

**Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos I**

**PRÁCTICA # 4
“MEDICIÓN DE FUERZA CON GALGAS EXTENSIONOMÉTRICAS”**

OBJETIVOS:

- Usar una celda de carga para medición de fuerza aplicada por medios electrónicos (módulo HX711 y Arduino).
- Entender el principio de funcionamiento de la galga extensiométrica en una celda de carga y sus diferentes configuraciones
- Caracterizar la respuesta en estado estable del sistema de medición (análisis de histéresis, linealidad, sensibilidad, etc)
- Comparar las mediciones hechas con una celda de carga industrial versus una balanza electrónica de bajo costo.

EQUIPOS:

- Celda de carga LCPB-100
- Pesos calibrados y portapesos ó dinamómetro de resorte
- Balanza electrónica
- Tarjeta Arduino UNO
- Módulo lector de celdas de carga HX711
- Cables y soportes

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

PARTE A

- 1) Instalar la librería “HX711 master”. Realizar las conexiones que se indican en la figura 1.
- 2) Montar la celda de carga de tal forma que buena parte de esta quede en voladizo y exista suficiente espacio para la aplicación de fuerzas con los pesos calibrados o con el dinamómetro
- 3) Aplicar pesos/fuerzas de forma ascendente hasta el valor máximo que le permita el dinamómetro o conjunto de pesos calibrados sin exceder las especificaciones de la celda de carga, luego aplicar las mismas cargas de forma descendente hasta regresar a cero y llenar los datos en la tabla 1.

PARTE B

- 4) Realizar los tres experimentos simulados propuestos en el siguiente link <http://sl-coep.vlabs.ac.in/StrainGuage/Aim.html?domain=Electrical%20Engineering&lab=Sensor%20Lab> (ver figura 2)
- 5) Llenar las tablas 2, 3 y 4, adjuntar las gráficas obtenidas.

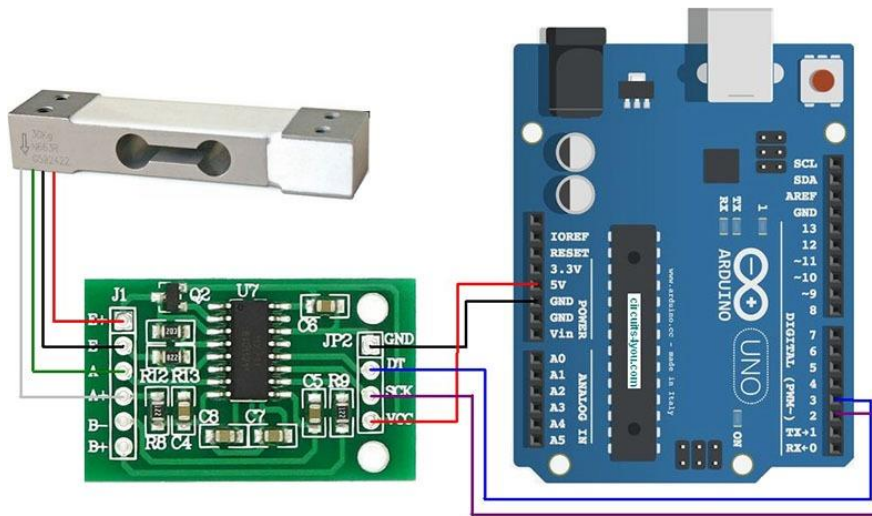


Figura 1. Diagrama de conexión de celda de carga, módulo HX711 y Arduino UNO.

