

Diseño, Desarrollo Y Construcción De Un Dispositivo De Medición Remota De Variables Climáticas, Ambientales e Hidrológicas De Bajo Costo

Carlos A. López², Mónica A. Torrejón³, Alberto I. Vich^{1,2,3}, Luis Lenzano³, Federico S. Bizzotto²,

- (1) Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, IANIGLA CONICET, ARGENTINA
 (2) Catedra de Hidrología, Departamento de Geografía, FFyL, Universidad Nacional de Cuyo, ARGENTINA
 (3) ICES Regional Mendoza, FCEN – IMD, Universidad Nacional de Cuyo, ARGENTINA

email: albertolopez007@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

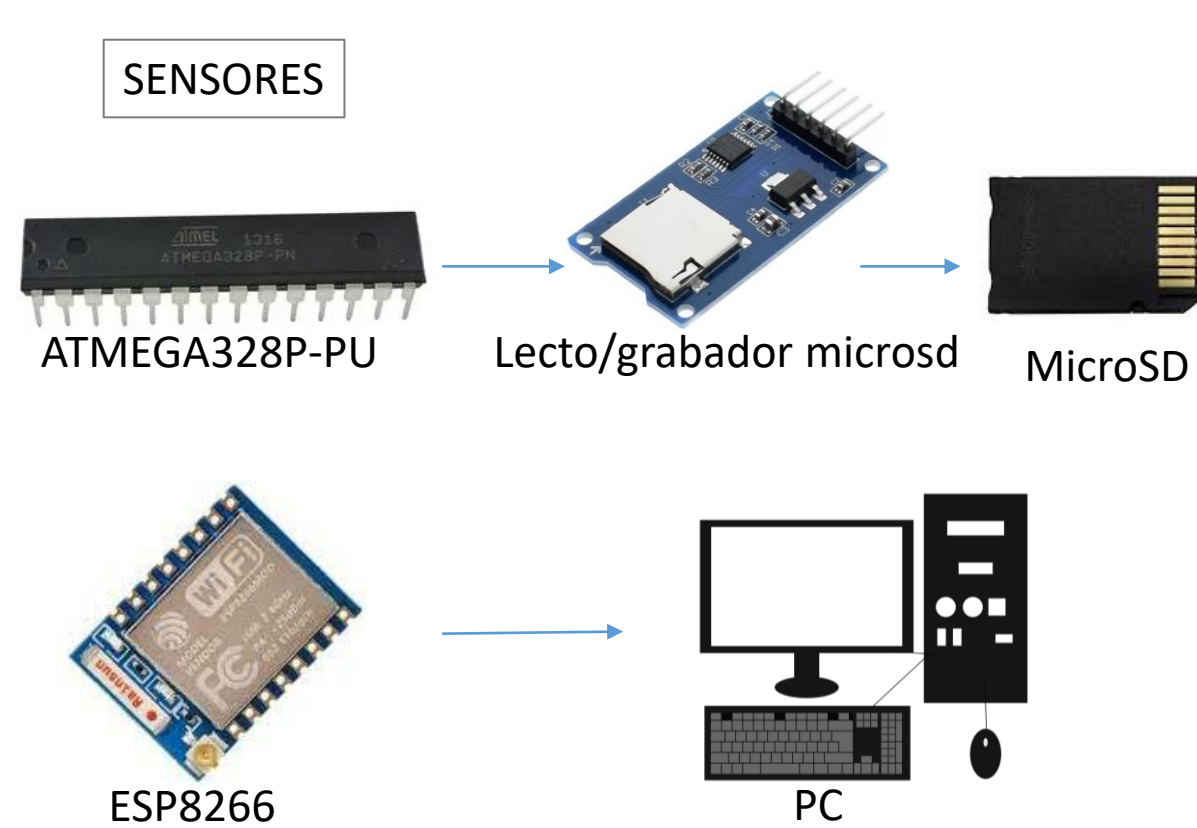
El Proyecto “Diseño, Desarrollo Y Construcción De Un Dispositivo De Medición Remota De Variables Climáticas, Ambientales e Hidrológicas De Bajo Costo” es una iniciativa que busca desarrollar soluciones tecnológicas para la medición remota de variables climáticas, ambientales e hidrológicas. En este trabajo, nos concentraremos en el diseño y construcción, la primera etapa del proyecto, con el objeto de proporcionar una herramienta útil y accesible para la comunidad. Se enmarca en la convocatoria de “Proyectos de investigación bianuales SIP Tipo I 2022-2024 de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo e implica el uso de tecnologías y materiales accesibles y económicos. Lo que permite que comunidades y proyectos con recursos limitados puedan contar con una estación meteorológica propia, sin incurrir en altos costos de adquisición y mantenimiento. El diseño de este dispositivo se basa en la utilización de sensores electrónicos de bajo costo y alta confiabilidad, que son capaces de medir diferentes variables climáticas y ambientales. Estos sensores están conectados a un microcontrolador que procesa, almacena y transmite, a través de una conexión inalámbrica, la información. El desarrollo de este dispositivo también requiere la construcción de una estructura física que proteja los sensores y el microcontrolador de las condiciones climáticas adversas. Esta estructura debe ser resistente y duradera, al mismo tiempo que económica y fácil de instalar. El prototipo del dispositivo se ha construido y se está evaluando su rendimiento. Los resultados preliminares son prometedores, con lo que podría convertirse en una herramienta valiosa para la investigación y la gestión ambiental.

