

LECTURA DE ENCODERS CON EL CIRCUITO LS7366

C. Márquez-Sánchez, Dr.¹, D. L. Martínez-Vázquez, Dr.¹, J. Sandoval-Gutiérrez, Dr.¹

Universidad Autónoma Metropolitana

¹Unidad Lerma

c.marquez@correo.ler.uam.mx

Boletín No. 109, 1o. de julio de 2025

Resumen

Los codificadores o encoders son sensores que permiten convertir movimiento mecánico en señales digitales. Estos sensores son ampliamente usados en robótica, mecatrónica y muchas más áreas para diferentes aplicaciones, los podemos encontrar en el mouse de la computadora hasta en las ruedas de un robot móvil. En este trabajo se presenta el uso del circuito contador LS7366 para la lectura de encoders de alta resolución (del orden de miles de pulsos por revolución). Así mismo se presenta el diseño de una tarjeta de circuito impreso con los elementos necesarios para el correcto funcionamiento del circuito integrado LS7366. Para validar la tarjeta de circuito impreso construida se presentan experimentos, los cuales se realizaron con ayuda de un motor de CD, un encoder incremental y un microcontrolador. Para procesar la información generada por el circuito integrado LS7366 se desarrolló un programa en Arduino para calcular la velocidad angular. Finalmente se validan los resultados de los experimentos con ayuda de un osciloscopio obteniendo resultados similares.

Palabras Clave: encoders, circuito LS7366, Arduino, velocidad angular, sensores.

1. Introducción

Los codificadores o encoders son sensores que sirven para convertir el movimiento mecánico en señales eléctricas, las cuales después pueden ser interpretadas con ayuda de sistemas como los microcontroladores o microprocesadores para darle alguna aplicación. De acuerdo con Doebelin (2003) existen tres clases principales de encoders: tacómetro, incremental y absoluto, los cuales se describen de forma general a continuación.

- **Encoder tacómetro.** Tiene una única señal de salida que consiste en un pulso por cada incremento de desplazamiento. Si el movimiento fuera siempre en una dirección, un contador digital podría acumular estos pulsos para determinar el desplazamiento a partir de un punto de inicio conocido. Sin embargo, cualquier movimiento inverso produciría pulsos idénticos, lo que causaría errores.
- **Encoder incremental.** Este genera pulsos a medida que el eje gira. Estos pulsos no proporcionan información sobre la posición absoluta, sino que indican cambios de posición relativos a un punto de referencia. Estos encoders generalmente cuentan con dos canales de salida, a saber: canal A y canal B los cuales están desfasados 90° para determinar la dirección de rotación. Además, algunos encoders cuentan con un canal de índice llamado canal Z, el cual indica una posición de referencia. Estos encoders son ideales para aplicaciones donde no se requiere conocer la posición exacta en todo momento y donde solo se requiere medir velocidad, dirección o desplazamiento relativo.
- **Encoder absoluto.** Proporciona una posición única para cada ángulo del eje, incluso después de un apagón. No requieren un punto de referencia para saber la posición actual. Para esto, utilizan un código único (como binario o Gray) para cada posición angular. Son útiles en aplicaciones donde es esencial conocer la posición exacta en todo momento.

Este trabajo se centra únicamente en los sensores de tipo incremental y dentro de ellos hay magnéticos, ópticos y de diferente resolución. La resolución es la cantidad de pulsos que genera por revolución (PPR). En el mercado se puede encontrar encoders de baja resolución como 10 PPR y de alta resolución que superan

los miles de PPR. En la práctica es relativamente sencillo procesar los pulsos generados por los encoders de baja resolución sin embargo para los encoders de alta resolución se pueden presentar problemas como la pérdida de pulsos lo cual se traduce en errores de lectura. Una posible forma de leer las señales de encoders de alta resolución es usar circuitos especializados como lo es el contador LS7366. En ese sentido, en este trabajo se presenta la implementación de este circuito para la lectura de encoders de alta resolución.

2. Circuito LS7366

El circuito LS7366R es un contador de 32 bits que cuenta con una interfaz directa para señales de cuadratura de encoders incrementales (LSI, 2025). Este circuito integrado cuenta con un bus SPI de 4 hilos para interactuar con microprocesadores o microcontroladores. De acuerdo con LSI (2025) la transferencia de datos entre un microcontrolador y el circuito LS7366R en modo esclavo es síncrona, con la sincronización realizada a través de los pulsos de reloj SCK proporcionados por el microcontrolador.

