



**Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería
Campus Zacatecas**



Ingeniería Mecatrónica

Tópicos avanzados de sensores

Grupo: 3MM7

Práctica 4. Sensor de presión.

Alumnos:

Jesús Aldair García Saucedo

Jesús Alfredo Juárez Madera

Docente: Ramón Jaramillo Martínez

Objetivo.

Comprender el funcionamiento de un sensor de presión y temperatura desarrollado con tecnología MEM's.

Investigación previa.

1. Funcionamiento de los sensores de presión analógicos.

Estos sensores mecánicos traducen presión en movimiento físico de manera que, cuando existe un cambio de presión, un elemento indicador mecánico es desplazado proporcionalmente.

Algunos de los problemas con este tipo de sensores son:

- El tamaño tiene que ser mayor por la naturaleza mecánica.
- Diseñados para aplicaciones particulares.
- Posibilidad de falla o imprecisión por el desgaste de las partes mecánicas.

2. Definiciones.

- Presión manométrica. Medida de presión respecto a la presión atmosférica. Ejemplo de sensor: BOSCH BMP582
https://www.mouser.mx/datasheet/2/783/bst_bmp581_ds004-2950309.pdf
- Presión absoluta. Medida de la presión respecto al vacío absoluto. Ejemplo de sensor: Honeywell PX3AN2BS250PAAAX
https://www.mouser.mx/datasheet/2/187/HWSC_S_A0008510651_1-3073131.pdf
- Presión relativa normalizada. Medición de la presión respecto a otra fija. Ejemplo de sensor: Amphenol All Sensors
https://www.mouser.mx/datasheet/2/18/1/DS_0376_Rev_A-1955347.pdf
- Presión diferencial. Es determinada con la diferencia entre dos presiones variables. Ejemplo de sensor: TDK ICP-10100
https://product.tdk.com/system/files/dam/doc/product/sensor/pressure/capacitive-pressure/data_sheet/ds-000186-icp-101xx.pdf

3. Sensor MPL3115A2.

- Tipo de comunicación: I2C.
- Niveles de voltaje: 1.95 V A 3.6 de alimentación (regulado internamente). 1.6 Va 3.6 V en la interfaz digital.
- Rango de operación: -40 °C hasta 85 °C.
- Resolución:
 - Presión: 20 bits (Pascales).
 - Altitud: 20 bits (metros).
 - Temperatura: 12 bits (grados Celsius).

4. Aplicaciones en automóviles.

Los sensores de presión en presión se utilizan en los automóviles, algunas de las aplicaciones son:

- Frenado hidráulico.
- Dirección hidráulica.
- Optimizado de mezcla aire-combustible.
- Verificación de sellado del convertidor catalítico.
- Presión de fluidos críticos.
- Monitoreado de recirculación de gases de escape.
- Activado de bolsas de aire más rápido.

5. Unidades de medida de la presión atmosférica.

- Atm (1).
- Pascal (101325).
- PSI (14.69595).
- Bar (1.013250).
- mmHg (760).

Desarrollo.

Punto 1

Para obtener la presión, temperatura y altitud, se utilizó el siguiente código.



```
sketch_apr11a Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sketch_apr11a $
void setup() {

    Serial.begin(9600);
    while(!Serial);
    Serial.println("Adafruit_MPL3115A2 test!");

    if (!baro.begin()) {
        Serial.println("Could not find sensor. Check wiring.");
        while(1);
    }

    // use to set sea level pressure for current location
    // this is needed for accurate altitude measurement
    // STD SLP = 1013.26 hPa
    baro.setSeaPressure(1013.26);
}

void loop() {
    float pressure = baro.getPressure();
    float altitude = baro.getAltitude();
    float temperature = baro.getTemperature();

    Serial.println("-----");
    Serial.print("pressure = "); Serial.print(pressure); Serial.println(" hPa");
    Serial.print("altitude = "); Serial.print(altitude); Serial.println(" m");
    Serial.print("temperature = "); Serial.print(temperature); Serial.println(" C");

    delay(250);
}
```