OBJETIVO

Diseñar, construir y dejar operativo, desde el punto de vista del hardware y del software, un prototipo de “Estación Meteorológica Automática”, capaz de procesar, guardar y transmitir diferentes variables climáticas, ambientales e hidrológicas, sin importar las condiciones físicas ni temporales que la rodeen y sin intervención humana a corto, medio ni largo plazo.

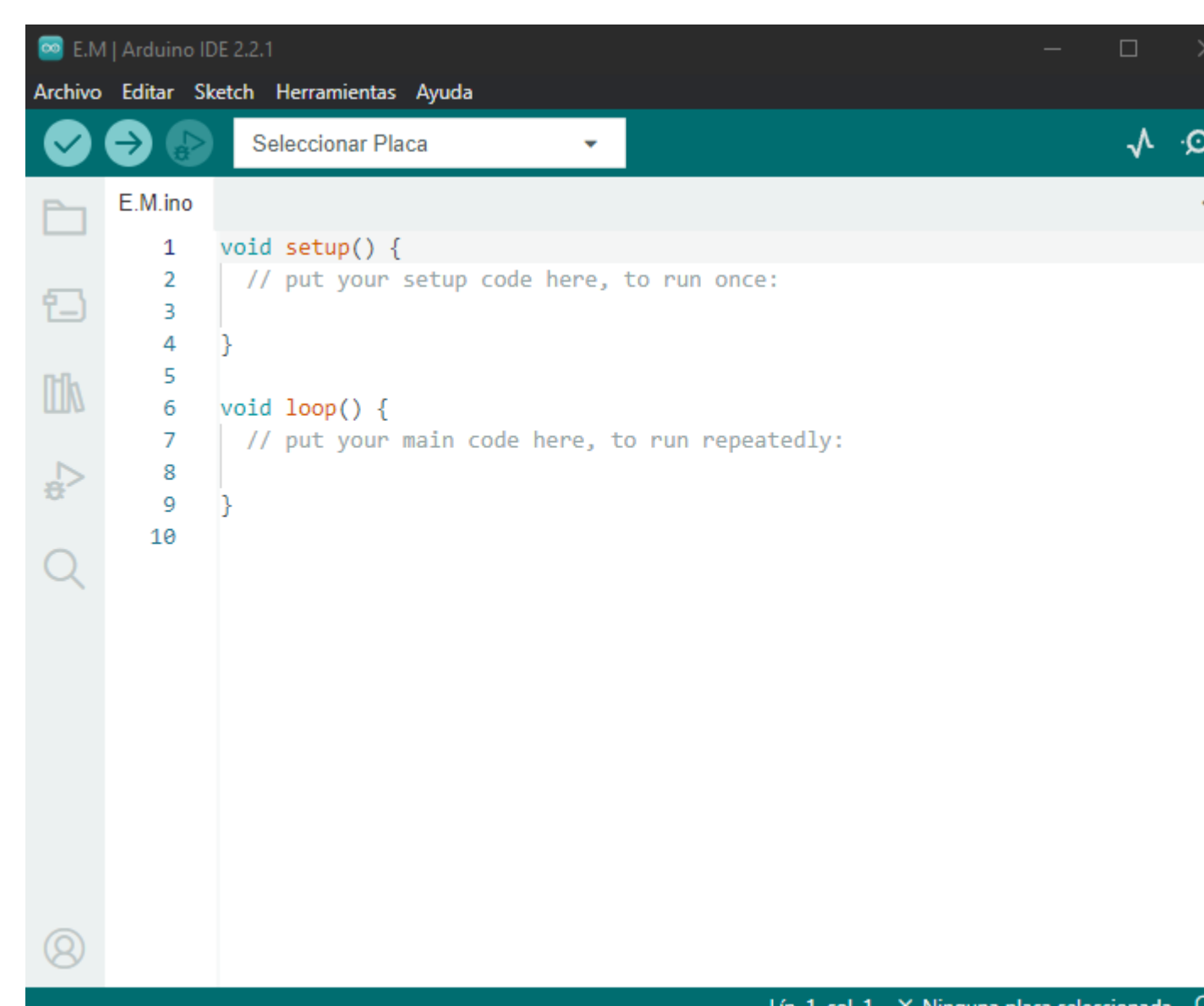
METODOLOGÍA

ARQUITECTURA



HARDWARE

PIN	BLOQUE	SENSOR/ACTUADOR	TIPO DE CONEXIÓN
A0	Humedad suelo	CM-VL 2	
A1	Particulado	Gp2y1014	
A2	CO ₂	MQ-135	
A3	Intensidad luz solar	LDR	
A4	Temperatura/Presión/Humedad	BME280	iC
	ad	VEMLE6070	
	Rayos UV	PCF8574/A3144 x 8	
	RTC	DS3231	
A5	Temperatura/Presión/Humedad	BME280	iC
	ad	VEMLE6070	
	Rayos UV	PCF8574/A3144 x 8	
	RTC	DS3231	
D0	Comunicación	Cjmcu Cp2102	UART (T _{in})
D1			UART (R _{in})
D2			UART (T _{in})
D3			UART (R _{in})
D4	Anemómetro	A3144	
D5	Particulado	Gp2y1014	
D6	Temperatura 5cm sobre suelo	DS18B20	One Wire
D7	Indicador funcionamiento	LED rojo	
D8	Pluviógrafo	A3144	
D9	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	SPI
D10		LIBRE	
D11	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	SPI
D12	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	SPI
D13	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	SPI



