

Laboratorio Caracterización Galga Extensiométrica

Juan Sebastián Herrán Páez & Neyder Alberto Vargas Guerrero

I. RESUMEN

En este informe se presenta el proceso de caracterización y diseño de una báscula utilizando una galga extensiométrica. En la primera fase del laboratorio, se llevó a cabo la caracterización de la galga extensiométrica adquirida en el mercado, donde se determinaron sus principales características eléctricas y mecánicas. Posteriormente, se diseñó un puente de Wheatstone de un cuarto y se realizaron mediciones para determinar el rango de resistencia de la galga. Luego, se procedió al diseño y construcción de la báscula, utilizando una o varias galgas extensiométricas y un circuito de Arduino. Se consideraron aspectos como la amplificación de la señal y la precisión de las mediciones. Finalmente, se realizaron pruebas para validar el diseño propuesto, utilizando pesos conocidos para establecer la precisión y exactitud del sistema. Los resultados obtenidos demostraron la viabilidad del diseño propuesto y su capacidad para proporcionar mediciones precisas y confiables de peso.

II. INTRODUCTION

EN Este informe se presenta el proceso detallado de caracterización de una galga extensiométrica adquirida en el mercado, así como el diseño y construcción de una báscula utilizando dicha galga. La galga extensiométrica es un sensor de deformación ampliamente utilizado en diversas aplicaciones de ingeniería y metrología para medir la tensión, carga o peso aplicado a un objeto. Su principio de funcionamiento se basa en la variación de la resistencia eléctrica de un material conductor cuando se somete a una deformación mecánica.

El objetivo principal de este proyecto es llevar a cabo un análisis exhaustivo de las características eléctricas y mecánicas de la galga extensiométrica, así como diseñar e implementar una báscula que utilice este sensor para la medición precisa y confiable de pesos. Para lograr este objetivo, se llevarán a cabo diferentes etapas, que incluyen la caracterización de la galga, el diseño y montaje de un puente de Wheatstone de un cuarto para medir la resistencia de la galga, y finalmente, el diseño y construcción de la báscula utilizando un circuito de Arduino.

Este informe proporcionará una descripción detallada de cada una de estas etapas, incluyendo los procedimientos experimentales utilizados, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Además, se incluirán simulaciones en software y parámetros de diseño relevantes para respaldar el desarrollo del proyecto. El conocimiento adquirido a través de este proceso permitirá comprender mejor el funcionamiento de las galgas extensiométricas y su aplicación en sistemas de medición de peso, así como la implementación práctica de

estos conceptos en un proyecto real.

III. MATERIALES

- **Galga Extensiométrica:** Sensor de deformación utilizado para medir la tensión, carga o peso aplicado a un objeto.
- **Arduino Uno:** Plataforma de prototipado electrónico de código abierto que se utiliza para la implementación del circuito de la báscula.
- **Placa de Prototipado:** Placa de circuito impreso para realizar conexiones temporales entre los componentes electrónicos.
- **Amplificador Operacional LM741:** Componente electrónico utilizado para amplificar la señal de salida del puente de Wheatstone.
- **Resistencias de Precisión:** Resistencias utilizadas para ajustar el puente de Wheatstone y proporcionar una referencia de voltaje estable.
- **Cables de Conexión:** Cables eléctricos para realizar conexiones entre los diferentes componentes del circuito.
- **Fuente de Alimentación:** Fuente de alimentación de corriente continua para alimentar el circuito de la báscula y los componentes electrónicos.
- **Pantalla LCD:** Pantalla de cristal líquido utilizada para mostrar la lectura de peso en la báscula.
- **Células de Carga:** Sensores de peso utilizados en la báscula para medir la carga aplicada.
- **Componentes de Montaje:** Soportes, tornillos y tuercas para montar y ensamblar los componentes de la báscula.

IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Caracterización de la Galga Extensiométrica:

- **Montaje del Circuito:** Se configuró el montaje experimental utilizando la galga extensiométrica que ya

cuenta con una configuración de puente de Wheatstone. Se conectaron los terminales de la galga al circuito del puente de Wheatstone, asegurándose de seguir las indicaciones del fabricante respecto a la conexión de los cables.

A continuación se muestra como son las conexiones de la galga y sus salidas.



Fig. 1: Conexiones galga

- **Conexión del Módulo HX711:** Se procedió a conectar el módulo HX711 al circuito del puente de Wheatstone. El módulo HX711 actúa como un amplificador y convertidor de señal analógica a digital (ADC). Se conectaron los pines de datos y reloj del módulo HX711 a los pines adecuados del puente de Wheatstone para la lectura de la señal.
- **Calibración del Módulo HX711:** Antes de realizar las mediciones, se calibró el módulo HX711 utilizando pesos conocidos. Se aplicaron pesos conocidos sobre la báscula y se registraron las lecturas de la señal de salida del módulo HX711. Estas lecturas se utilizaron para determinar el factor de escala y el sesgo del módulo HX711, garantizando una medición precisa del peso.

El montaje de la Fig 3 es la parte practica realizada en el laboratorio con los materiales descritos anteriormente. De igual forma, también se tiene una bascula que se utiliza para poder hacer efectivo el laboratorio y comparar los datos obtenidos.

Así mismo, medimos la salida del controlador HX711 con una sonda de osciloscopio, obteniendo como resultado en la pantalla del osciloscopio la siguiente señal Fig 4.

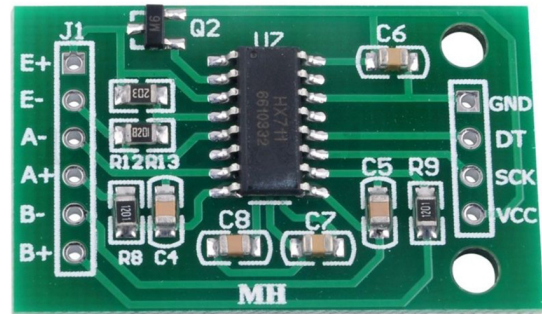


Fig. 2: Controlador HX711

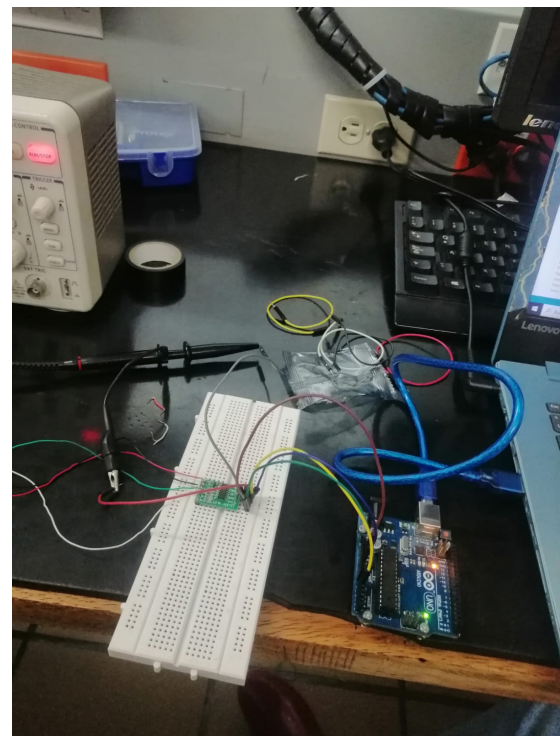


Fig. 3: Montaje con protoboard, sensor de peso y arduino

Codigo utilizado para la recolección de datos e impresión del peso medido por el sensor de peso

```
#include <HX711.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define DOUT A1
```