Ilustración 1. Código de conexión con sensor

Con ayuda de la página de la estación meteorológica de la NASA, se obtuvieron los siguientes datos para un día de mediciones de viento.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3	Dates (month/day/year): 03/01/2023 through 03/02/2023										
4	Location: Latitude 22.7839 Longitude -102.6161										
5	Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 2139.84 meters										
6	The value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability range: -999										
7	Parameter(s):										
8	PS	MERRA-2 Surface Pressure (kPa)									
9	WS10M	MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters (m/s)									
10	WS10M_MIN	MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Minimum (m/s)									
11	WS10M_MAX	MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Maximum (m/s)									
12	WS10M_RANGE	MERRA-2 Wind Speed at 10 Meters Range (m/s)									
13	WD10M	MERRA-2 Wind Direction at 10 Meters (Degrees)									
14	RH2M	MERRA-2 Relative Humidity at 2 Meters (%)									
15	QV2M	MERRA-2 Specific Humidity at 2 Meters (g/kg)									
16	-END HEADER-										
17	YEAR	MO	DY	PS	WS10M	WS10M_MIN	WS10M_MAX	WS10M_RANGE	WD10M	RH2M	QV2M
18	2023	3	1	78.87	5.36	3.04	6.95	3.91	254.81	34.25	4.88
19	2023	3	2	78.59	7.95	4.59	12.09	7.5	245.44	41.75	5
20											
POWER Point Daily 20230301 2023											

Ilustración 2. Datos NASA

Con la siguiente fórmula se obtiene la densidad del aire a partir de los datos arrojados por el sensor.

$$D = \frac{M * P}{R * T}$$

Donde M es la constante 0.02896 (aire seco), P es la presión en Pascales, R es la constante 8.314 (gas ideal) y T la temperatura en Kelvin.

La densidad del aire se obtuvo nuevamente con la fórmula CIMP-2007.

3.1 Versión simplificada de la fórmula CIMP-2007, versión exponencial

La fórmula del CIMP-2007 puede ser expresada de manera simplificada mediante la siguiente fórmula [4],

$$\rho_a = \frac{0.34848p - 0.009h_r \exp(0.061t)}{273.15 + t} \quad (2)$$

donde,

ρ_a densidad de aire en kg m^{-3}

p presión barométrica en hPa

h_r humedad relativa de aire en %

t temperatura de aire en °C

Ilustración 3. Fórmula CIMP-2007

Densidad del aire	
Fórmula gas ideal	Fórmula CIMP-2007

0.88639	0.88039
---------	---------

Como se puede ver, los datos son casi iguales por lo que se puede decir que el sensor da mediciones confiables.

Después se midió la presión dentro y fuera de un edificio de la UPIIZ. Para el interior se registró una presión de 766.8 hPa y para el exterior 767 hPa. Las mediciones no varían mucho.

Tras esto, se eligieron 3 entornos cerrados: Dentro de una mochila, dentro de un cubículo y dentro de un automóvil, con y sin ventilación, lo cual generó los siguientes datos.

Entorno	Cerrado	Ventilación
Mochila	765.97	765.9
Cubículo	765.83	765.83
Automóvil	765.5	765.6

Los datos no varían, quizá debido a que no se registraba viento o la temperatura no variaba en demasiado.

Punto 2

Para caracterizar la fenología de la planta se generó un programa donde se recoge el valor mínimo dado por el sensor y el máximo, para realizar la fórmula que se indica en el guion y mandar por monitor serial la etapa en que se encuentra la planta.