SOFTWARE

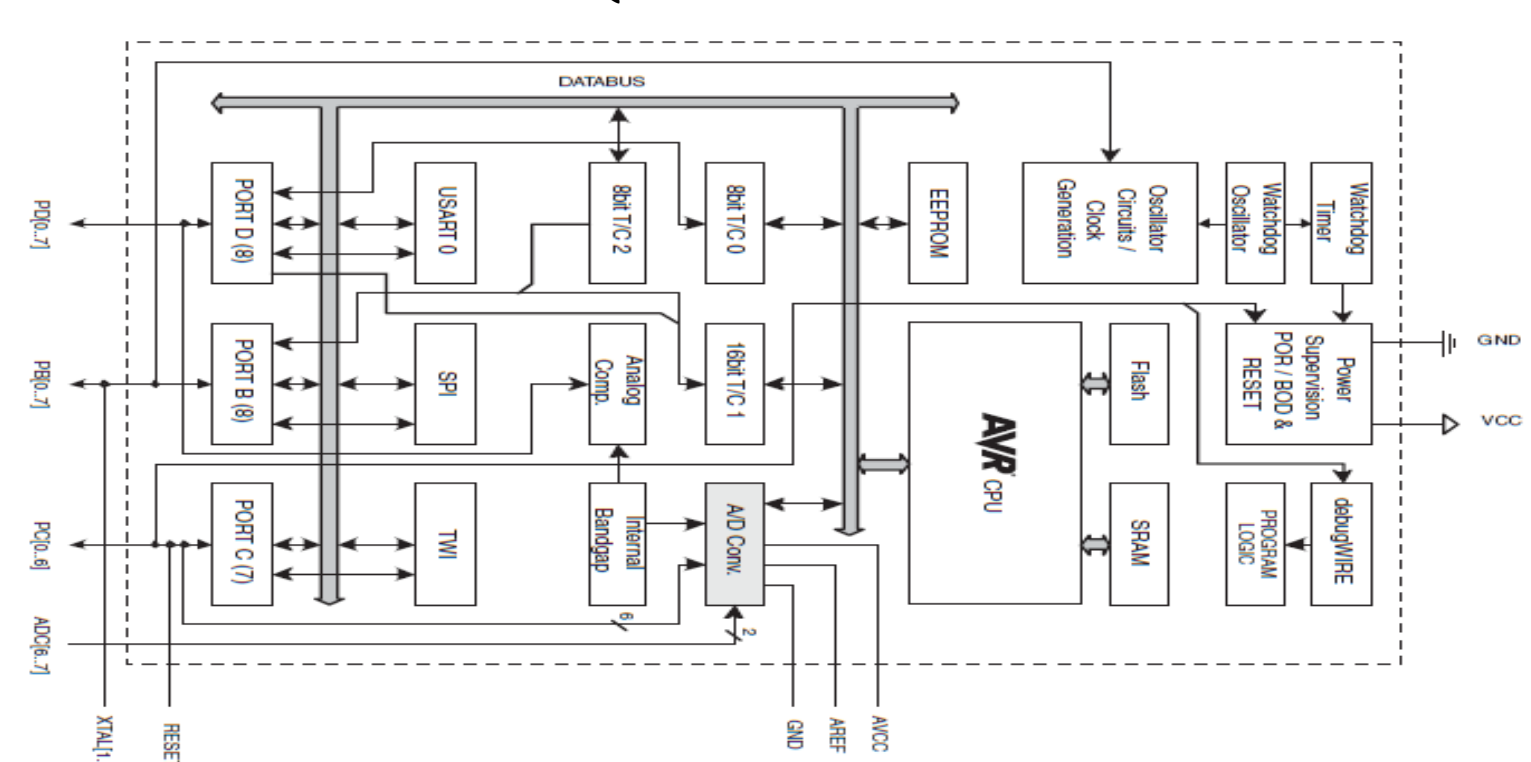
- Con la premisa de utilizar software libre, se utilizó la plataforma de programación Arduino y Arduino IDE. Las dos se basan en un lenguaje específico llamado “Arduino Programming Language”, que no es más que una variante simplificada de C++, con algunas funciones y bibliotecas adicionales que facilitan la programación para entornos de hardware específicos.
- La estructura del programa, al igual que en C y C++, es básica con una función “setup()” que se ejecuta una vez al inicio y una función “loop()” que se ejecuta continuamente en un bucle.
- Dicho entorno proporciona una serie de funciones y bibliotecas predefinidas que simplifican tareas comunes, como la manipulación de pines, la comunicación serial, el control de temporizadores y relojes, etc. Estas bibliotecas facilitan el desarrollo de proyectos sin la necesidad de escribir código desde cero para cada función.
- La primera prueba se empezó con relevar los datos cada un minuto
- Los datos que se obtienen son: temperatura bulbo seco, humedad relativa, presión atmosférica, rayos UV, porcentaje de luminosidad, particulado 2,5 micrómetros, co2 en ppm, velocidad y dirección del viento, pluviógrafo, temperatura a 5cm del suelo, humedad del suelo a 10cm, temp máxima y mínima, humedad máxima y mínima, ráfaga maxima, todo en hora utc o local.

```
void setup() {
  // Código de inicialización
}

void loop() {
  // Código que se ejecuta continuamente
}
```

