

Obtención de Repetibilidad, Histéresis y Linealidad de un sensor de flexión resistivo por medio de un instrumento virtual

García Mejía Juan Fernando¹, García Mejía José Antonio², Gonzáles Hernández German³
Tinoco Monroy Luz Adriana⁴

Universidad Autónoma del Estado de México Unidad Académica Profesional Atlacomulco (^{1,3,4}) Carretera Toluca-Atlacomulco Km. 60 Atlacomulco México
Instituto Tecnológico de Toluca (²) Av. Tecnológico s/n Colonia la Virgen Metepec México

Resumen

En este artículo se presenta la implementación de un instrumento virtual cuya función es la de caracterizar sensores de flexión del tipo resistivo, los cuales tiene aplicaciones en áreas tales como la robótica, realidad virtual, educación y procesos médicos.

Esta caracterización se requiere, debido a que el fabricante de los sensores no proporciona información como la repetibilidad, linealidad y curva de histéresis.

El instrumento virtual propuesto es desarrollado mediante un motor de pasos como dispositivo de flexión, una tarjeta de adquisición de datos como control de este y obtención de valores de voltaje correspondientes a variaciones del sensor y el software Lab View de National Instruments, cuya función es la graficación de la curva de histéresis, así como la generación del reporte correspondiente en Word

Palabras clave: Sensores de Flexión, Instrumentación virtual, repetibilidad, linealidad, curva de histéresis

1. Introducción

Actualmente existen aplicaciones donde es necesario conocer la posición angular de un elemento o dispositivo, algunas de ellas son la detección de colisiones en robots móviles, la construcción de ambientes y guantes de realidad virtual, así como experimentos y aplicaciones físicas [1]. Para realizar estos desarrollos existen elementos electrónicos conocidos como sensores de flexión (FSR's.)

Un FSR esta formado por una tira delgada de plástico polímero que puede ser fácilmente flexionado, el cual esta cubierto por una capa de

carbón que forma una resistencia, esta a su vez se encuentra cubierta por una laminas de metal que están adheridas a lo largo del sensor.

El principio de funcionamiento es el siguiente: cuando el sensor es flexionado los espacios entre las placas metálicas crecen de modo que la cantidad de carbón cortada por las placas se reduce produciendo un incremento en el valor de la resistencia de este.

El fabricante de estos dispositivos no provee de una hoja de especificaciones donde se de a conocer las características como:

- **Repetibilidad:** que es la propiedad de un sensor de reproducir las mismas lecturas de salida cuando un mismo valor a medir es aplicado bajo las mismas condiciones y misma dirección[2]
- **Histéresis:** es la propiedad que presenta algunos instrumentos y sensores que provoca que la curva de medición difiera de las lecturas que fueron hechas de manera ascendente o descendente
- **Linealidad:** es el grado de proporcionalidad entre una magnitud física y la registrada por el instrumento o sensor

Los datos que proporciona el fabricante son los valores de resistencia a 0 y 90 grados así como dimensiones físicas y fuerza necesaria para flexionar el sensor, así como resistencia inicial y final

Por otra parte un sistema de instrumentación virtual es el conjunto de hardware y software encargado de sustituir un instrumento físico, esto permite obtener instrumentos mas precisos, los cuales pueden ser reconfigurables fácilmente, y permite el

análisis estadístico, así como el almacenamiento de los resultados obtenidos [3]

2. Desarrollo

En esta sección se muestran los elementos necesarios para la realización del instrumento virtual, tales como el tipo de tarjeta de adquisición de datos empleada, la construcción de un dispositivo de flexión, los circuitos de acondicionamiento de señal adquisición y procesamiento de datos de naturaleza analógica correspondiente a los sensores de flexión. Los programas necesarios para este desarrollo se elaboraron en Lab View

2.2 Tarjeta de adquisición de datos

Como se menciona anteriormente una de las partes fundamentales de un instrumento virtual es la tarjeta de adquisición de datos. Para este desarrollo se empleó la tarjeta NI-USB 6008, la cual tiene 8 entradas y 2 salidas analógicas. Cuya velocidad de muestreo es de 10Ksamples/segundo, si se emplea un solo canal analógico, mientras que los canales de salida de este tipo tienen una frecuencia de 150 Hz.

La tarjeta NI-USB 6008 tiene además 12 canales de entrada / salida digital y un contador de 32 bits. La forma en la que se conecta a la computadora es por medio del puerto USB

2.2 Construcción del dispositivo de flexión

Se construyó un dispositivo mecánico que permite flexionar al sensor desde 0 hasta 90 grados. Lo anterior para poder obtener el comportamiento del sensor a determinada posición. Las partes que componen a este son las siguientes:

1. Base: Encargada de soportar al dispositivo de flexión, se encuentra hecha de acrílico.
2. Esquineros: Los cuales mantienen en una posición fija al motor de pasos para evitar movimientos que puedan interferir con la medición.
3. Brazo: Su función principal es la de transferir el movimiento del motor al sensor de flexión.
4. Taquete: Elemento que sujeta la parte inferior del sensor de flexión.
5. Motor de pasos: Elemento que su función es brindar una flexión mínima al sensor para determinar cambios pequeños.

