



Práctica 7: Sensor Digital
Seminario de Solución de Problemas de
Sensores y Acondicionamiento de Señales
Sec: D02

Prof: Jaime Ricardo González Romero
Jorge Alberto Rodríguez Bueno Manzano
Jorge Javier Camacho Cortéz

9 de noviembre de 2015

Resumen

En este documento se presenta la aplicación práctica de un sensor digital, cuyo principal objetivo es conocer las revoluciones por minuto, los metros sobre segundo de un motor de bajo consumo tomando en cuenta su voltaje de alimentación, y la frecuencia detectada a través de un sensor óptico por un decodificador o encoder en su defecto.

1. Objetivo

Que el alumno implemente un circuito electrónico donde use un sensor óptico (encoder) para medir las revoluciones por minuto de un sistema rotatorio. Deberá desarrollar un software en Arduino (o microcontrolador) para desplegar resultados en RPM, m/s y frecuencia, de forma coherente en un LCD.

2. Introducción (Marco Teórico)

Un encoder, también conocido como codificador o decodificador en español, es un dispositivo, circuito, programa de software, un algoritmo o incluso hasta una persona cuyo objetivo es convertir información de un formato a otro con el propósito de estandarización, velocidad, confidencialidad, seguridad o incluso para comprimir archivos.

Los encoders de los que hablaremos aquí son encoders para motores eléctricos de DC comúnmente usados en la industria minera, de transporte (trenes) y en generadores de turbinas eólicas. Su función es la de convertir el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales o análogos que pueden ser interpretados por un controlador de movimiento.

Para explicar cómo funciona un encoder debemos mencionar que un encoder se compone básicamente de un disco conectado a un eje giratorio. El disco está hecho de vidrio o plástico y se encuentra “codificado” con unas partes transparentes y otras opacas que bloquean el paso de la luz emitida por la fuente de luz (típicamente emisores infrarrojos). En la mayoría de los casos, estas áreas bloqueadas (codificadas) están arregladas en forma radial.

A medida que el eje rota, el emisor infrarojo emite luz que es recibida por el sensor óptico (o foto-transistor) generando los pulsos digitales a medida que la luz cruza a través del disco o es bloqueada en diferentes secciones de este. Esto produce una secuencia que puede ser usada para controlar el radio de giro, la dirección del movimiento e incluso la velocidad.

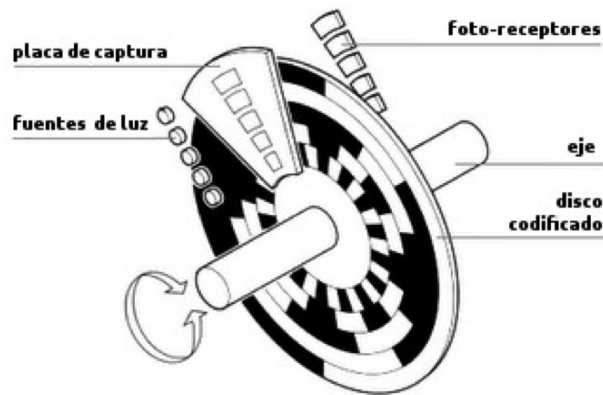


Figura 1: Encoder

Existen básicamente dos tipos de encoder según su diseños básico y funcionalidad: encoder Incremental y encoder Absoluto. Adicionalmente existen otros tipos de encoders como por ejemplo el encoder óptico, lineal y el encoder de cuadratura.

Encoder óptico

El encoder óptico es el tipo de encoder más comúnmente usado y consta básicamente de tres partes: una fuente emisora de luz, un disco giratorio y una detector de luz conocido como “foto detector”. El disco está montado sobre un eje giratorio y cuenta con secciones opacas y transparentes sobre la cara del disco. La luz que emite la fuente es recibida por el foto-detector o interrumpida por el patrón de secciones opacas produciendo como resultado señales de pulso. El código que se produce con dichas señales de pulso es entonces leído por un dispositivo controlador el cual incluyen un micro-procesador para determinar el ángulo exacto del eje.

Encoder lineal

Un encoder lineal es un dispositivo o sensor que cuenta con una escala graduada para determinar su posición. Los sensores en el encoder leen la escala para después convertir su posición codificada en una señal digital que puede ser interpretada por un controlador de movimiento electrónico. Los

encoders lineales pueden ser absolutos o incrementales y existen diferentes tipos de encoders lineales según la tecnología usada en su mecanismo, por ejemplo, tecnología óptica, magnética, inductiva o capacitiva.