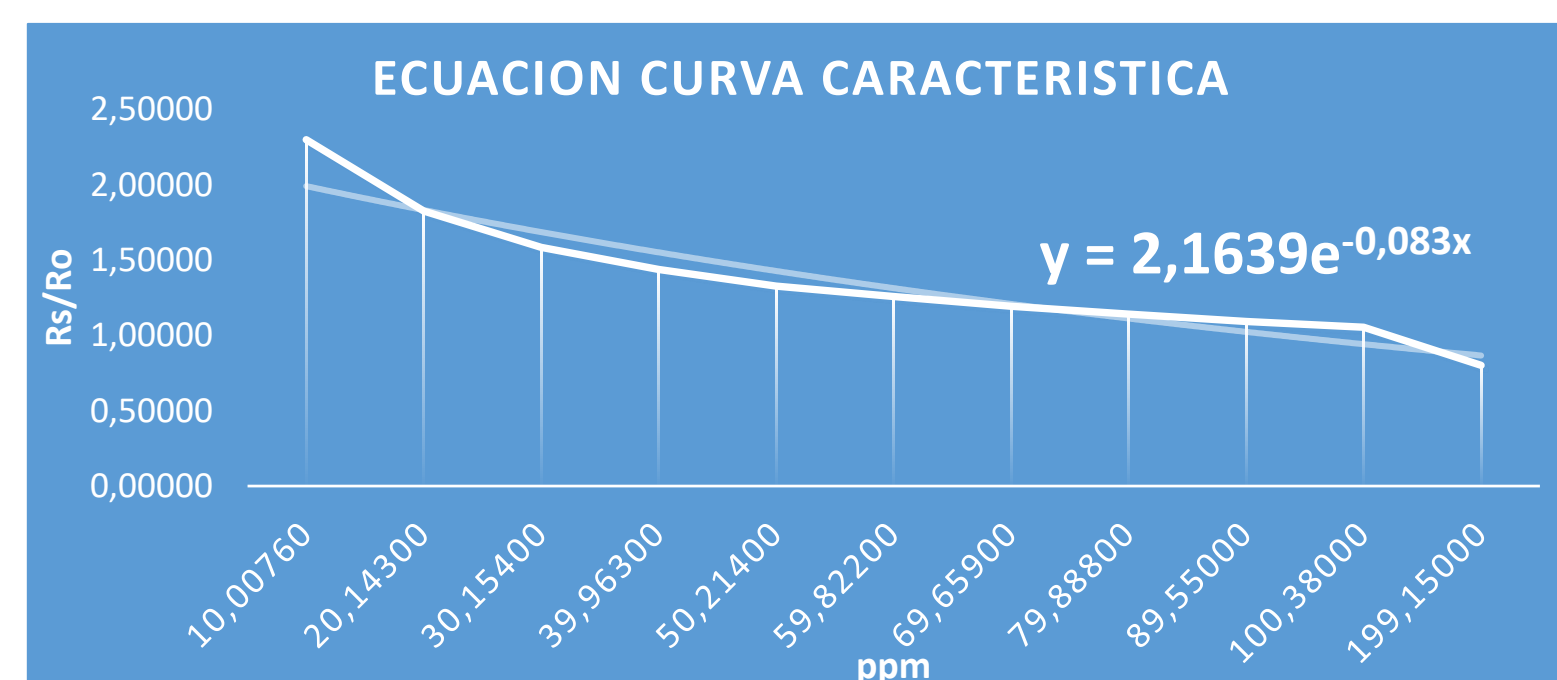
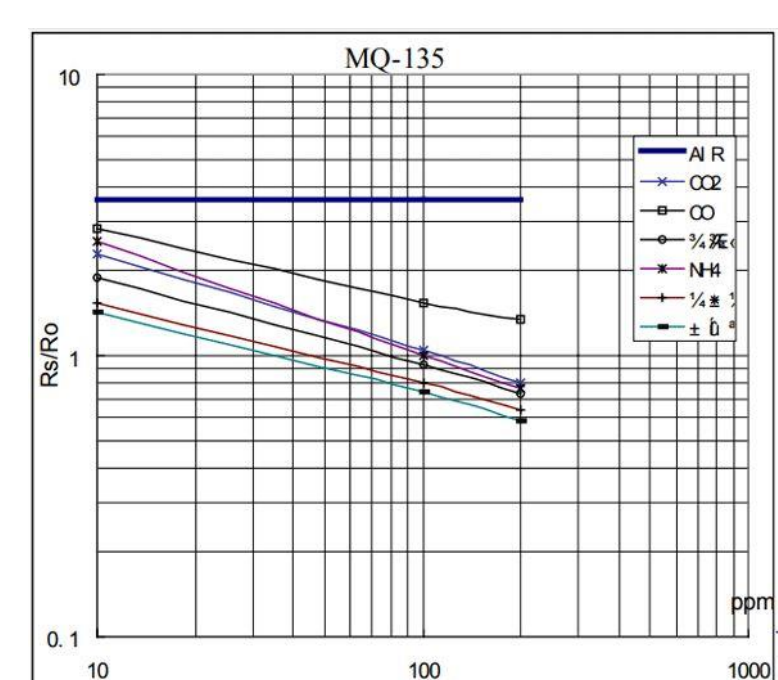
- Se utilizó un microcontrolador ATMEGA 328P-PU para obtener los datos de los diferentes sensores, guardarlos en una MicroSD y enviarlos a un microcontrolador ESP8266 V-07, que actúa como nexo de comunicación con internet.
- El cuerpo del prototipo, donde se aloja el ATMEGA 328P-PU, RTC, ESP8266, módulo lecto-grabador de microSD, módulos Step Up/Down, baterías, cargadores y toda la electrónica necesaria para que funcione, se aloja en una caja plástica IP-68.
- Tanto veleta, anemómetro y cápsulas que acogen a los diferentes sensores, se diseñaron especialmente y fueron impresas en 3D, usando PLA como material. Luego, se sellaron con una capa de barniz incoloro para impedir su degradación.
- La estructura en forma de trípode está realizada con perfilera de aluminio. Su bajo peso y la forma en que se pliega, hacen que sea muy fácil de transportar e instalar en cualquier zona.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR



