



INFORME DE LABORATORIO

Autores: *Juan Manuel Correa Jiménez, Valentina Restrepo Jaramillo*

Laboratorio de Acondicionamiento de Señales

Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad de Antioquia

Introducción

Este informe detalla un estudio experimental sobre la caracterización y control de un motor de corriente continua mediante la utilización de un Módulo de Adquisición de Datos USB-6008 NI y la plataforma LabVIEW. Durante este experimento, se exploraron las posibilidades de medición y control proporcionadas por el sistema de adquisición de datos. En la primera parte de la práctica, se llevó a cabo la caracterización del motor DC, utilizando un puente H y un potenciómetro para variar la velocidad de rotación del motor y registrando las señales de entrada y salida. Estos datos fueron analizados para comprender en detalle la respuesta del motor frente a distintas señales de control. En la segunda parte del experimento, se midió la velocidad de rotación y el sentido de giro del motor utilizando un encoder y un flip-flop tipo D (74LS74).

Objetivos

- Comprender y aplicar técnicas de caracterización y control para un motor de corriente continua (DC) mediante el uso del Módulo de Adquisición de Datos USB-6008 NI y LabVIEW.
- Analizar la respuesta del motor DC a señales de control variadas y determinar parámetros fundamentales para su función de transferencia.
- Medir la velocidad y el sentido de giro del motor utilizando un encoder y un flip-flop tipo D (74LS74) para obtener información crucial en futuras estrategias de control.

Marco Teórico

El Módulo de Adquisición de Datos USB-6008 NI es un dispositivo que permite adquirir señales analógicas y digitales de diferentes sensores y actuadores en un sistema de control [1]. Este módulo convierte las señales analógicas del mundo real en señales digitales que pueden ser procesadas por una computadora. Ofrece canales de entrada y salida para adquirir y generar señales, respectivamente. En el contexto de este experimento, se utiliza para medir y registrar señales relacionadas con la operación y control del motor DC.



Figura 1 USB 6008 NI

Un puente H es un circuito utilizado para controlar la dirección de giro y la velocidad de un motor DC. Está compuesto por cuatro interruptores controlados (transistores o MOSFETs) que permiten invertir la polaridad de la corriente que fluye a través del motor, permitiendo así la reversión del sentido de giro [2]. Al controlar adecuadamente la secuencia de activación

de estos interruptores, se puede lograr un control preciso de la velocidad y dirección del motor. En la Figura 2 se ilustra el modelo de puente H que se usó en la práctica.

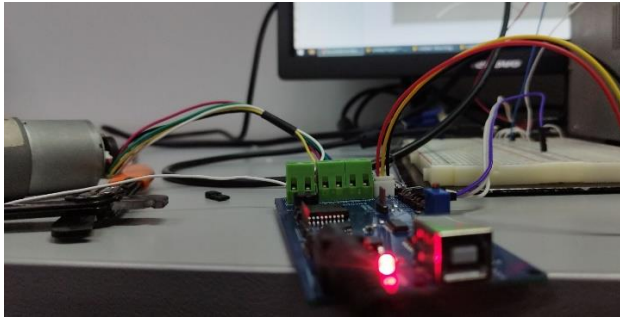


Figura 2 Puente H

Un encoder es un dispositivo que convierte el movimiento rotativo en una secuencia de pulsos eléctricos, que se utilizan para medir la velocidad y posición de un eje. Existen encoders ópticos y magnéticos. En este caso, se emplea un encoder para medir la velocidad de rotación y el sentido de giro del motor DC. Las señales generadas por el encoder proporcionan información valiosa para entender el comportamiento dinámico del motor.

Un potenciómetro es un componente electrónico resistivo ajustable que se utiliza para variar la resistencia y, por ende, el voltaje en un circuito. En este experimento, se usa un potenciómetro para ajustar la velocidad de rotación del motor DC. La posición del potenciómetro determina el voltaje de referencia que se aplica al puente H, permitiendo así controlar la velocidad del motor.

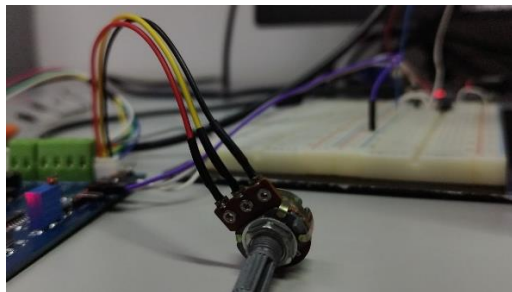


Figura 3 Potenciómetro

El motor de corriente continua (DC) convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Consiste en una parte estacionaria (estator) y una parte giratoria (rotor) que están en contacto con un conmutador y un campo magnético. La dirección y velocidad de rotación del motor están influenciadas por la polaridad y la magnitud de la corriente suministrada al motor. En este experimento, el motor DC es el elemento central y se busca caracterizar y controlar su comportamiento. En la Figura 4 se detalla el motor DC que se conectó al puente H.



