

INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE MEDIDA POR MEDIO DE UN BANCO DE CÉLULAS DE CARGA INDUSTRIALES.

Pascual Pérez
Profesor de Escuela Univeritaria
Dpto. Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)
Escuela Universitaria de Informática
Universidad Politécnica de Valencia
pperez@disca.upv.es

Patricia Balbastre
Profesor de Escuela Univeritaria
Dpto. Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)
Escuela Universitaria de Informática
Universidad Politécnica de Valencia
pbalbastre@disca.upv.es

Resumen

El presente trabajo muestra un sistema que permite al alumno segundo y tercer curso de un titulación media o superior de ingeniería a través de unas prácticas propuestas obtener una visión global sobre el proceso de medida, esto es, desde el ajuste de un sensor, acondicionamiento de la señal, adquisición y procesado digital de la señal. Estas prácticas se han planteado para su realización sobre un banco de células de carga industriales basadas en galgas extensiométricas cuyo circuito de acondicionamiento se describe también en este artículo.

Palabras Clave: Sensores, Amplificadores de instrumentación, procesado digital.

1 INTRODUCCIÓN

Los sensores basados en la variación de la resistencia eléctrica de un dispositivo son probablemente los más abundantes. Ello se debe a que son muchas las magnitudes físicas que afectan al valor de la resistencia eléctrica de un material. En consecuencia, ofrecen una solución válida para numerosos problemas de medida. Un caso particular que se describe en este artículo es la utilización de galgas extensiométricas adheridas a un brazo de acero, formando el conjunto una célula de carga. Mediante el uso de cuatro de estas células de carga, con capacidad máxima de 5 Kg cada una, se ha desarrollado una plataforma de pesaje con cuatro puntos de apoyo que permiten calcular el peso y la posición del objeto sobre ella.

Con este dispositivo sensor, el alumno, puede realizar experimentos de medida, puede de este modo, comprobar desde la respuesta del puente de Wheatstone que forman las galgas y la problemática del ajuste de ganancias y offsets en sensores que como las galgas proporcionan una señal con pequeño rango de tensión y mucha sensibilidad, hasta la digitalización de la señal con una tarjeta de adquisición y su posterior tratamiento digital.

Este artículo se divide en cuatro secciones, en la segunda se describen las células de carga y el sistema de acondicionamiento, en la tercera se describe una aplicación de la que se pueden extraer algunos ejemplos para prácticas, y por último las conclusiones.

2 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE PRÁCTICAS

En la figura 1, puede observarse el aspecto de la plataforma de pesaje. Dado que las células de carga proporcionan únicamente un cambio en su resistencia es necesario hacerles pasar una corriente y medir las diferencias de tensión en las ramas del puente resistivo integrado dentro de cada una de las células de carga, Este cometido lo realiza un circuito de acondicionamiento alimentado por una fuente de alimentación de laboratorio. Por último, puede verse el PC con una tarjeta de adquisición de datos, tipo PC-LAB. Este es un elemento necesario si se desean aplicar técnicas de procesado digital a la medida de las células. En este apartado se describirán los dos primeros elementos.



Figura 1: Entorno de prácticas.

2.1 CÉLULAS DE CARGA

Las células de carga utilizan para medir deformaciones cuatro galgas extensiométricas con una configuración de puente completo (fig. 2). Esta configuración permite aumentar la sensibilidad, estabilidad y linealidad que posee una galga aislada.

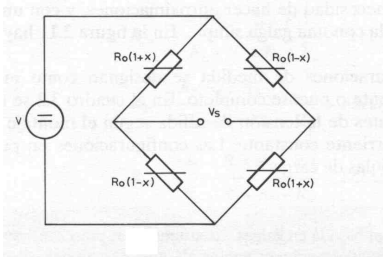


Fig. 2: Puente completo de galgas

La variación de resistencia eléctrica (ΔR) de la galga se debe a los siguientes factores:

$$\Delta R = r \frac{\Delta l}{\Delta A}$$

donde:

- Δl : variación en la longitud..
- ΔA : variación del area.
- ρ : resistividad del material de la galga.