Encoder de cuadratura

Un encoder de cuadratura es un tipo de encoder rotativo incremental el cual tiene la capacidad de indicar tanto la posición como la dirección y la velocidad del movimiento. Los encoders de cuadratura se encuentran con mucha más frecuencia en muchos productos eléctricos de consumo y en una infinidad de aplicaciones comerciales. La flexibilidad del encoder de cuadratura es su principal ventaja ya que ofrecen una alta resolución, medición con precisión quirúrgica y pueden trabajar en un gran espectro de velocidades que van desde unas cuantas revoluciones por minuto hasta velocidades que van más allá de las 5,000 RPM. Este tipo de encoder de cuadratura generalmente utiliza sensores ópticos o magnéticos, lo cual los convierte en dispositivos sencillos de usar y extremadamente duraderos.

Encoder incremental

Un encoder incremental, como su nombre lo indica, es un encoder que determina el ángulo de posición por medio de realizar cuentas incrementales. Esto quiere decir que el encoder incremental provee una posición estratégica desde donde siempre comenzará la cuenta. La posición actual del encoder es incremental cuando es comparada con la última posición registrada por el sensor. Los encoders incrementales son un tipo de encoder óptico y este en este tipo de encoder cada posición es completamente única.

Encoder absoluto

Un encoder absoluto se basa en la información proveída para determinar la posición absoluta en secuencia. Un encoder absoluto ofrece un código único para cada posición. Los encoders absolutos se dividen en dos grupos: los encoders de un solo giro y los encoders absolutos de giro múltiple y su tamaño es pequeño para permitir una integración más simple.

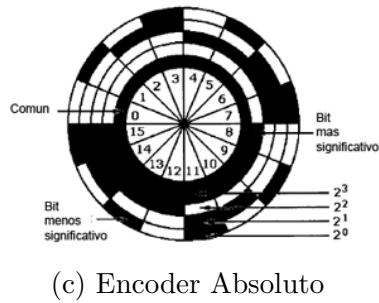
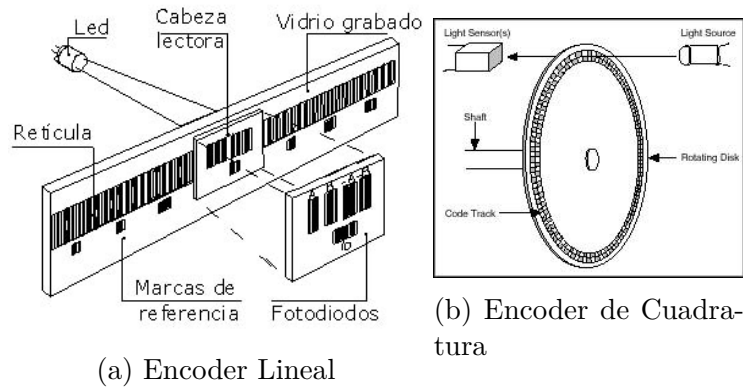
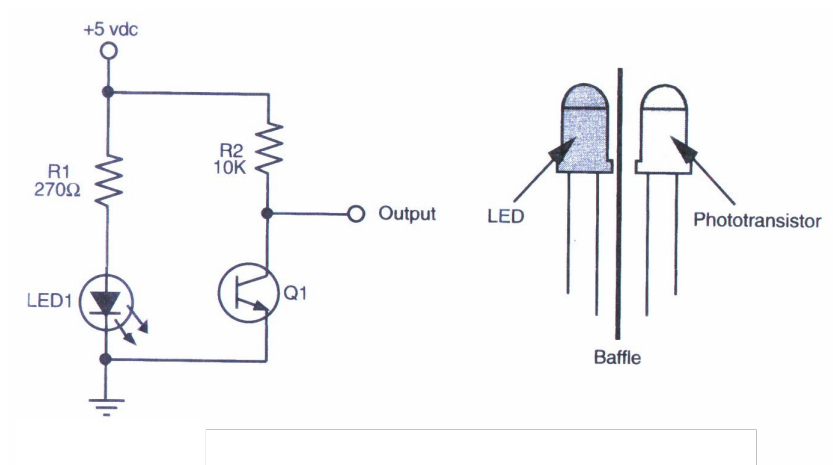


Figura 2: Tipos de Encoders

Sensor IR

Particularmente, el sensor infrarrojo es un dispositivo optoelectrónico capaz de medir la radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos en su campo de visión. Todos los cuerpos emiten una cierta cantidad de radiación, esta resulta invisible para nuestros ojos pero no para estos aparatos electrónicos, ya que se encuentran en el rango del espectro justo por debajo de la luz visible.



(a) Principio Básico



(b) Sensor IR



(c) Sensor de Herradura

Figura 3: Tipos de Sensores Infrarrojos

3. Desarrollo

Una vez conocidas las especificaciones de nuestro motor DC el cual operaba normalmente entre los 32 y 42 volts se calculó por medio de una regla de tres las revoluciones por minuto a 5 volts debido que con un voltaje constante de 42v podía llegar a las 4600 revoluciones por minuto.