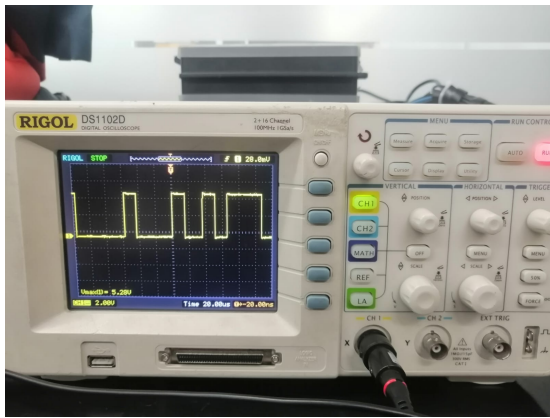


Fig. 4: Señal obtenida por el osciloscopio

```
#define CLK A0

HX711 balanza(DOUT, CLK);

//Crear el objeto lcd direccion
0x27 y 16 columnas x 2 filas
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //

//Variables para calibracion
int Peso_conocido=1;//493 gramos

//funciones
void Calibrar(void);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  // Inicializar el LCD
  lcd.init();

  //Encender la luz de fondo.
  lcd.backlight();

  Calibrar();
  Serial.println("Listo para pesar");
}

void loop()
{
  float peso = balanza.get_units(10);
  if(peso<1) peso=peso*-1;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Peso:");
  lcd.setCursor(5, 0);
  lcd.print(peso,1);
  lcd.print(" g");
  Serial.print("Peso: ");
  Serial.print(peso, 1);
  Serial.println(" g");
}
```

```
delay(50);
}

void Calibrar(void)
{
  float escala;
  float medicion;
  balanza.set_scale();
  //La escala por defecto es 1
  balanza.tare(20);
  //20 mediciones

  for(int i=3;i>=0;i--)
  {
    lcd.print("Coloque el peso");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(i);
    medicion=balanza.get_value(20);
    //20 mediciones
    lcd.clear();
  }

  for(int i=3;i>=0;i--)
  {
    lcd.print("Retire el peso");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(i);
    delay(1000);
    lcd.clear();
  }

  escala=medicion/Peso_conocido;
  balanza.set_scale(escala);
}
```

- **Medición de la Respuesta:** Se realizaron mediciones de peso utilizando la báscula construida con la galga extensiométrica y el módulo HX711. Se registraron las lecturas de peso proporcionadas por el módulo HX711 y se compararon con los pesos conocidos obtenidos de una báscula o gramera. Esto permitió evaluar la precisión y exactitud del sistema en la medición del peso.

Se analizaron los datos obtenidos para determinar la sensibilidad y linealidad del sistema en respuesta a la variación de peso aplicado. Se evaluó la calidad de las mediciones realizadas por la báscula y se tomaron medidas correctivas si fuera necesario.

V. ANALYSIS

Partiendo del montaje, se tiene una galga extensiométrica que internamente tiene un puente de Wheatstone, por lo cual no es necesario diseñar un puente. De acuerdo con la Fig 1, se conecta la galga con el controlador HX711, un paso importante para la práctica, porque sin este componente no se puede obtener una medición efectiva para la galga.

TABLE I: Comparación de Pesos entre la Gramera y la Galga

| Peso Gramera (g) | Peso Galga (g) |
|------------------|----------------|
| 3.37 | 3.2 |
| 9.92 | 9.1 |
| 16.8 | 16.2 |
| 23.65 | 22.5 |
| 32.07 | 33.9 |
| 40.05 | 45.8 |
| 53.92 | 58.3 |
| 70.91 | 70.9 |
| 89.95 | 87.5 |
| 110.7 | 112.2 |
| 132.8 | 130.4 |
| 140.8 | 135.6 |
| 166.4 | 167.5 |
| 189.7 | 191.2 |
| 209.3 | 211.4 |
| 239.2 | 233.8 |
| 250.1 | 256.2 |
| 263.1 | 272.8 |
| 273.8 | 274 |
| 289.2 | 293 |

manera esperada, puesto que sin el controlador se obtenía una señal de milivoltios y no se podía medir, pues la sensibilidad del sensor era demasiado inestable.

Para la curva característica, podemos observar que la ecuación de tendencia lineal es $y = 1.0089x - 0.1715$, donde y representa el peso medido por la gramera y x representa el peso medido por la galga.