Para poder emplear el circuito LS7366 es necesario construir una tarjeta de circuito impreso (PCB por sus siglas en inglés) para colocar todos los elementos que requiere para su funcionamiento. En la figura 1 se muestra el diagrama esquemático del circuito LS7366 con un microcontrolador y un encoder.

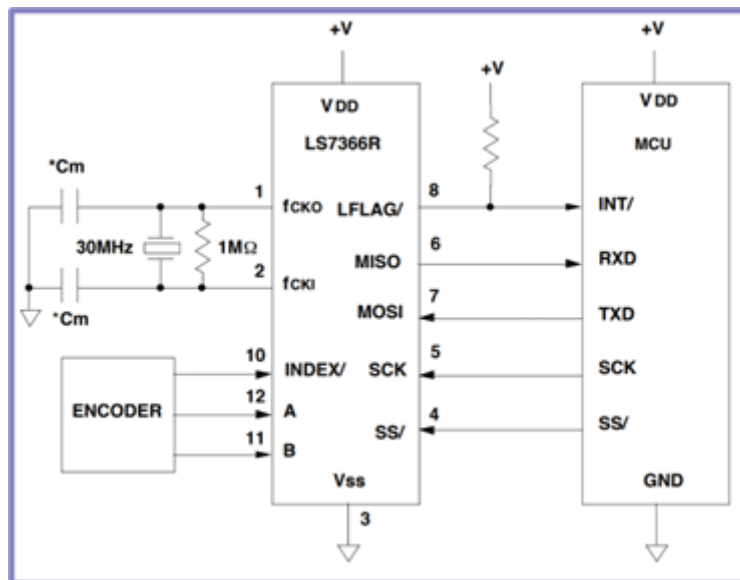


Figura 1 Diagrama esquemático. Fuente: Retomado de (LSI, 2025).

3. Lectura y procesamiento de las señales

Para la lectura de las señales generadas por el encoder es necesario conectarlo a la PCB construida y esta a un microcontrolador. El diagrama de conexiones se muestra en la figura 2.

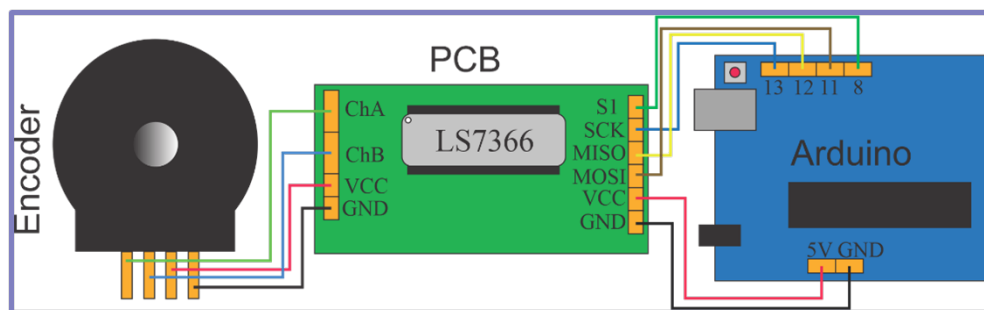


Figura 2 Diagrama de conexiones. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para procesar las señales de la PCB con el microcontrolador se desarrolló un programa que cuenta los pulsos y también convierte estos pulsos en velocidad angular. La velocidad angular se puede determinar con ayuda de la frecuencia de la señal generada por un encoder (Machado, 2024). Para calcular la velocidad angular, ω , se usó la siguiente relación:

$$\omega = \frac{2\pi f}{PPR} \dots (1)$$

donde f es la frecuencia de la señal y PPR es la resolución del encoder. El diagrama de flujo del programa se muestra en la figura 3.

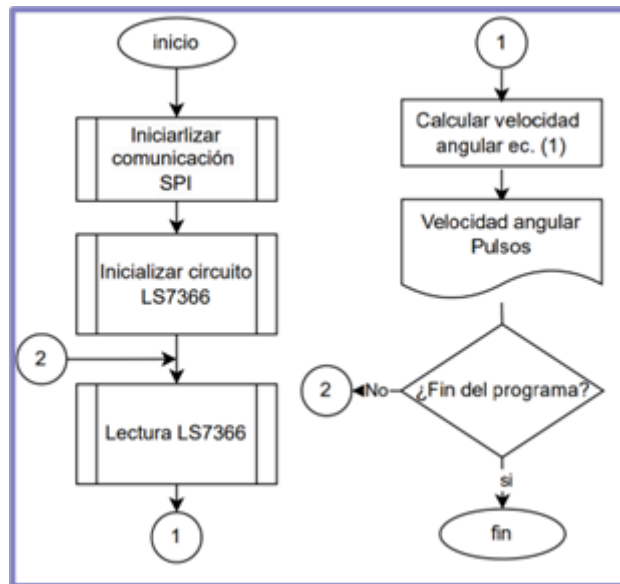


Figura 3 Diagrama de flujo del programa. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Para probar la PCB desarrollada con el circuito LS7366 se emplea el encoder S2-1024-B de US Digital (US Digital, 2025), el cual tiene una resolución de 1024 PPR, el cual se encuentra conectado a un motor de DC de 12V. Para el microcontrolador se usó la tarjeta de desarrollo Arduino Uno (Arduino, 2025). En la figura 4 se muestra estos elementos conectados entre sí.