Después se tomó el encoder de un sistema de impresión el cual cuenta con 36 ranuras o huecos detectables para el sensor digital que se estaba implementando en la elaboración de ésta práctica, y se adaptó para su montaje sobre el motor DC.

Con las conexiones previas en nuestro sistema y con el apoyo del arduino se elaboró un frecuenciómetro por medio de software el cual tomaba los datos producidos por el encoder en el motor DC y por ende el par óptico que consistía en 2 fotodiodos encontrados, uno emisor y otro receptor que hacían el conteo de las interrupciones entre ellos mismos.

Con el acondicionamiento de la frecuencia, las conversiones de los datos y las medidas adecuadas de nuestro sistema se mostraron los datos en una pantalla de cristal líquido de 16X2 donde se observó la frecuencia que generaba el sistema, las revoluciones por minuto y la distancia en metros sobre segundos.

4. Resultados

El comportamiento del sistema observando la frecuencia desde un osciloscopio no era el apropiado debido que los ciclos no se generaban con cierta uniformidad por el encoder que se había montado sobre el sistema giratorio antes descrito. Sin embargo la lectura de datos mediante software en el arduino fue de óptima eficacia.

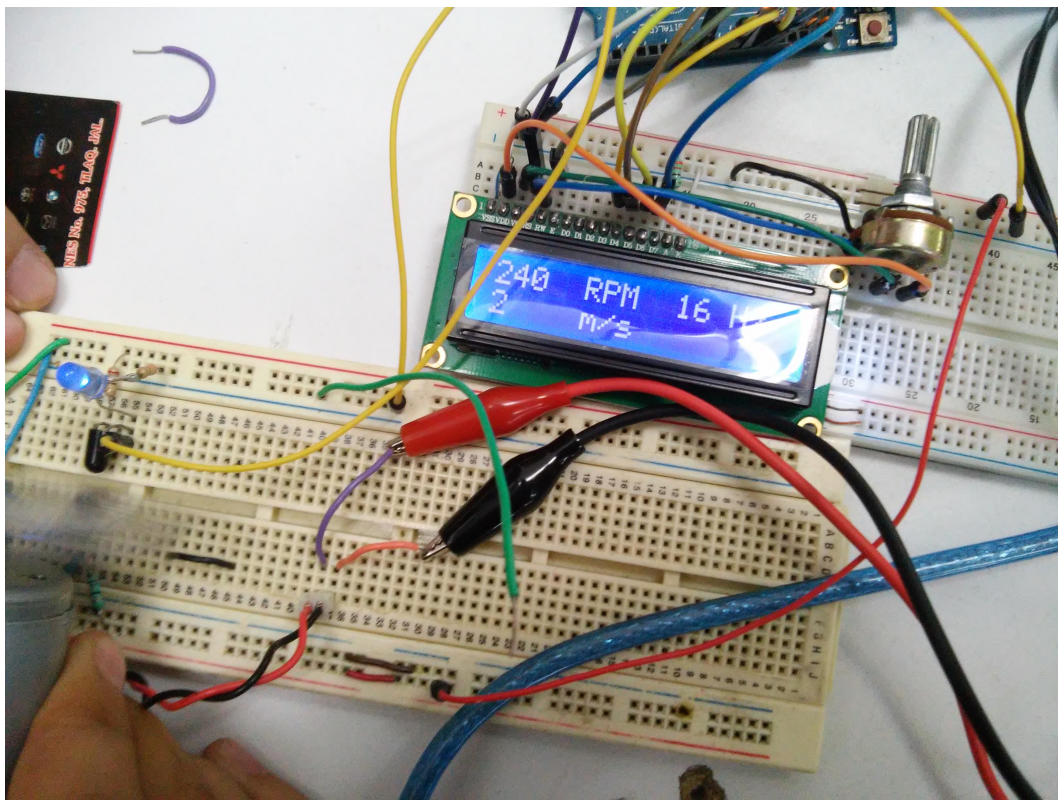


Figura 4: Práctica armada

5. Conclusiones

Se obtuvo el conocimiento para la creación de un modelo de sensor digital, el cual en su salida muestra datos informando cuantas son las revoluciones por minuto (RPM) y cuantos metros sobre segundo (m/s) alcanza el sistema a un voltaje de 5v en que gira el encoder. Además de los diferentes tipos de codificadores que existen sus comportamientos e implementación según se requiera.

6. Bibliografía

Referencias

- [1] Ramón Palás Areny. (2012). Sensores y acondicionadores de señal. México, D.F.:Marcombo, S.A.

