

PROTOTIPO DE CIRCUITO PARA MEDICIÓN DE PESO CON AUTO CERO

Fernández Torres, Martín Abraham (1), Castro Sánchez, Rogelio (2)

¹[Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica] | [ma.fernandeztorres@ugto.mx]

²[Departamento de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [castro@ugto.mx]

Resumen

El este trabajo se presenta el diseño y elaboración de una báscula electrónica con el uso de una celda de carga, un módulo Hx711, además de un control por medio de una tarjeta digital programable. Se parte desde el diseño de la estructura sobre la cual se soportará la celda de carga, fabricado principalmente de MDF. Se diseñó un circuito para la alimentación del prototipo, así como la integración de dos botones para hacer uso de las funciones del prototipo. Dentro de la programación se incluyen las diferentes rutinas que ayudaran a la comunicación de la tarjeta digital programable con el módulo Hx711, así como la programación de las diferentes funciones con las cuales constara el prototipo final. El resultado de todo esto es una báscula digital, con una calibración automática de cero al inicio de su operación, así como la opción de recalibrar por medio de la acción de un botón. Contiene el manejo de unidades del sistema internacional de medidas y del sistema inglés de medidas, un ajuste automático para unidades (g – kg, oz - lb), así como una alarma en caso de sobrecarga.

Abstract

In the following document it is presented the design and elaboration of an electronic scale. It was made with a load cell, an Hx711 module and a programmable digital card for the control of the system. The first step was the design of the structure, which is where the load cell is embed, it was made with MDF. It was designed a power circuit, which contains two push buttons for the distinct functions of the prototype. In the programming of the digital card it is included the different routines for communication with the module Hx711. The result is a digital scale, with an automatic calibration at the beginning of the operation, with an option to re-calibrate by the action of a push button. It is capable to use units from the International System of measurements and from the English System of measurements. It has an automatic unit adjust (g – kg, oz - lb). And finally, it has an overload alarm.

Palabras Clave

Báscula; Galga Extensiométrica; Hx711; Puente de Wheatstone, Celda de Carga

INTRODUCCIÓN

Básculas

Una báscula es un instrumento que sirve para determinar el peso de un objeto [1], en general contiene una plataforma horizontal para colocar el objeto que se quiere pesar. Las básculas se pueden ser de diversos tipos como se muestra en la IMAGEN 1.



IMAGEN 1: Diversos Tipos de Básculas.

Cada una de las básculas mencionadas anteriormente tiene elementos que convierten una deformación, una fuerza aplicada, un desequilibrio, en una señal medible en una escala o en una señal eléctrica. A continuación se mencionarán dos aplicaciones con transductores lineales, así como la estructura básica de un sistema de medición.

Marco Teórico

Sistema de Medición

Un sistema de medición consiste en varios elementos o bloques como se muestra en la IMAGEN 2. De forma general se puede identificar cuatro tipos de elementos, sin embargo, en algunos sistemas de medición algún elemento puede faltar o aparecer más de una vez [2]. Estos cuatro elementos son: sensor, acondicionador de señal, procesador de señal y presentación de datos.

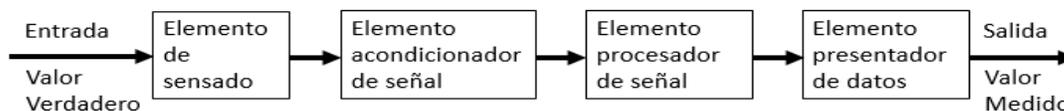


IMAGEN 2: Estructura general de un sistema de medición.

Transductor y Actuator

Cuando se requiere convertir una variable física como: temperatura, presión, sonido, intensidad lumínica, humedad, peso, etc., en una variable eléctrica se requiere de un elemento transductor o un sensor. Para el

proceso contrario, cuando se convierte una variable eléctrica en una variable física se hace uso de un actuador [3].

Transformador Diferencial Variable Lineal

Un transformador diferencial variable lineal (LVDT por sus siglas en inglés) es un dispositivo que tiene un embobinado primario y dos secundarios acoplados magnéticamente por un núcleo móvil. La señal de entrada en el primario es periódica y sinusoidal, además la frecuencia puede estar en el rango de audio 20 Hz a 20 KHz. La señal de salida es la diferencia de las dos señales inducidas en sus secundarios. El símbolo y la disposición básica del LVDT se muestran en la IMAGEN 3 y la amplitud de salida V_{SAL} inducida depende del acoplamiento de flujo entre las bobinas [4].