El motor empleado para construir el dispositivo de flexión es de 4 pasos con una variación

de 1.8° por grados por paso, por este motivo es necesario utilizar 50 secuencias, en forma de registro de corrimiento para poder obtener datos que caracterizaran al sensor en un rango de 0 a 90°

El dispositivo de flexión es controlado por medio de un programa realizado en Lab View el cual se encarga de controlar las secuencias aplicadas las salidas digitales de la tarjeta de adquisición de datos y una etapa de potencia formada por un bufer 74245 que como refuerzo y protección de la salida de 4 transistores TIP 31

2.3 Circuito de acondicionamiento de señal.

En cada una de las secuencias de control, la tarjeta de adquisición de datos por medio de una de sus entradas analógicas se encarga de tomar una lectura del voltaje obtenido del circuito de acondicionamiento de señal que se muestra en la figura 1. El cual esta formado por dos amplificadores inversores, uno de ganancia determinada por la variación de la resistencia Fsr y uno de ganancia unitaria

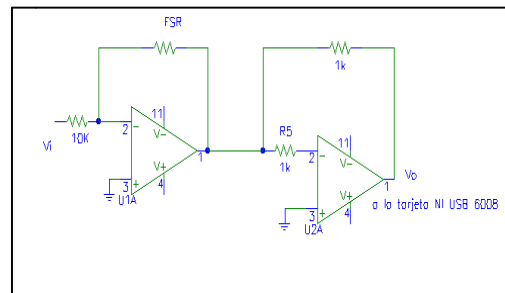


Figura 1 Circuito de acondicionamiento de señal

La función de transferencia que describe el comportamiento del circuito de acondicionamiento de señal esta dada por la ecuación 1

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{Fsr}{10k} \quad (1)$$

Donde:

V_i = Voltaje constante igual a 1 volt

Fsr = la resistencia de flexión.

El programa de computadora se encarga de tomar la lectura obtenida y transformarla en un valor de resistencia despejando Fsr de (1) y obteniendo la ecuación 2

$$Fsr = \frac{V_o * 10k}{V_i} \quad (2)$$

2.4 Programación de la DAQ

Los elementos básicos para la elaborar un programa de adquisición de datos de naturaleza analógica son los siguientes:

1. Crear tarea: Indica al programa que un dispositivo externo comenzara a enviar datos hacia la computadora.
2. Creador de canal virtual: Define tanto el nombre del dispositivo como los canales a utilizar, para este caso, entrada analógica, canal 0
3. Reloj de muestras: Define el numero de muestras a adquirir
4. Iniciador de Tareas: Da comienzo a una tarea ya establecida:
5. Lector de adquisición de datos: El dato que se encuentra en el sistema externo es leído

La integración de estos pasos se muestra en al figura 2

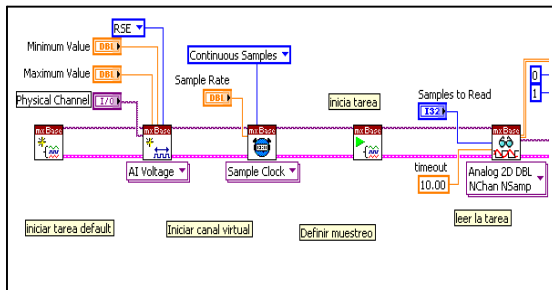


Figura 2 Adquisición de datos analógicos

Para que la tarjeta de adquisición de datos pudiera enviar datos digitales para el control del motor de pasos se utilizan los siguientes elementos:

1. Creador de tareas
2. Creador de canal virtual: En este caso se define como tipo salida del tipo digital de 8 bits
3. Iniciador de tareas:
4. Bloque de salida de datos: Este indica que a el dispositivo externo que se realizara una operación de escritura de datos

Cabe destacar que el elemento numero 4 del listado anterior se encuentra dentro de un ciclo For de 11 iteraciones, y un registro de corrimiento que permite la secuencia de funcionamiento del motor de pasos, lo anterior es observado en la figura 3

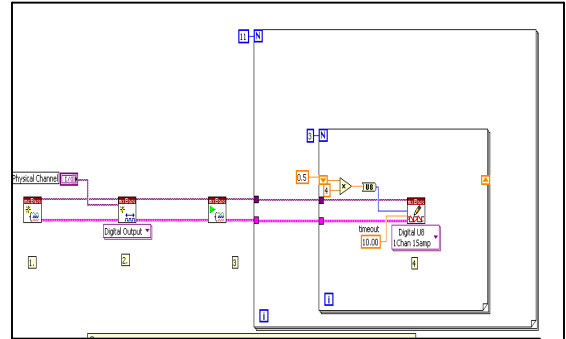


Figura 3 Salida digital de datos

3. Análisis de resultados

Con el dispositivo propuesto se realizaron 50 pruebas en un rango de 0 a 90 grados con la finalidad de obtener la repetibilidad del sensor, y una grafica promedio de la respuesta del sensor la cual se observa en la figura 4. En esta se observa que el valor a 0 grados concuerda con el proporcionado por el fabricante, no así el de 90 el cual según el fabricante es de aproximadamente 30K ohms

