

# Sistema de adquisición de datos de un acelerómetro (ADXL330) con la DAQ-6024E y LabVIEW

Luis Ernesto Uribe, Fèlix Coll, Pau Riera

Tercer Curso de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad en Electrónica Industrial

**Resumen** — Este documento presenta un sistema para la adquisición de datos a través de la DAQ-6024E® y el programa Labview®. Se utiliza el sensor ADXL330®, que es un acelerómetro e inclinómetro de Analog Devices®.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existen muchas aplicaciones, tanto a nivel industrial como comercial, en las que se utilizan este tipo de sensores. Se puede destacar su actual importancia en sistemas de teléfonos móviles, plataformas de juego, sistemas de seguridad en automóviles, entre otras.

El sensor ADXL330 es un acelerómetro completo de tres ejes acondicionado con salidas de voltaje de señal, todo montado en un CI monolítico. El rango del sensor es de  $\pm 3g$ . Se puede medir la aceleración de la gravedad estática en las aplicaciones de detección de inclinación, así como la aceleración dinámica resultante de movimiento, choque o vibraciones.



Figura 1. Acelerómetro ADXL330

En la siguiente figura se muestra la placa de adquisición de datos que se utiliza para la interfaz con el programa LabVIEW.



Figura 2. Placa DAQ-6024E

Se utiliza el conversor SCSI2-68 fabricado por la *Universitat de les Illes Balears*.



Figura 3. Conversor SCSI2-68

## INCLINÓMETRO

El objetivo es obtener el ángulo de inclinación de los ejes Y (longitudinal) y X (transversal), como se muestra en la figura 1.

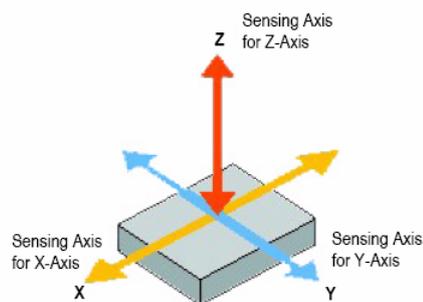


Figura 4. Ejes del sensor

Para realizar el cálculo del ángulo de inclinación, aplicamos el siguiente algoritmo.

$$V_{OUT} = V_{OFFSET} + \left( \frac{\Delta V}{\Delta g} * 1.0g * \sin\theta \right)$$

Ecuación 1. Tensión de salida de cada eje

$V_{OUT}$  = Salida del acelerómetro en Voltios  
 $V_{OFFSET}$  = Offset del acelerómetro a 0 g  
 $\Delta V / \Delta g$  = Sensibilidad  
 $1g$  = Gravedad de la Tierra  
 $\theta$  = Ángulo de Inclinación

De la ecuación 1 despejamos el ángulo, que queda en función de los otros parámetros del sistema:

$$\theta = \sin^{-1} \left( \frac{V_{OUT} - V_{OFFSET}}{\Delta V / \Delta g} \right)$$

Ecuación 2. Ángulo de Inclinación

El acelerómetro tiene una sensibilidad típica de 300 mV/g y el offset sobre cada eje se mide con una aceleración a 0 g. En este caso tendríamos para el eje x un offset de 1,47 V y para el eje y de 1,49 V. La anchura de banda es de 50 Hz, por lo tanto será necesario adquirir las muestras de los diferentes ejes a una frecuencia mínima de 100 muestras/s, esto se programa en LabVIEW mediante un bloque while que toma muestras con un periodo de 10 ms<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Se sigue esta misma estructura para todas las aplicaciones.



Figura 5. Control while

Para su implementación en LabVIEW, utilizamos la siguiente estructura de funciones:

- Adquisición de la señal de datos desde la DAQ-6024E. Como se observa utilizamos el canal número 7 de la placa.

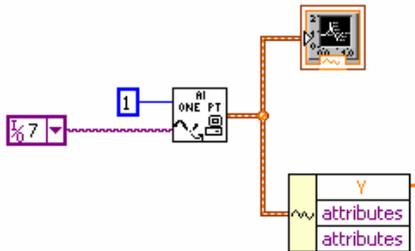


Figura 6. Adquisición de la señal

- Cálculo del ángulo de inclinación en grados.

