?

A.3. Simule el comportamiento del sistema, para las ganancias de lazo pequeña, media y alta, esta vez con el mismo controlador del apartado A.1. pero que el sensor presenta un filtro de primer orden con frecuencia de corte igual a 10rad/seg ¿Cómo cambia la respuesta del sistema frente a comandos y perturbaciones “escalón” a medida que se incrementa la ganancia del amplificador?

B) TEÓRICAS

La Figura 3 muestra el modelo de un motor de CC de imanes permanentes, el cual da cuenta del "polo eléctrico", el "polo mecánico", la realimentación debido a la fuerza contra-electromotriz del inducido, la señal de alimentación " V_m " y la de perturbación debida al torque impuesto por la carga que el motor debe mover.

(Referencia: Cap. 4.6 Sist. Control Automatico -B. Kuo-)

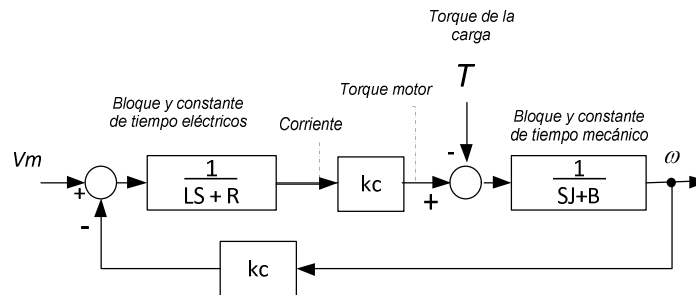


Figura 3: Modelo en bloques para un motor de CC de polos permanentes

B.1. La Figura 4 corresponde al modelo simplificado del mismo motor, teniendo en cuenta que el polo eléctrico suele ser mucho más rápido que el mecánico, y entonces el primero puede considerarse como un bloque constante frente al segundo. La función de transferencia final resulta de primer orden, con una constante de tiempo del orden de la del polo mecánico del motor.

Rellene los bloques incompletos.

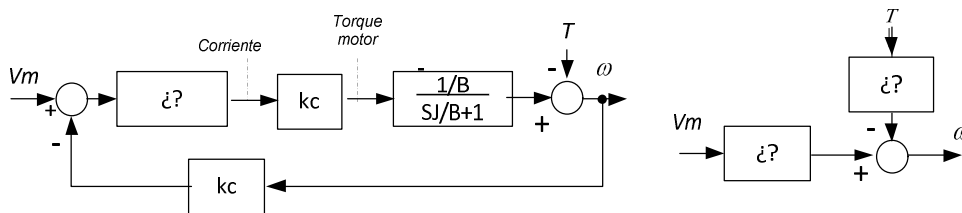


Figura 4: Diagramas de bloques aproximados para el motor

B.2. Suponga que los datos contenidos en la Figura 2, representan con la suficiente fidelidad al sistema que se usará en el laboratorio.

ii. Calcule la ganancia de lazo considerando que la función de transferencia del sensor de velocidad viene expresada en voltios/rps. Ídem para cuando viene expresada en mV/(rad/seg).

iii. Tomando en cuenta la sensibilidad del taco-generador: ¿Qué valor asignaría V_{ref} si desease variar la velocidad del motor entre 0 y 2000rpm?

iv. Considerando la sensibilidad del sensor de velocidad y que la ganancia de lazo no puede hacerse infinita: estime el error de estado estacionario a lazo cerrado, para $V_{ref}=3v$, para las ganancias de lazo extremas. Es decir: con $V_{ref}=3v$ se esperaría tener una velocidad de giro específica para el eje del motor; pero tal velocidad no puede ser alcanzada con error nulo, sino con un error finito. (¿Cómo se sabe esto de antemano?)

B.3.i. Calcule la función de transferencia Ω/V_{ref} para la ganancia de lazo máxima. ¿Cómo espera que resulte la respuesta al escalón, y cómo diferirá de la respuesta del motor a lazo abierto?

B.3.ii. Calcule la función de transferencia Ω / V_{ref} para la ganancia de lazo máxima, pero considerando que el actuador presenta una constante de tiempo de 50ms. ¿Cómo se reubican los polos de lazo cerrado? ¿Cómo espera que sea la respuesta al escalón del sistema en este caso?

B.3.iii. Calcule la función de transferencia Ω / V_{ref} ..., pero considerando que se colocó un filtro pasa-bajos (RC) de 10ms de constante de tiempo a la salida del sensor de velocidad. ¿Cómo se reubican los polos de lazo cerrado? ¿Cómo espera que sea la respuesta al escalón del sistema en este caso?