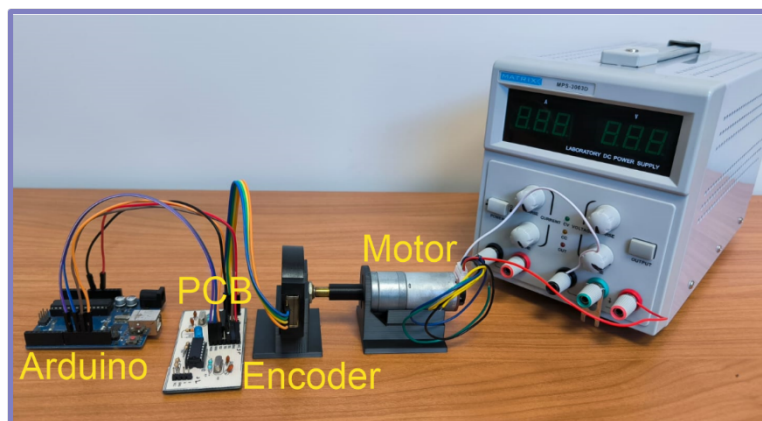


Figura 4 Elementos empleados. Fuente: Elaboración propia.

Para los experimentos se realizaron varias pruebas. Estas consistieron en alimentar el motor de DC con

diferentes voltajes para hacer girar el encoder y procesar las señales con ayuda de la PCB construida y el microcontrolador. En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos con Arduino cuando se alimenta el motor de DC con un voltaje de 6V y en la Tabla 1 se muestran los promedios de diferentes resultados para varios voltajes.

```
Pulsos: 428, Frecuencia: 4280.00 Hz, Velocidad Angular: 26.26 rad/s
Pulsos: 425, Frecuencia: 4250.00 Hz, Velocidad Angular: 26.08 rad/s
Pulsos: 428, Frecuencia: 4280.00 Hz, Velocidad Angular: 26.26 rad/s
Pulsos: 429, Frecuencia: 4290.00 Hz, Velocidad Angular: 26.32 rad/s
Pulsos: 423, Frecuencia: 4230.00 Hz, Velocidad Angular: 25.95 rad/s
Pulsos: 429, Frecuencia: 4290.00 Hz, Velocidad Angular: 26.32 rad/s
Pulsos: 429, Frecuencia: 4290.00 Hz, Velocidad Angular: 26.32 rad/s
Pulsos: 423, Frecuencia: 4230.00 Hz, Velocidad Angular: 25.95 rad/s
Pulsos: 430, Frecuencia: 4300.00 Hz, Velocidad Angular: 26.38 rad/s
Pulsos: 428, Frecuencia: 4280.00 Hz, Velocidad Angular: 26.26 rad/s
Pulsos: 424, Frecuencia: 4240.00 Hz, Velocidad Angular: 26.02 rad/s
Pulsos: 427, Frecuencia: 4270.00 Hz, Velocidad Angular: 26.20 rad/s
Pulsos: 425, Frecuencia: 4250.00 Hz, Velocidad Angular: 26.08 rad/s
Pulsos: 428, Frecuencia: 4280.00 Hz, Velocidad Angular: 26.26 rad/s
Pulsos: 429, Frecuencia: 4290.00 Hz, Velocidad Angular: 26.32 rad/s
```

Figura 5 Resultados obtenidos en Arduino (Monitor Serie). Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1 Resultados experimentales. Fuente: Elaboración propia.

Voltaje	Promedio de la velocidad angular (rad/s)
3	12.49
6	26.17
8	35.63
12	52.66

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema construido se usó un osciloscopio para comparar los valores obtenidos. Dado que el osciloscopio proporciona frecuencia es necesario convertirla a velocidad angular, para esto se ocupa la siguiente relación:

$$\omega = \frac{\left(\frac{\text{frecuenciaEncoder}}{\text{resolucionEncoder}} \times 60\right) \pi}{30} \dots (2)$$

Multiplicamos por 60 para convertir de revoluciones por segundo a revoluciones por minuto (RPM) y multiplicamos por $\pi/30$ ya que es un factor de conversión que transforma las RPM en radianes por segundo. Los resultados del osciloscopio se muestran en la figura 6 para una entrada de 6V en el motor y en la Tabla 2 se muestran diferentes valores obtenidos.