El sensor mostrado en la Imagen 4 es comprendido de un resorte y un LVDT. Dentro del rango lineal del sensor, el LVDT producirá un voltaje, el cual es proporcional a la fuerza o peso aplicado.

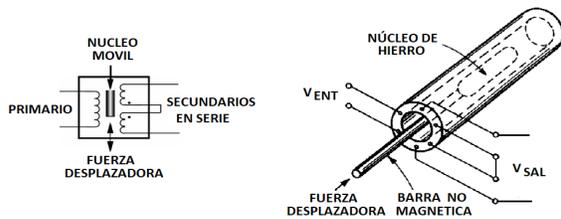


IMAGEN 3: Diagrama de circuito de un LVDT.

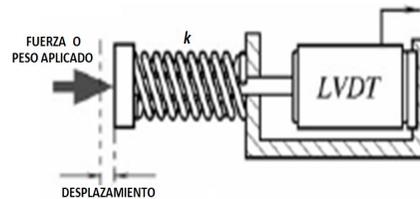


IMAGEN 4: LVDT y resorte con fuerza aplicada.

Existen otras técnicas utilizadas para la detección del peso de un objeto, pero una de las más utilizadas es la utilización de dispositivos que varían su resistencia al aplicarse esfuerzos de compresión o elongación a barras que tienen pegadas estos dispositivos en su superficie.

Galga Extensiométrica

Una galga extensiométrica es un transductor cuya resistencia cambia al aplicarse un esfuerzo o deformación en una celda de carga (IMAGEN 5). Las galgas extensiométricas se conectan a un puente de Wheatstone como una cuarta parte de un puente, como medio puente o como puente completo (IMAGEN 6).

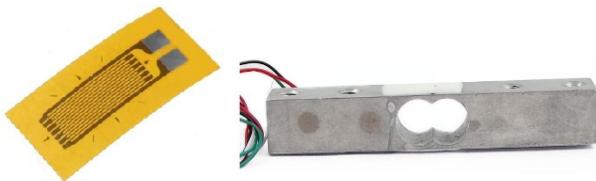


IMAGEN 5: Ejemplo de una galga extensiométrica y una celda de carga.

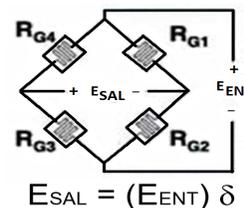


IMAGEN 6: Puente de Wheatstone, E_{ent} = voltaje de alimentación del puente, E_{sal} = voltaje de salida y R_{Gx} = galga extensiométrica

Al colocar 4 galgas extensiométricas en una configuración de puente de Wheatstone (IMAGEN 6), dentro de una celda de carga, el voltaje de salida será máximo en comparación con un puente con dos o una galga. δ es la variación de la resistencia en cada galga [5].

Entonces el método seleccionado para este proyecto utilizará un puente de Wheatstone con cuatro galgas extensiométricas pegadas a una celda de carga y alimentado por un voltaje de dc.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

En la Imagen 8 se muestran el módulo HX711 convertidor Analógico Digital de 24 bits de AVIA SEMICONDUCTOR diseñado para balanzas de peso y aplicaciones de control industrial para interactuar directamente con un sensor de puente. El amplificador tiene una ganancia programable (PGA con selección de dos velocidades de datos, 10SPS y 8 SPS, se alimenta con 2.6V-5.5V/1.5 mA y su rango de temperatura está entre -40°C y 85°C. [6]. Este módulo es conectado a la salida de la celda de carga para el procesamiento digital por medio de la Arduino UNO y la exhibición de la información proporcional al peso de una muestra.



IMAGEN 8: Módulo Hx711, Exhibidor, Celda de carga con 4 galgas extensiométricas, conectores y módulo Arduino UNO.

MÉTODO

Diseño de Circuito / Diseño de Estructura

En la Imagen 9 se muestra la simulación con software Proteus en él se muestra el puente de Wheatstone, el módulo Hx711, tarjeta digital Arduino UNO, la pantalla de exhibición y los dos botones que nos servirán para calibrar la báscula y para realizar el cambio de unidades. En la Imagen 10 se muestra la estructura de MDF.