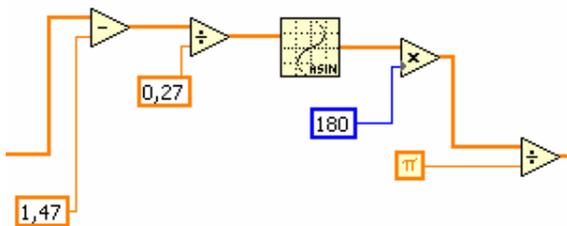


Figura 6. Aplicación de la ecuación 2

- Procesamiento de la señal y control de la medida del ángulo. Si el ángulo sobrepasa los  $\pm 60^\circ$  salta una alarma en el panel frontal.

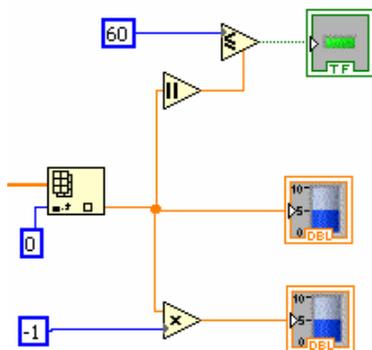


Figura 7. Se genera un array de la señal y se realiza el control

Se realiza la implementación de cada eje de la forma explicada anteriormente, para el eje x utilizamos el canal del conversor número 7, y para el eje y el número 5. Mediante esta implementación, conseguimos medir el ángulo *left/right* del eje transversal y *front/back* del eje longitudinal.

## SIMULACIÓN DEL INCLINÓMETRO

En las siguientes figuras se observa el funcionamiento del sistema en los distintos ejes, así como la activación de la alarma cuando se supera un ángulo de inclinación de  $\pm 60^\circ$ .

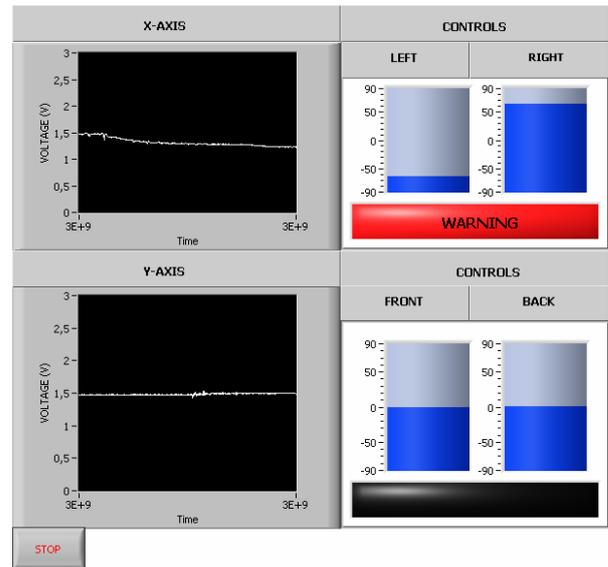


Figura 8. Eje transversal (X) y activación de la alarma

## PRUEBA DE IMPACTO

Utilizamos la función “acelerómetro” del sensor para simular la activación de un *airbag*. Esto sucederá cuando se percibe una fuerte desaceleración que supera el umbral de los 2g.

Para obtener la aceleración se aplica el siguiente algoritmo. Se multiplica por 9,8 para obtener la aceleración en m/s<sup>2</sup>.

$$a = \frac{V_{OUT} - V_{OFFSET}}{\Delta V / \Delta g} * 9,8$$

Ecuación 3. Aceleración en m/s<sup>2</sup>

Para su desarrollo en LabVIEW se siguió la siguiente estructura de bloques. Cuando se inicia un test de impacto, los datos de éste se guardan en tiempo real en un array para el posterior tratamiento y representación de los mismos.

- Se utiliza una estructura tipo *case* para implementar la iniciación y finalización del test de impacto.

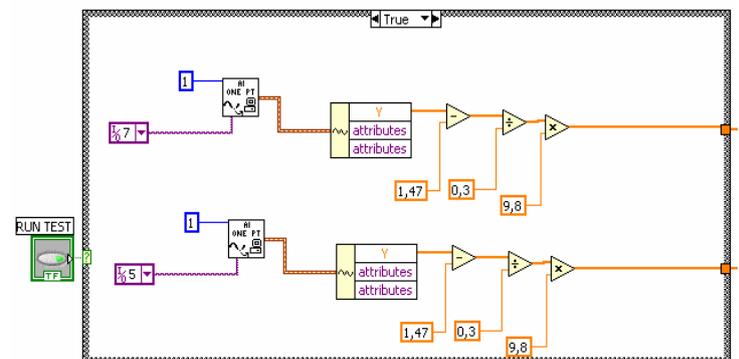


Figura 12. Control del test de impacto y obtención de la aceleración en cada eje

- Obtención de la aceleración total sobre el plano XY.