Figura 4 Motor DC

Procedimiento Experimental y Resultados

Inicialmente se verificó el sentido de la corriente por medio del multímetro para poder conectarlo correctamente al osciloscopio y tomar las medidas. El osciloscopio guardó las medidas tomadas para posteriormente, visualizarlas en un software propio del osciloscopio (Figura 5). Se buscó obtener la gráfica de respuesta del motor.

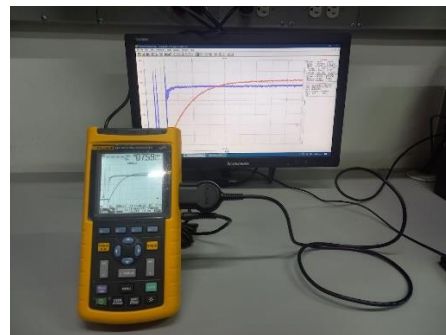


Figura 5 Conexión del osciloscopio

Luego de haber obtenido las gráficas desde el osciloscopio, se realiza el procedimiento para medir la velocidad de giro del motor.

Se dispone del flip-flop tipo D (74LS74) para detectar y almacenar el sentido del giro del motor (horario o antihorario). El flip-flop tipo D toma una señal de entrada llamada 'D', que la almacena en su salida 'Q' cuando se le da un pulso de reloj, pulso generado en función del movimiento del motor.

El estado guardado en la salida 'Q' se mantiene hasta que se recibe el próximo pulso de reloj, por lo que el flip-flop permite determinar y almacenar el sentido de giro del motor relacionando el estado actual de la señal del encoder con el anterior cuando se recibe un pulso de reloj.

En la Figura 6 se presenta el montaje junto con el flip-flop para determinar la velocidad de giro del motor.

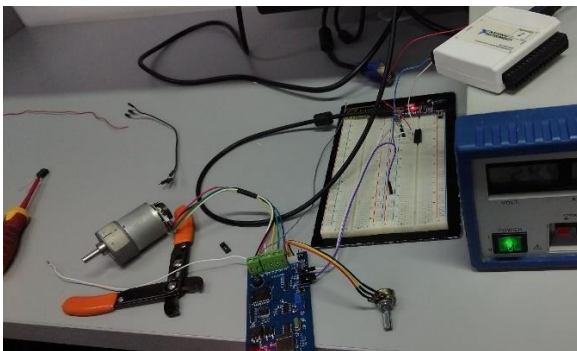


Figura 6 Montaje con Flip-Flop

En la Figura 7 se detalla el montaje en LabView para el acondicionamiento de la señal al momento de determinar la velocidad de rotación del motor.

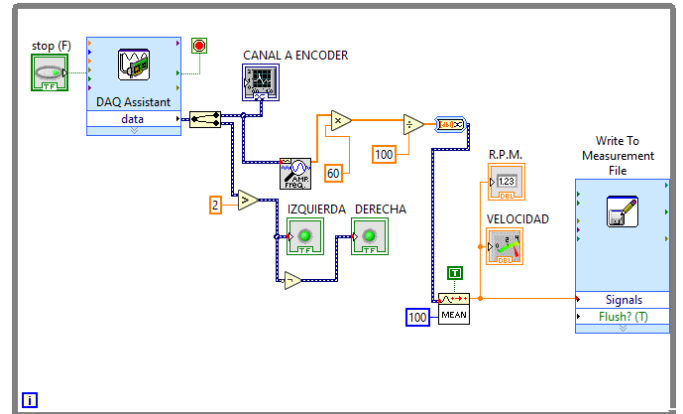


Figura 7 Montaje en LabView

Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos para la medición de la velocidad de giro fueron acordes a lo esperado, en la Figura 8 se detalla el PWM que traduce la velocidad del motor y los LEDs que indican el sentido de giro.

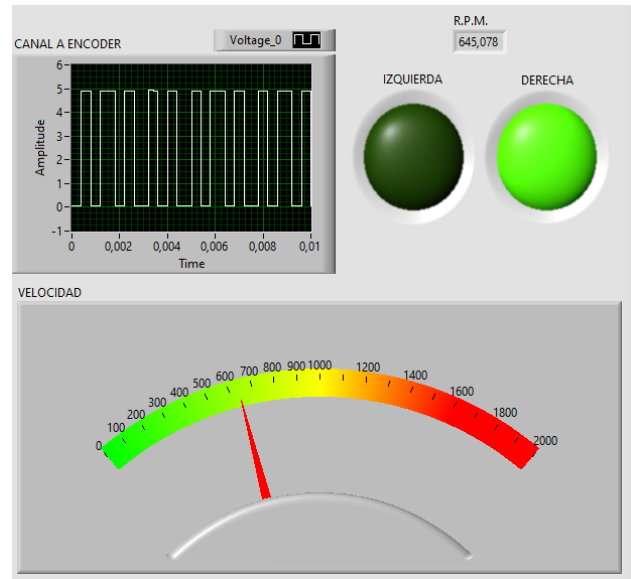


Figura 8 Resultados en LabView

En la gráfica de la Figura 9 se observa la velocidad del motor en el tiempo.