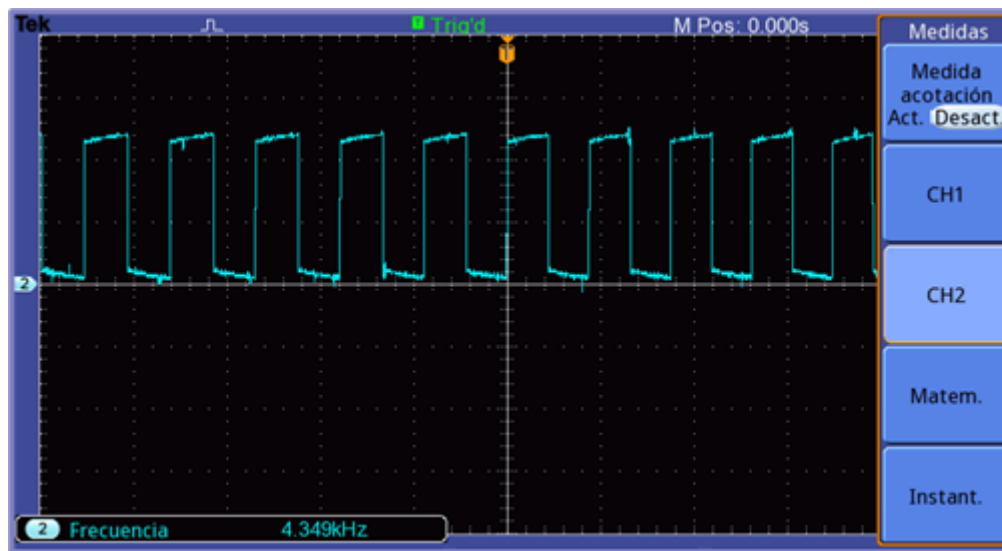


Figura 6 Captura del osciloscopio. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2 Resultados experimentales con el osciloscopio. Fuente: Elaboración propia.

Voltaje	Frecuencia (kHz)	Velocidad angular (rad/s)
3	2.055	12.61
6	4.349	26.68
8	5.819	35.70
12	8.620	52.89

Como se puede observar los resultados obtenidos con el circuito LS7366 y el osciloscopio son similares, con lo cual se da por validado el sistema construido.

5. Conclusiones

En este trabajo se presentó una forma de leer encoders incrementales de alta resolución con ayuda del circuito LS7366. Así mismo, se presenta el desarrollo de una tarjeta de circuito impreso con los elementos necesarios para el funcionamiento del circuito LS7366. Se presentan resultados experimentales y una comparación con un osciloscopio mostrando similitud entre los datos obtenidos con el sistema construido y el osciloscopio, con lo cual se da por validado el sistema presentado para la lectura de encoders de alta resolución.

Referencias bibliográficas

[1] Arduino. (2025). *Arduino Uno Rev3*. Recuperado en Marzo del 2025, de: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>

[2] Charais, J., & Lourens, R. (2004). *Software PID control of an inverted pendulum using the PIC16F684 (Application Note AN964)*. Microchip Technology Inc.

[3] Doebelin, E. O. (2003). *Measurement Systems: Application and Design* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

[4] LSI Computer Systems, Inc. (2025). *LS7366R: 32-bit quadrature counter with serial interface*. Recuperado en Marzo del 2025, de: <https://www.lsicsi.com/pdfs/Data%20Sheets/LS7366R.pdf>

[5] Machado, J. P. Z., Thaler, G., Pacheco, A. L. S., & Flesch, R. C. C. (2024). *Impact of Angular Speed Calculation Methods from Encoder Measurements on the Test Uncertainty of Electric Motor Efficiency*. *Metrology*, 4(2), 164-180. <https://doi.org/10.3390/metrology4020011>

[6] US Digital. (2025). *S2 Optical Shaft Encoder Datasheet*. US Digital. Recuperado en Marzo del 2025, de: https://cdn.usdigital.com/assets/datasheets/s2_datasheet.pdf

Márquez-Sánchez, C., Martínez-Vázquez, D. L., Sandoval-Gutiérrez, J. (2026). *LECTURA DE ENCODERS CON EL CIRCUITO LS7366*. *Boletín UPIITA*. año XX, (NÚM) 2026.