$$a_{XY} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

Ecuación 4. Aceleración total

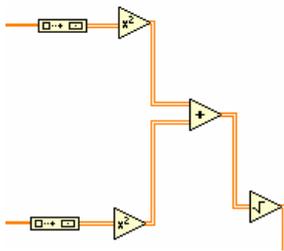


Figura 9. Construcción del array e implementación de la ecuación 3

- Representación gráfica mediante un módulo *waveformchart* y obtención de los datos del impacto en un archivo de texto. Este archivo se guarda en un *path* especificado en la configuración del módulo *Write Measurement File*. El nombre del archivo es *Datos Choque*.

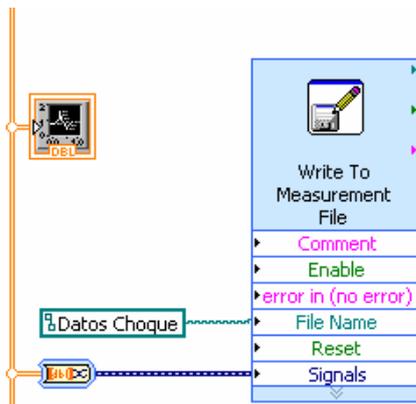


Figura 10. Módulos de representación y obtención de los datos

- La activación del *airbag* se realiza mediante dos bloques. El primero (*figura 12*) representa la señal digital de activación. El segundo (*figura 13*) representa el *airbag* en sí. Se genera un array tras la prueba de impacto y se calcula su máximo valor, comparándolo con el umbral establecido ( $2g=19,6 \text{ m/s}^2$ ).

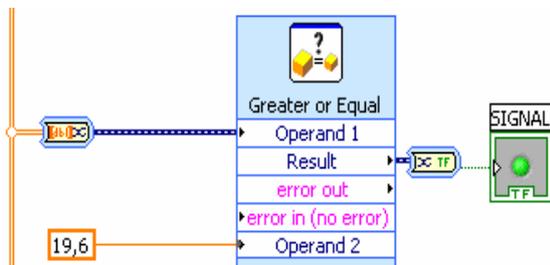


Figura 11. Señal digital de activación

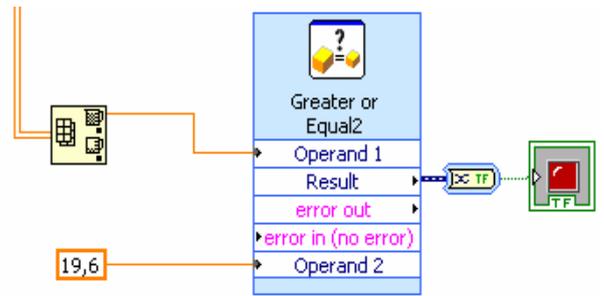


Figura 12. Airbag

### SIMULACIÓN DE LA PRUEBA DE IMPACTO

En la siguiente figura se observa el funcionamiento de la aplicación.

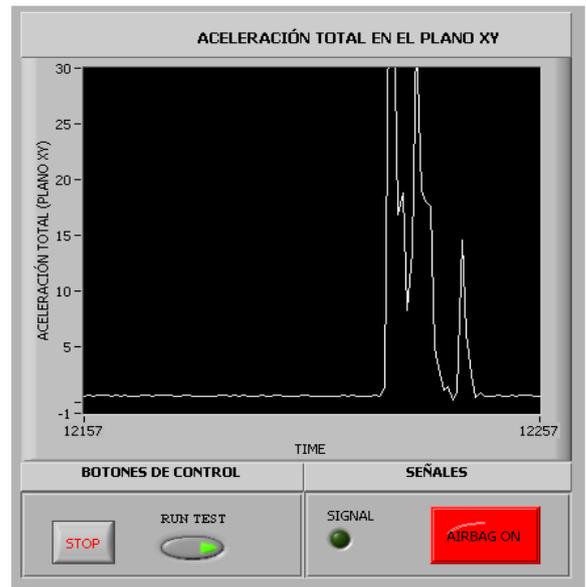


Figura 13. Panel frontal de la prueba de impacto

Como se comentó anteriormente se genera también un archivo de texto con los valores del tiempo y la aceleración. Una muestra de estos datos se observa a continuación.