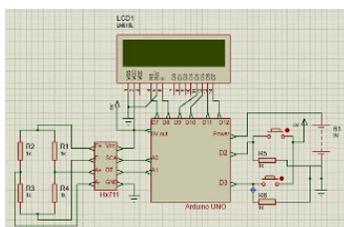


IMAGEN 9: Diagrama esquemático de circuito electrónico

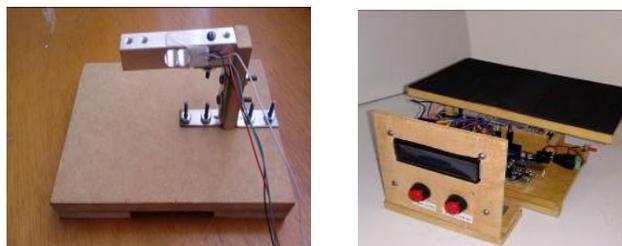


IMAGEN 10: Celda de carga en cantiliver y vista frontal de la báscula.

Calibración y obtención de factor de escala

Para la obtención del factor de escala se sometió al sistema a un peso previamente verificado de 4 kg. Se promediaron 10 valores arrojados por el ADC y el resultado se dividió entre el peso utilizado (4000 g), dando un Factor de Escala igual a 326.37085. Este factor de escala arrojará resultados en unidades de gramos, para unidades del Sistema Ingles se realiza un proceso similar.

Tabla 1: Pruebas con diferentes pesos, respuesta en cambio de voltaje y valor obtenido en el ADC.

Peso (kg)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Valor salida (mV)	0.40	0.75	1.00	1.40	1.74	2.00	2.40	2.65	3.00
Salida ADC	290.4	164773.9	343960.0	491942.0	680150.4	818822.4	982200.7	1144782.6	1305483.4

En la Tabla 1 se muestra el voltaje en la salida del puente de Wheatstone y el valor entregado por el ADC obtenidos por la aplicación de diferentes muestras. Al conocer el rango de estos valores, se seleccionó dentro una ganancia de 128 en el amplificador del módulo HX711.

Programación de tarjeta digital (Arduino UNO)

El código 1 de la programación del Arduino contiene dos interrupciones. Cada interrupción está conectada a un push button, los cuales servirán para que estas sean activadas. Una interrupción realiza un cambio de unidades, de g- kg a oz-lb. Mientras la otra agrega un offset al valor de entrega. El código 2 muestra el condicional para detectar una sobrecarga en la báscula y el código 3 podemos observar una condición para que el valor mostrado en el display sea auto rango y selección de unidades.

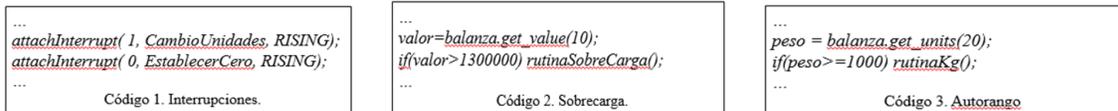


IMAGEN 12: Fragmentos de código relevantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez obtenido el factor de escala, se procedió a realizar varias pruebas con diferentes pesos ya conocidos obteniéndose el valor en voltaje en la salida del puente de Wheatstone y el valor que entrega el convertidor analógico-digital a la tarjeta digital programable. Los resultados son iguales a los mostrados en la Tabla 1.

CONCLUSIONES

La realización de este prototipo para la medición de peso es un paso para comprender mejor los sistemas de medición con múltiples funciones, los cuales ya no solo se enfocan a entregar un resultado, sino también a manipularlo y evaluarlo. Como trabajo a futuro, para que las lecturas en rango de gramos y onzas sea más estable es recomendable cambiar la estructura por una de metal más rígido. Por otro lado también se propone contemplar la construcción de una carcasa de protección para que el circuito electrónico sea a prueba de derrame de algún líquido.

AGRADECIMIENTOS

El autor Martín Abraham Fernández Torres agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato, a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca por su apoyo en la infraestructura brindada. De igual manera se agradece al Dr. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo Teórico-técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2014). «báscula». Diccionario de la lengua española (23.ª edición).
- [2] JHON P. BENTLEY (2005). Principles of Measurement System (4ta Edición). Teesside. PEARSON Prentice Hall.
- [3] ERNEST E. DOEBELIN (2005). Sistemas de medición e Instrumentación (5ta Edición). McGraw-Hill.
- [4] TOBEY G.E., GRAEME J. G., HUELSMAN L. P., Operational Amplifiers Design and Applications; McGraw-Hill Kogakusha, 1979.
- [5] JACOB FRADEN (2010). Handbook of modern sensors (4ta Edición). New York. Springer
- [6] AVIA Semiconductor. Hx711 Datasheet.