Un detalle de la construcción de las células de carga se puede apreciar en la figura 3.

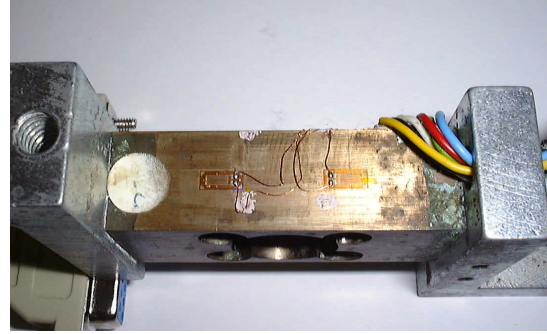


Figura 3: Célula de carga (25 Kg)

2.2 CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO.

Es necesario alimentar las células, por este motivo, la tensión en las ramas del puente resistivo variará en función de características de las galgas y la tensión de alimentación, que debe ser elegida cuidadosamente puesto que una disipación excesiva puede conducir a medidas erróneas. La tensión elegida es de 2.5V que a fondo de escala da una tensión de 5.25 milivoltios, que no es una tensión muy elevada. Por esta razón y por tratarse de señales diferenciales se ha optado por utilizar un amplificador de instrumentación (fig. 4). La tensión de referencia del AOI se puede ajustar para medir el peso en vacío del banco y de esta manera calibrar el conjunto completo.

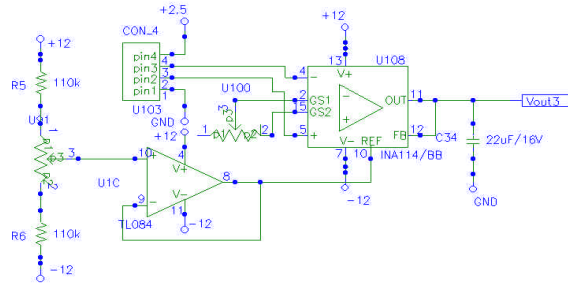


Figura 4: Circuito de acondicionamiento

2.3 ADQUISICIÓN DE DATOS.

Una vez tenemos la señal acondicionada podemos conectarla a un sistema de adquisición de datos para realizar el procesado de las medidas. Dado que el sistema es relativamente voluminoso para ser replicado en cada uno de los puestos de prácticas se propone una alternativa para reducir el número de plataformas. Esta consistiría en disponer de un número inferior al número de puestos y compartir a través de un bus de campo, las medidas adquiridas

por un pequeño sistema de adquisición basado en un microcontrolador. Esta opción exige la existencia de tarjetas de comunicación, (exigible, por otra parte, en un laboratorio de instrumentación). Como se puede observar en la imagen del entorno, (fig. 1), esta preparado para incluirse dentro de la plataforma un microcontrolador que transmita de manera continua las medidas de las cuatro galgas.

3 PRÁCTICAS PROPUESTAS

Se proponen dos prácticas utilizando el banco de células de carga, una primera muy sencilla que consiste en calcular el peso un objeto situado sobre la plataforma, en la que se puede desarrollar un proceso de medida completo, es decir, el alumno entra en contacto con el transductor, con la circuitería de acondicionamiento y por último con el sistema de adquisición de datos. En la segunda práctica se le plantea al alumno el cálculo del centro de gravedad, con el objetivo de calcular la posición de objetos situados sobre la plataforma. Esta tarea tiene aplicaciones industriales directas como puede ser la de recogida de piezas por parte de un brazo robot. A continuación se describen con mayor detalle estas dos prácticas.

