

Laboratorio de Robótica

El Motor de Corriente Directa

EC3514/EC5811

Octubre 2024
Número 1

En este Laboratorio

- 1 Conocer las ecuaciones que gobiernan el motor DC
- 2 Implantar en SIMULINK el diagrama de bloques de un motor DC
- 3 Sintonizar un controlador PID efectuando el control de posición de un motor DC

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
Valle de Sartenejas
Baruta
Edo. Miranda

PID para el control del motor de corriente directa implementado.

Para empezar

1. Inicialice SIMULINK.
2. Cree un nuevo modelo.

Las ecuaciones del motor DC

Un motor de corriente directa, gobernado por voltaje de armadura, posee un funcionamiento descrito por las ecuaciones¹

$$1. \quad V_a(t) = i_a(t)R_a + L_a \frac{di_a}{dt} + V_{efm}(t)$$

donde V_a es el voltaje de armadura, i_a es la corriente de armadura, R_a y L_a son, respectivamente, la resistencia y la inductancia del circuito de armadura y V_{efm} es el voltaje contraelectromotriz.

$$2. \quad V_{efm}(t) = K_b \omega(t)$$

3. El torque generado por el motor es:

$$T_m(t) = K_m i_a(t)$$

4. Cuando al motor se le aplica alguna carga mecánica, y existe alguna perturbación sobre la carga resulta que:

$$T_m(t) = T_L(t) + T_d(t)$$

donde T_L es el torque de carga y T_d es la perturbación.

La carga está gobernada, generalmente, por una inercia y una constante de amortiguamiento viscoso:

¹ Repase si es necesario la clase de Actuadores

PRACTICA N° 1

Profesores: Dr. Juan Carlos Grieco y
Dr. Gerardo Fernández

En esta práctica del Laboratorio de Robótica/Fundamentos de Mecatrónica (EC3514/EC5811) se pretende que el estudiante se familiarice con el principio de funcionamiento y de control del motor de corriente directa, accionamiento fundamental en los sistemas robóticos. Para ello usaremos simulaciones empleando el ya conocido paquete SIMULINK ®

Objetivos

Los objetivos específicos de la práctica son:

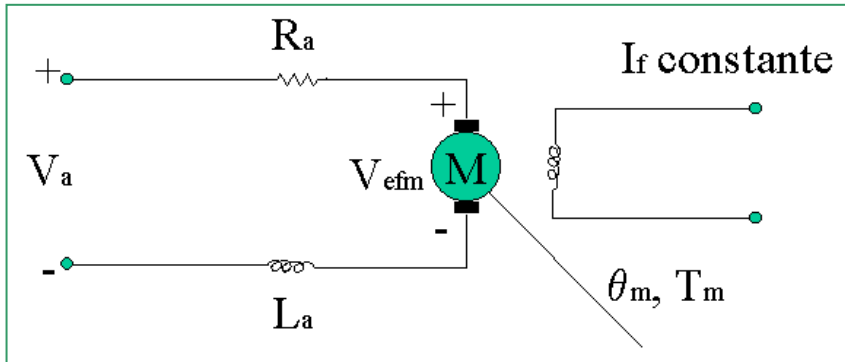
1. Conocer las ecuaciones que gobiernan la operación del motor DC.
2. Manejar los datos técnicos de una hoja de especificaciones de un motor DC comercial.
3. Ser capaz de implantar, bajo SIMULINK, el diagrama de bloques de un motor DC.
4. Cerrar un lazo de control de un motor DC comercial.
5. Controlar en velocidad y en posición a un motor de corriente directa.
6. Sintonizar usando las reglas de Ziegler y Nichols un controlador

$$5. \quad T_L = J \frac{d\omega}{dt} + B\omega$$

6. En las ecuaciones anteriores hemos despreciado la propia inercia mecánica y el amortiguamiento

de transferencia entre la velocidad angular y el voltaje de armadura.

10. Agregue al diagrama de bloques anterior los bloques necesarios para obtener la posición angular del eje,



viscoso del motor. Bajo esas premisas, el esquema electro-mecánico del motor DC es el que se muestra:

7. Deduzca, de las ecuaciones anteriores, el diagrama de bloques del motor DC, definiendo como entrada al sistema el voltaje de armadura, y como salida la velocidad angular del eje del motor (Sugerencia: Use la Transformada de Laplace y separe los bloques de la parte eléctrica y mecánica).
8. De la hoja de especificaciones de motores suplida por el profesor, deduzca los parámetros que le interesan e implemente en SIMULINK el diagrama de bloques del motor. Tenga en cuenta que la hoja de especificaciones tiene muchos más datos de los que a Ud. le interesan. Tenga en cuenta que, en unidades apropiadas, MKS, el valor de Km (la constante del motor) es igual al valor de Kb (constante contraelectromotriz). Use valores de J y B, para definir la carga, razonables de acuerdo a las especificaciones del motor.
9. Suponga que $T_d=0$ (no hay perturbaciones) y escriba la función

en radianes.

11. Grafique la velocidad angular a entradas escalón de 4, 12 y 24 voltios. Grafique la posición del eje para los mismos valores. **Por favor haga todas las consultas que requiera por los canales disponibles en DISCORD.**
12. Pruebe ahora usando en la carga solo los valores de J_m y B_m que obtenga de la hoja de especificaciones. Tenga en cuenta, para calcular B_m , las observaciones que hará el profesor. **Por favor haga todas las consultas que requiera por los canales disponibles en DISCORD.**

Realimentación del motor DC.

Control de velocidad.

- Usaremos para controlar en velocidad al motor DC, un controlador proporcional. Cierre el lazo de la velocidad angular del motor con un control proporcional.
- Modifique el valor de la ganancia proporcional y vea que ocurre con la velocidad, cuando alimenta el sistema con una entrada escalón (Para ello coloque, en el mismo gráfico, ambas variables).

- Grafique ahora también, la posición del motor. **Por favor haga todas las consultas que requiera por los canales disponibles en DISCORD.**

Realimentación del motor DC.

Control de velocidad.

- Realimente ahora solamente la posición. Use un control proporcional. Varíe K_p y observe que ocurre con la velocidad y la posición del motor.
- Introduzca escalones en la perturbación y estudie lo que ocurre con la posición y la velocidad.
- Incremente K_p paulatinamente hasta que el sistema oscile permanentemente. Vea, también, el diagrama de fase del sistema para verificar las oscilaciones. Anote la magnitud y frecuencias críticas de las oscilaciones, sea cuidadoso en esta medición.
- Vamos ahora a emplear las muy conocidas reglas empíricas de Ziegler y Nichols para sintonizar un controlador PI para el motor DC. Las reglas de ZN generan una respuesta con razón de amortiguamiento de $\frac{1}{4}$ frente a perturbaciones en la carga. Para sintonizar emplearemos los valores anotados en el punto anterior. Las reglas de ZN dicen que:

$$K_p = 0.45 A_{crítica}$$

$$T_i = \frac{1}{K_i} = \frac{1}{1.2} \text{Período}_{crítico}$$

- Con el sistema controlado en posición, use las reglas anteriores para sintonizar el controlador PI. Perturbe la carga con variaciones que Ud. defina y analice lo que ocurre con la posición y la velocidad del motor. **Por favor haga todas las consultas que requiera por los canales disponibles en DISCORD.**