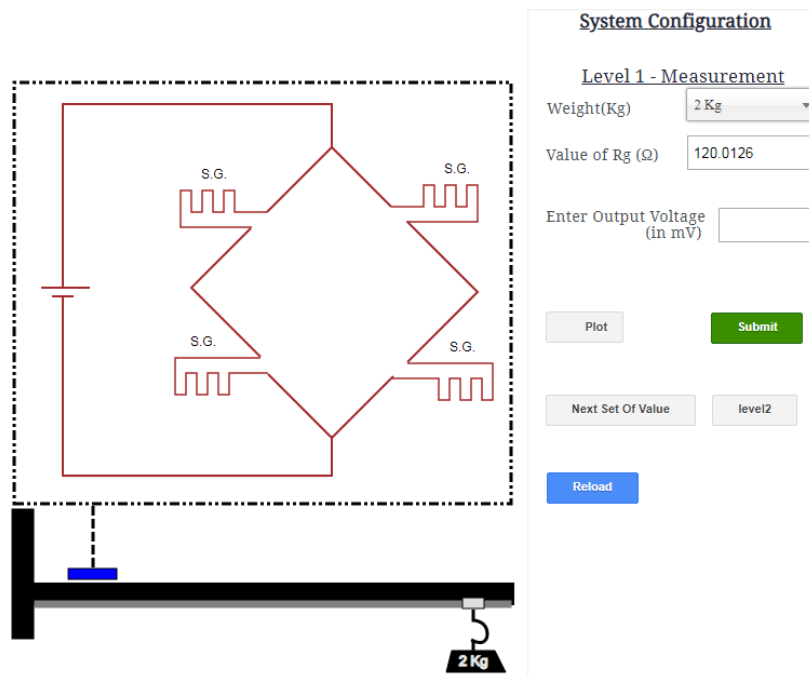


Figura 2. Simulador de puente completo

CÁLCULOS:

$$Fuerza = m * g$$

Ecuación 1

Donde:

m = carga aplicada [kg]

g = aceleración local de la gravedad [m/s²]

$$\%h_{m\acute{a}x} = \frac{h_{m\acute{a}x}}{\text{rango de salida}} \times 100\%$$

Ecuación 2

Dónde:

%h_{máx} = porcentaje máximo de error de histéresis

h_{máx} = error de histéresis máximo (mV/V)

Rango de salida = valor máximo – valor mínimo de salida del sensor

$$\%l_{m\acute{a}x} = \frac{l_{m\acute{a}x}}{\text{rango de salida}} \times 100\%$$

Ecuación 3

Dónde:

%h_{máx} = porcentaje máximo de error de linealidad

h_{máx} = error de linealidad máximo (mV/V)

Rango de salida = valor máximo – valor mínimo de salida del sensor

TABLAS DE DATOS Y RESULTADOS:

Canal utilizado en la HX711:

Masa aplicada [kg]	Fuerza aplicada Fa [N]	Byte	Salida de puente [mV]	Balanza Electrónica [Kg]

Tabla 1. Datos y Resultados, experimento A

L = 16 cm		
Masa aplicada [kg]	Rg [Ω]	Salida de puente [mV]

Tabla 2. Experimento B, nivel 1

M = _____ [Kg]	
Distancia [cm]	Salida de puente [mV]

Tabla 3. Experimento B, nivel 2

Rg@20°C _____ [Ω]	
Temperatura [°C]	Rg [Ω]

Tabla 4. Experimento B, nivel 3

ANÁLISIS Y RESULTADOS:

- Graficar la fuerza aplicada de acuerdo a los pesos calibrados (eje X) versus las lecturas de la celda de carga (eje Y). Analice los tipos de error presentes, factores de corrección, rango, precisión, etc
- Tabule las diferencias por errores de histéresis y linealidad, exprese luego ambas como un porcentaje de la escala de salida (%FSO).
- Grafique la fuerza aplicada de acuerdo a los pesos calibrados (eje X) versus los porcentajes de errores por histéresis y linealidad (eje Y).
- Realice las mismas gráficas y análisis para la balanza electrónica.
- Obtener las gráficas de salida del puente (mV) en función del peso aplicado, la distancia de aplicación del peso, y de la temperatura en el simulador para las siguientes configuraciones

PREGUNTAS EVALUATIVAS

- 1) ¿Cómo diseñaría el experimento para determinar la repetitividad y con qué cálculos la representaría
- 2) De no contar con el sistema de adquisición de datos profesional o el módulo HX711 ¿cómo leería acondicionaría la señal para poder ser leída en una tarjeta de microcontrolador o PLC?
- 3) ¿Cuál es la diferencia entre una galga extensiométrica y una celda de carga?
- 4) ¿Por qué conviene corregir el error de desfase u “offset” de la salida del puente vía hardware en lugar de software?
- 5) Enliste los pasos básicos para la instalación de una galga extensiométrica sobre una superficie de aluminio.