El coeficiente 1.0089 indica que, en promedio, el peso medido por la galga es aproximadamente un 0.89% mayor que el medido por la gramera. El término -0.1715 representa una corrección adicional al peso medido por la galga.

Para analizar el comportamiento y el error, podemos calcular la diferencia entre los pesos medidos por la gramera y la galga, para los datos de la tabla obtenida. Luego, podemos calcular el error relativo porcentual entre estos valores y observar su comportamiento.

Al comparar los errores relativos porcentuales para cada punto de datos, podemos determinar el grado de precisión de la medición de la galga en comparación con la gramera. Un error relativo porcentual bajo indicaría una buena precisión, mientras que un error alto indicaría una precisión deficiente.

El error relativo porcentual se puede calcular con la fórmula:

$$\%Error = \left| \frac{\text{Peso gramera} - \text{Peso galga}}{\text{Peso galga}} \right| \times 100\%$$

$$\text{PromedioERP} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \text{ERP}_i$$

Sumando los valores de ERP y dividiendo por 20:

$$\text{PromedioERP} \approx \frac{70.5624}{20}$$

$$\text{PromedioERP} \approx 3.5281\%$$

VI. CONCLUSION

Se puede recalcar la importancia del controlador HX711 utilizado para obtener una señal digital y amplificar la salida de la galga extensiométrica. Se intento medir la salida del sensor de peso sin el controlador pero fue un completo fracaso, pues la inestabilidad de la sensibilidad del sensor no permitía medir el voltaje de una manera correcta. suceso que no paso utilizando el controlador, pues se podía medir de una manera más fácil y eficaz.

La facilidad para leer la respuesta del controlador con el ArduinoUno, nos permite ver la salida impresa en la aplicación de Arduino para así poder recolectar los datos correctamente y proceder con la práctica.

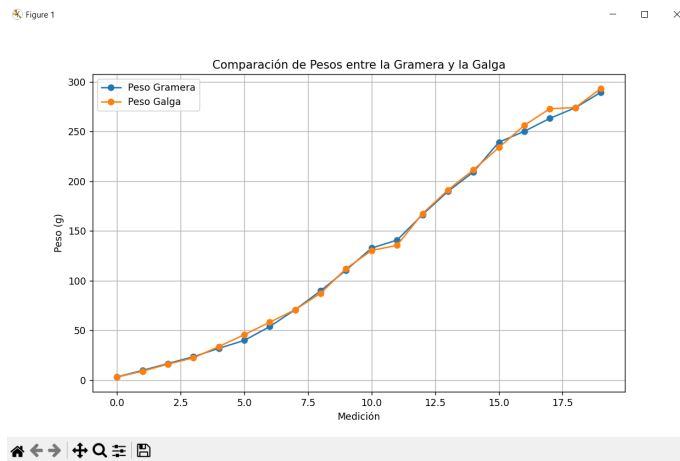


Fig. 5: Comparación datos gramera y datos galga

Finalmente el controlador se conecta con el arduino, ya que el arduino lee la salida digital obtenida del controlador y a su vez imprime los datos en unidades de peso (gramos)

En cuanto a la señal obtenida por el osciloscopio, se puede observar claramente que tiene la forma de una señal digital. Igualmente se puede ver como se amplifica la señal de la



Fig. 6: Curva característica de la Galga vs La bascula

Para la comparación de los pesos entre la gramera y la galga, se puede ver en la gráfica obtenida que tienen una desviación baja, y esto nos permite ver que el error entre los datos no será muy grande.

El ERP obtenido es considerablemente aceptable, debido a que el error es de un 3.5281%, su precisión no es perfecta, pero no varía demasiado. Para una aplicación donde no se necesite una precisión muy alta podría ser útil.

En resumen, se obtuvo el resultado esperado y la práctica aunque se repitió al final se logró cumplir con la caracterización del sensor de presión y así satisfacer el objetivo principal.