3.1 MEDIDA DEL PESO.

Calcular el peso de un objeto, aunque es algo relativamente sencillo, obliga al alumno a realizar una serie de comprobaciones que le clarificarán los conceptos que el alumno tiene sobre el proceso de medida. Los objetivos de esta práctica son los siguientes:

- Análisis de la respuesta de un transductor basado en galgas extensiométricas, la principal dificultad de este punto es la obtención del grado de linealidad de las células de carga
- Importancia del circuito de acondicionamiento, y el amplificador operacional de instrumentación. La principal dificultad es el ajuste del circuito de acondicionamiento dado que el mismo se debe realizar a dos bandas, por una parte la ganancia del circuito que debe ser muy alta y por otra el ajuste de la tara, mediante el offset, este ajuste es muy delicado debido principalmente al factor de ganancia necesario, alrededor de 1000.
- Funcionamiento básico de un sistema de adquisición de datos. En este punto el alumno aprenderá cuales son las características de una tarjeta de adquisición de laboratorio, es decir, en qué consisten las entradas y salidas digitales y analógicas y sobre todo, los parámetros característicos de un convertidor A/D,

resolución, linealidad, errores de cuantización, tensión de fondo de escala, etc.

La práctica consiste alcanzar cada uno de los objetivos propuestos. La primera tarea a realizar por el alumno es el cálculo teórico de la ganancia necesaria para que el fondo de escala de la tarjeta de acondicionamiento coincida con el fondo de escala del convertidor. El alumno deberá disponer de unos conocimientos básicos sobre electrónica y convertidores A/D.

Una vez ajustados los parámetros de la tarjeta de acondicionamiento, esto son: fondo de escala, tara y offset, el alumno estará en disposición de realizar un análisis para verificar el grado de linealización de las células. Este punto se realizará con ayuda de un conjunto de pesas y un multímetro, y se dibujará en una hoja de papel milimetrado los resultados de varios experimentos de pesaje. La pendiente de la recta la podrá utilizar el alumno posteriormente para el cálculo del peso mediante un algoritmo de adquisición y pesaje.

El tercer aspecto de la práctica es la digitalización y la automatización de la toma de medidas, esta parte consiste en la adquisición continuada de las señales de las cuatro células de carga y la aplicación de la fórmula:

$$\sum C_x = P + P_{plancha}$$

,donde:

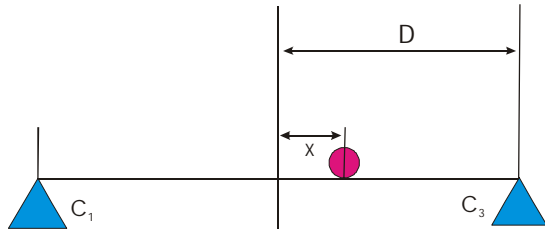
- C_x : Fuerza soportada por cada galga.
- $P_{plancha}$: Tara, o peso en vacío.
- P : Peso a calcular.

Para experimentar con técnicas de procesado se le puede exigir al alumno la aplicación de técnicas de filtrado digitales con el objetivo de realizar una medición más estable e inmune a ruidos y vibraciones ambientales. Este filtrado se puede realizar mediante un filtro de media típico o si el alumno dispone de conocimientos previos de procesado se le puede exigir incluso la aplicaciones de filtros digitales FIR o IIR.

3.2 MEDIDA DE LA POSICIÓN

Los objetivos de esta práctica son similares a la anterior, aunque en este caso se le da un poco más importancia a la programación. La diferencia con la anterior son los objetivos algorítmicos que son un poco más ambiciosos, en este caso, se trata de que el alumno sea capaz de calcular la proyección del centro de gravedad del conjunto plataforma-objeto sobre la plataforma, mediante la agrupación de las galgas en pares, para de este modo, simular dos ejes

de coordenadas (fig. 5). Basándose en la mecánica clásica y suponiendo que la plataforma es rígida, particularizando para un eje se tiene:



$$\begin{cases} C_1 + C_3 = P \\ C_1(D+x) = C_3(D-x) \end{cases}$$

$$(C_1 + C_3)x = D(C_3 - C_1)$$

$$x = \frac{C_3 - C_1}{P} D$$

,donde:

C_i :son las medidas realizadas por las galgas.
 P: peso en conjunto.
 D: la distancia del centro hacia cada una de las células de carga.