- <http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder/>

7. Apéndice

Preguntas

1.-¿Cómo funciona un Encoder?

R= Convierte la posición angular de un eje, directamente a un código digital.

2.-¿Cuál es la diferencia entre un encoder incremental y uno decremental?

R= El encoder incremental te entrega una cantidad de pulsos digitales por cada revolución o vuelta del eje mientras que los encoders absolutos asignan a cada posición angular un valor inequívoco, incluso durante varias revoluciones.

3.-¿Cuál es la forma de la señal en el punto A de la figura 3 con respecto a la señal entregada por el sensor?

R= Una señal senoidal.

4.-¿Qué función tiene el diodo de la figura 3?

R= El monitoreo de la señal si existe o no.

5.-¿Cuál es la longitud de onda normalmente usada por el par óptico?

R= Las longitudes de onda más comunes son de 660, 850 y 940 nanómetros (nm).

6.-¿Qué parámetros físicos del disco de codificación se debe considerar para realizar la conversión entre revoluciones por minuto a metros sobre segundos?

R= El diámetro que tiene el encoder y las ranuras de este mismo.

7.-¿Qué tipo de medición se utiliza para el cálculo de las revoluciones por minuto?

R= El número de ranuras del encoder multiplicado por 1000, dividido entre el voltaje, y multiplicado por un contador.

8. Código

```
long rango=2; // este es el rango por el que se disparará la salida 2 y pasa a est
```

```

long ultimamedicion; // contiene el valor de la última medición que disparó a lógic
int ciclo=0; // 1=alto 0=bajo
int cambiodeciclo=0;
int picodetension;
int valledetension=1023;
long contadorvisualizacion;
long contadorciclo;

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

void setup() {

  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT); // Se establece el pin analógico 0 como pin de lectura de datos

  lcd.begin(16, 2); // initialise the LCD
}

void loop() {

  long sensorValue = analogRead(A0); // Se vuelca a la variable sensorValue el valor
  long rpm=(contadorciclo/36)*60;
  long ms=(rpm/60)*.7;

  if (micros()>contadorvisualizacion+1000000) // Muestra por el puerto serie los
  {

    // AQUÍ SE IMPRIME EN EL PUERTO SERIE LOS RESULTADOS

    Serial.print("Hz=");
    Serial.println(contadorciclo);
    delay(500);

    Serial.print("RPM= ");
    Serial.println(rpm);
  }
}

```

```

    Serial.print("m/s= ");
    Serial.println(ms);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(rpm);
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("RPM");
    //delay(1000);

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(ms);
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("m/s");

    lcd.setCursor(10,0);
    lcd.print(contadorciclo);
    lcd.setCursor(12,0);
    lcd.print(" Hz");

    rango=(2+((picodetension-valledetension)/5)); // SE CALCULA EL GANGO MÁS A
    contadorvisualizacion=micros();//SE ASIGNA A LA VARIABLE CONTADORVISUALIZA
    picodetension=sensorValue;//SE ASIGNA A LA VARIABLE PICODETENSIÓN EL VALOR
    valledetension=sensorValue;//SE ASIGNA A LA VALLEDETENSION EL VALOR DE LA
    contadorciclo=0; // SE PONE A CERO LOS CICLOS CONTADOS O HERCIOS.
}

if (sensorValue >= ( ultimamedicion+rango) ) // La salida 2 pasa a 1 logico si la
{

    ultimamedicion = sensorValue; // SE ASIGANA A LA VARIABLE ULTIMAMEDICION EL VA
    ciclo=1;

```

```

    if (sensorValue>picodetension) // SI LA TENSIÓN MEDIDA POR LA ENTRADA CERO, ES
    {
        picodetension=sensorValue; // SE ASIGNA EL VALOR LEYDO POR LA ENTRADA CERO ANAL
    }
}

if (sensorValue <= ( ultimamedicion-rango)) // La salida 2 pasa a 1 lógico si la
{

    ultimamedicion = sensorValue; // SE ASIGNA A LA VARIABLE ULTIMAMEDICIÓN LA LECT
    ciclo=0; // EL CICLO SE PONE A CERO, ES DECIR, QUE EL VOLTAGE EMPIEZA A BAJAR D

    if (sensorValue<valledetension) // SE CUMPLE LA CONDICIÓN SI LA TENSIÓN DETECTA
    {
        valledetension=sensorValue; //Se asigna a la variable valledetensión el valor m
    }

}

if (ciclo==1 && cambiodeciclo==0)

{
    cambiodeciclo=1;
    contadorciclo++;
}

if (ciclo==0 && cambiodeciclo==1)

{
    cambiodeciclo=0;
}

```

}