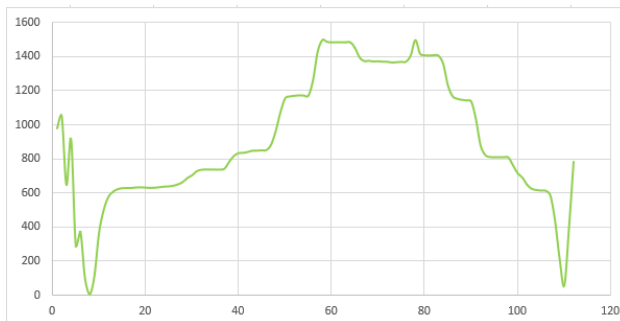


Figura 9 Gráfica de velocidad

Para la parte de caracterización de la respuesta del motor, se llevó la gráfica del osciloscopio al computador, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Datablock	
Name = Input A	Input B
Date = 6/07/2023	6/07/2023
Time = 2:15:58 p. m.	2:15:58 p. m.
Y Scale = 2 V/Div	5 V/Div
Y At 50% = 5,92 V	14,8 V
X Scale = 50 ms/Div	50 ms/Div
X At 0% = -96 ms	-96 ms
X Size = 250 (250)	250 (250)
Maximum = 10,16 V	31,6 V
Minimum = -1,68 V	-0,4 V

Figura 10 Datos de la respuesta del motor

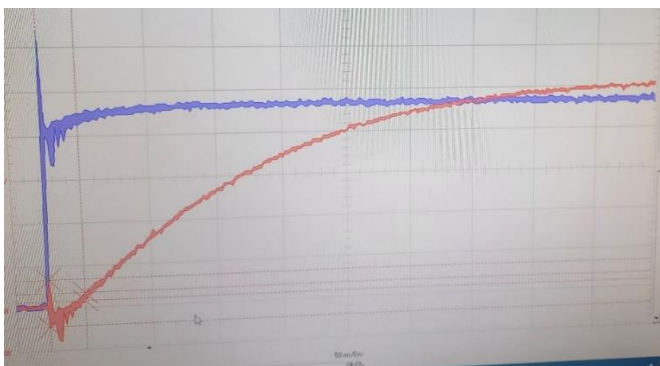


Figura 11 Respuesta del motor

De la respuesta del motor se resalta una linealidad que termina en una curvatura que tiende al V_{in} buscando la estabilización pero que tiene también un pequeño sobre nivel, un tiempo muerto que, aunque se percibe, es pequeño.

Se obtuvo la función de transferencia $G(s) = \frac{0.31e^{-26s}}{0.172s+1}$
 Con un tiempo muerto de $T_m = 26ms$, un tao de $\tau = 0.172s$, una ganancia de la planta de $k = \frac{10.4V}{33.6V} = 0.31$

Conclusiones

- Se tienen características del sistema como el sobre nivel y el tiempo muerto, que exponen aspectos como retrasos e inexactitudes en las respuestas por partes mecánicas y magnéticas del sistema.
- La caracterización del motor DC permitió comprender su respuesta ante señales de control variables. Los tiempos L, D y B obtenidos junto con la función de transferencia $G(s)$ proporcionan una representación precisa de la dinámica del motor, lo que es crucial para diseñar estrategias de control eficientes.
- La medición de velocidad y el seguimiento del sentido de giro a través del encoder y el flip-flop tipo D (74LS74) fueron exitosas. Estos componentes permitieron obtener información precisa y en tiempo real sobre la velocidad angular y la dirección del motor, siendo esenciales para la implementación de un control efectivo y preciso.
- Los resultados obtenidos tienen aplicaciones prácticas en sistemas de control de motores DC en la industria y la robótica. La capacidad para caracterizar el motor y obtener datos de velocidad y dirección es crucial para diseñar sistemas que requieran un control preciso y adaptativo, permitiendo su implementación en una variedad de aplicaciones.

Bibliografía

- [1] National Instruments, "NI USB-6008 Datasheet", 2008.
- [2] AMC, (2023). "Puente H". ADVANCED MOTION CONTROLS. [En Línea]. Disponible en: <https://www.a-m-c.com/es/experiencia/technologies/power-devices/puente->

[h/#:~:text=El%20puente%20H%20para%20motores,dos%20transistores%20a%20la%20vez.](#) [Accedido el 14/10/2023].

[3] Wikipedia, (2023). “Motor de corriente continua”. Wikipedia. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua. [Accedido el 14/10/2023].

Lista de Figuras

Figura 1 USB 6008 NI

Figura 2 Puente H

Figura 3 Potenciómetro

Figura 4 Motor DC

Figura 5 Conexión del osciloscopio

Figura 6 Montaje con Flip-Flop

Figura 7 Montaje en LabView

Figura 8 Resultados en LabView

Figura 9 Gráfica de velocidad

Figura 10 Datos de la respuesta del motor

Figura 11 Respuesta del motor