Teniendo en cuenta el resultado anterior, y la configuración de las galgas (fig. 5) se obtiene:

$$P = \sum_{i=1}^4 C_i$$

$$x = \frac{C_3 - C_1}{P} D$$

$$y = \frac{C_4 - C_2}{P} D$$

, donde:

x,y: son las coordenadas del objeto con respecto al centro de la plataforma.

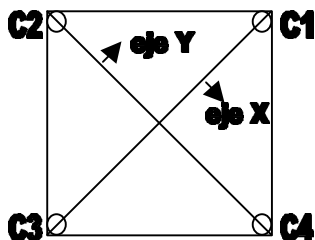


Figura 5: Configuración de los ejes

El apartado de adquisición y cálculo de medidas debe ser más preciso y por tanto se hace también obligatorio, el uso de un filtrado digital. En la figura

6 se puede ver una aplicación de prueba en la que se aplica el algoritmo. No cabe duda de que la utilización de un entorno gráfico aunque aumenta enormemente la motivación del alumno, disminuye la claridad del código y por tanto aumenta la dificultad sin aportar utilidad directa a una asignatura de instrumentación.

En la figura 6 se puede apreciar una aplicación ejemplo desarrollada en Visual C++ para el cálculo de la posición, en esta se observan oscilaciones provocadas artificialmente la mesa sobre la que se apoya la plataforma de pesaje. Como el cálculo de la posición puede ser una medida lenta estas oscilaciones pueden ser fácilmente eliminadas.

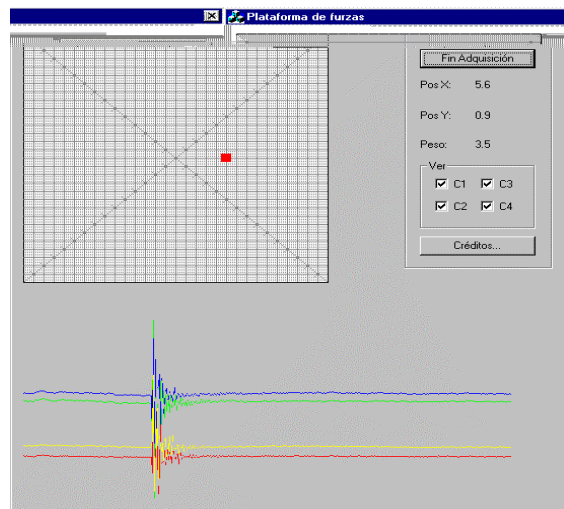


Figura 6: Aplicación ejemplo.

4 CONCLUSIONES.

En este trabajo se ha descrito un entorno adecuado para la realización de prácticas para asignaturas donde la instrumentación y el procesado digital sean aspectos fundamentales. Para aumentar la utilidad didáctica de esta plataforma se han descrito someramente dos prácticas de fácil preparación para el profesor y fácil desarrollo para el alumno.

Un aspecto que no se ha explotado todavía pero que puede dar lugar a numerosas prácticas de instrumentación y procesado es el estudio de vibraciones, dada la alta sensibilidad del banco. Un ejemplo de esta enorme sensibilidad, es la posibilidad que tiene el banco de detectar las oscilaciones. Observese la pequeña oscilación en el cronograma de la pantalla en la figura 6 provocada tras golpear a una distancia de 3 metros la mesa sobre la que se apoya la plataforma. De hecho aumentando la amplificación se puede conseguir un

efecto de micrófono, al recoger las variaciones de presión sonora sobre la plataforma.

Referencias.

- [1] “Instrumentación. Transductores e interfaz”. B.R. Bannister y D.G. Whitehead. Addison-Wesley Iberoamericana.
- [2] “Diseño de módulo de sensorización mediante galgas extensiométricas para robot móvil”. Proyecto fin de carrera. Miguel Albero Gil. Junio 2000.
- [3] “INA 114 Precision Instrumentation Amplifier” Data Book Burr-Brown.
- [4] “Catálogo de células de carga”, Pibernat 1999.
- [5] “Digital signal processing”, Murat Kunt. Ed. Artech House.