Tiempo	Aceleración
2.032000	7.520352
2.032000	11.153298
2.047000	10.493491
2.063000	13.799963
2.063000	14.031359
2.078000	12.340053
2.094000	9.380521
2.094000	2.790267
2.110000	1.321857
2.110000	0.917817
2.125000	1.058017
2.141000	0.344704
2.141000	0.629152

Tabla 1. Datos choque

## MEDIDA DE LA POSICIÓN RELATIVA

La tensión de salida de los ejes X, Y y Z es proporcional a la aceleración del sensor, el cálculo de la posición se realiza integrando dos veces esta función.

Esta es una solución teórica, implementado el sistema real se presentan una serie de problemas causados por el offset así como por el ruido. Este offset debería ser restado a la señal y el ruido eliminado mediante funciones de filtro.

A continuación se observa la estructura de bloques en *LabVIEW*. Como en el caso anterior, se calcula el valor de la aceleración y luego se aplican las integraciones.

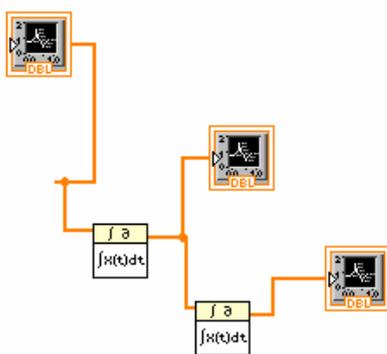


Figura 14 . Obtención de la velocidad y posición a partir de la aceleración

Mediante esta experimentación se ha podido comprobar la gran utilidad de los sensores basados en acelerómetros e inclinómetros, así como el gran potencial del programa *LabVIEW* de *Nationals Instruments* para la adquisición de datos analógicos a través de dispositivos *DAQ*. La facilidad de su interfaz gráfica, permite el posterior tratamiento digital de estos datos para su control.

## REFERENCIAS

- [1] *Analog Devices*, i MEMS® Accelerometer ADXL 330, 2006.
- [2] *Freescale Semiconductor*, Measuring Tilt with Low-g Accelerometer, 2005.
- [3] *Freescale Semiconductor*, Implementing Positioning Algorithms using Accelerometer, 2007.

*Assignatura d'Instrumentació Electrònica II impartida pels professors Jaume Verd, Bartomeu Alorda y Vicenç Canals del Departament de Física de la UIB.*



**Fèlix Coll Carrera** (Palma de Mallorca, 1985) es estudiante de tercer curso de Ingeniería Técnica Industrial (esp. Electrónica Industrial) en la UIB.



**Luis Ernesto Uribe** (Bogotá, 1985) es estudiante de tercer curso de Ingeniería Técnica Industrial (esp. Electrónica Industrial) en la UIB.

**Pau Riera Benito** (Palma de Mallorca) es estudiante de tercer curso de Ingeniería Técnica Industrial (esp. Electrónica Industrial) en la UIB.

## CONCLUSIONES

### SIMULACIÓN DE LA POSICIÓN RELATIVA

En la siguiente figura se aprecia el funcionamiento de la aplicación.

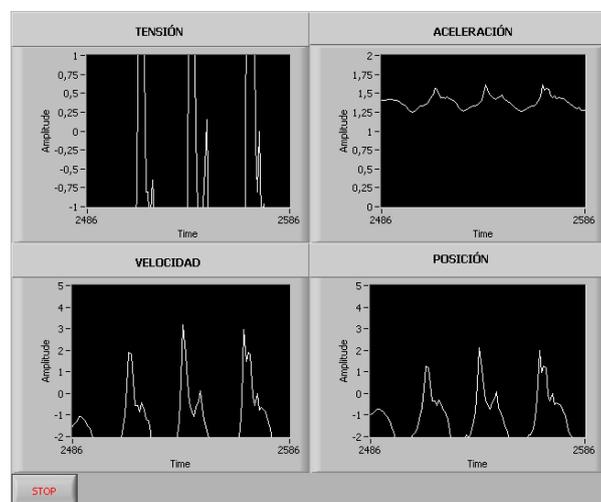


Figura 15. Cálculo de la velocidad y posición

Obsérvese en la figura anterior la influencia del ruido en las señales calculadas.