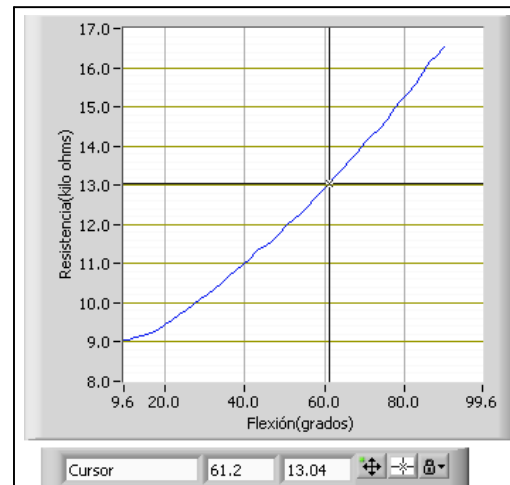


Figura 4 Grafica de respuesta del sensor de flexión

Con los datos anteriores se calculo la desviación estándar relativa, la cual esta dada por el cociente entre la desviación estándar y la media y define la repetibilidad de un fenómeno teniéndose como resultado un promedio de 3.0151% .

En la figura 4 se muestra que el sensor tiene un comportamiento ligeramente no lineal, que tampoco esta especificado por el fabricante

Para evaluar este parámetro se realizo una regresión lineal la cual esta determinada por la ecuación 3, la cual esta basada en el método de mínimos cuadrados [4]

$$y = a_0 + a_1x \quad (3)$$

Donde:

$$a_0 = \bar{y} - a_1$$

$$a_1 = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

- \bar{y} = Media de la medición
- x_i = Variable física (grados)
- y_i = Variable medida (ohms)
- n = Numero de mediciones efectuadas

Al aplicarse esta formula se obtuvo como resultado la recta descrita por la ecuación 4

$$y = 8.40397684 + 0.07651196x \dots\dots\dots(4)$$

Para el cálculo del porcentaje de linealidad se utiliza el coeficiente de correlación el cual esta dado por la ecuación 5

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

$$S_t = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

$$S_r = \sum (y_i - y)^2$$

De la ecuación 5 por lo tanto se desprende una linealidad del 97.484352%

El otro parámetro que se obtiene de este trabajo es la gráfica de histéresis la cual fue obtenida a partir de un mismo número de pruebas tanto en sentido ascendente como descendente representadas por las líneas azul y rojo respectivamente y una

tercera verde que representa la linealidad del sensor, lo anterior se representa en la figura 4

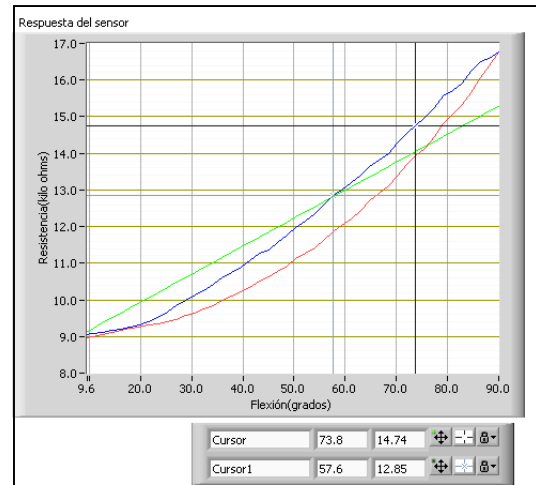


Figura 4 Grafica de respuesta del sensor de flexión

Por ultimo se realiza un programa que permita seleccionar entre realizar un reporte con la medición resultante en formato Word o Excel, mediante la utilería de generación de reportes incluida en la suite de Lab View

4. Conclusiones

La generación de un instrumento virtual permite realizar de manera más rápida la caracterización de sensores de flexión del tipo resistivo, también se comprobó que los datos que proporciona el fabricante difieren de lo obtenido con el instrumento, como trabajo a futuro se propone el análisis de la reproducibilidad

Referencias

- [1] <http://www.imagesco.com/catalog/flex/FlexSensors.html>
- [2] <http://64.233.187.104/search?q=cache:fkxHSaWVw0AJ:ohm.utp.edu.co/paginas/docencia/labinstrem/practicas/practica4temp.html+repetibilidad+instrumentaci%C3%B3n&hl=es>
- [3] Antoni M *Instrumentación Virtual: Adquisición, procesado y análisis* Editorial Alfaomega México 1er Edición 1999

- [4] Steven C “*Métodos Numéricos para Ingenieros*” Mc Graw Hill, México 1er Edición 1988 .