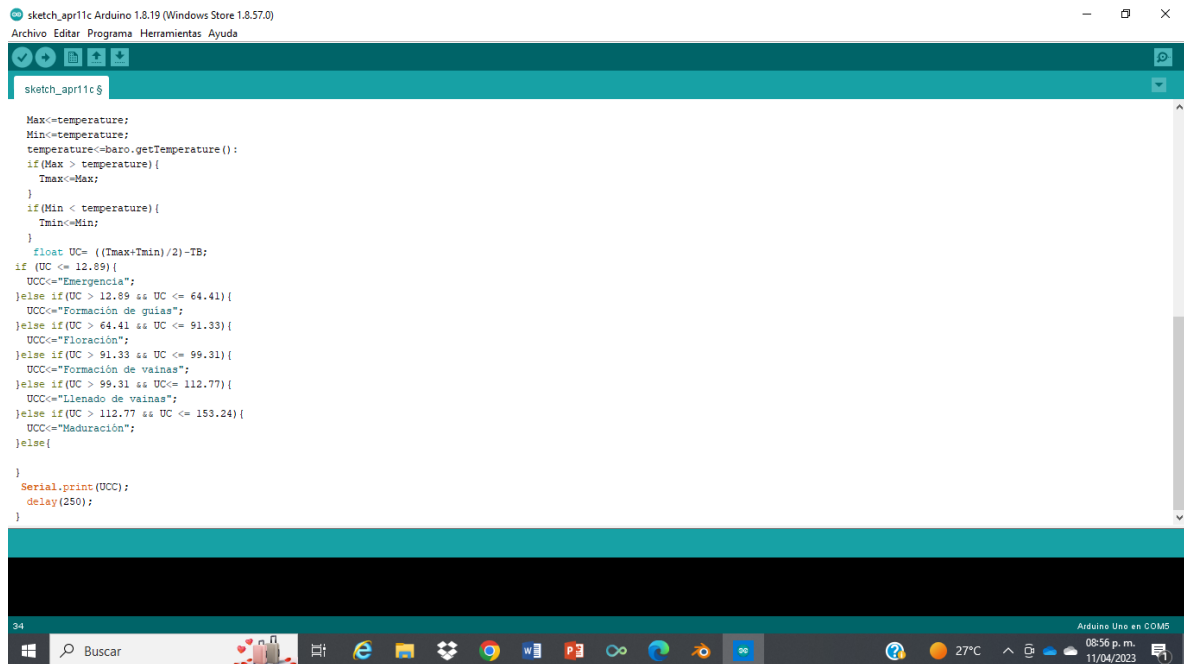
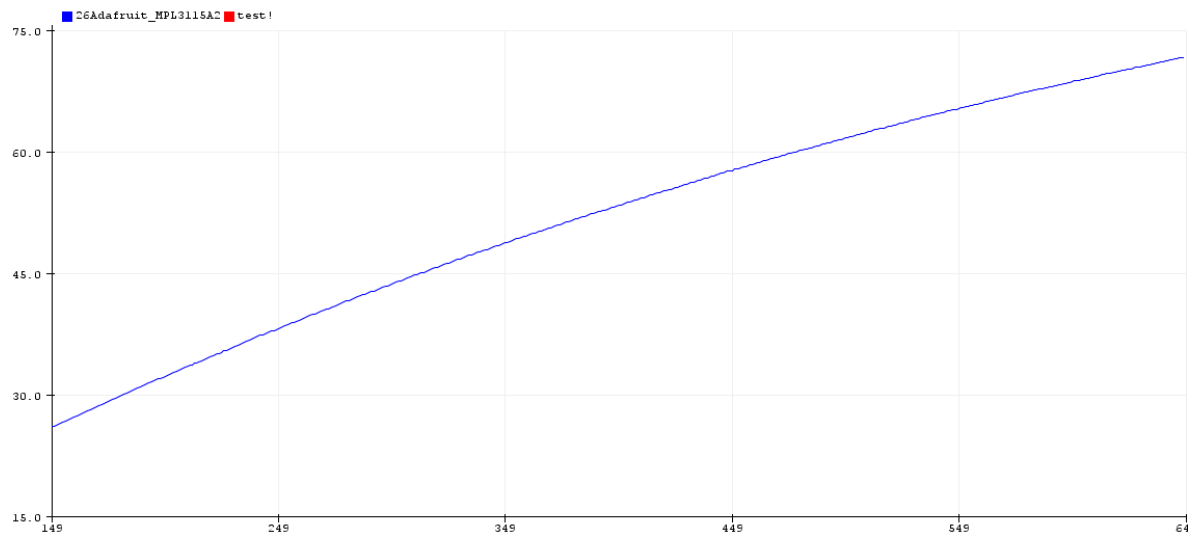


Ilustración 4. Fenología

Punto 3

Se colocó el sensor dentro de una caja junto a un foco de 60 W para obtener la siguiente gráfica.



Punto 4

Se midió la altitud con el sensor y con la aplicación Google Earth y se obtuvieron los siguientes resultados.

Altitud sensor: 2279 mts

Altitud Google: 2405 mts

Como se puede ver los datos difieren por 200 mts, lo que indica un error de medición bastante grande.

Conclusiones

Tras realizar los puntos anteriores se puede observar la utilidad de un sensor de presión y temperatura. Comparado con la gama de sensores básicos disponibles para la medición de temperatura y presión, el MPL3115A2 posee una mejor resolución y un mejor factor de forma al utilizar la tecnología MEM's.

Código Github:

https://github.com/AlfredMadera/TopicosAvanzadosDeSensores/tree/main/MPL3115A2_Temp_Pressure

Referencias.

<https://www.instrumentationtoolbox.com/2011/02/pressure-sensors-used-in-industrial.html>

<https://www.hbm.com/es/7646/que-es-un-sensor-de-presion/>

<https://www.avnet.com/wps/portal/abacus/solutions/technologies/sensors/pressure-sensors/applications/automotive/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_atmosphere_\(unit\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_atmosphere_(unit))