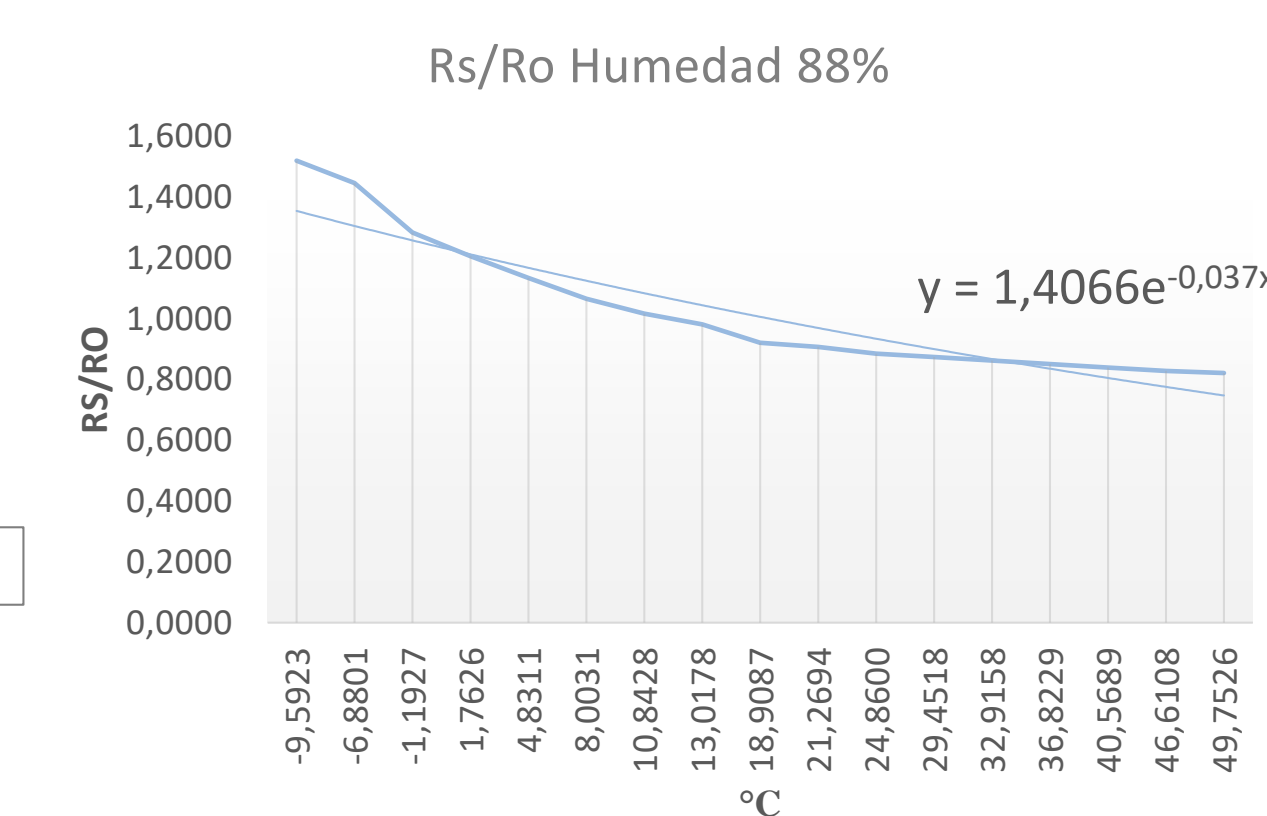
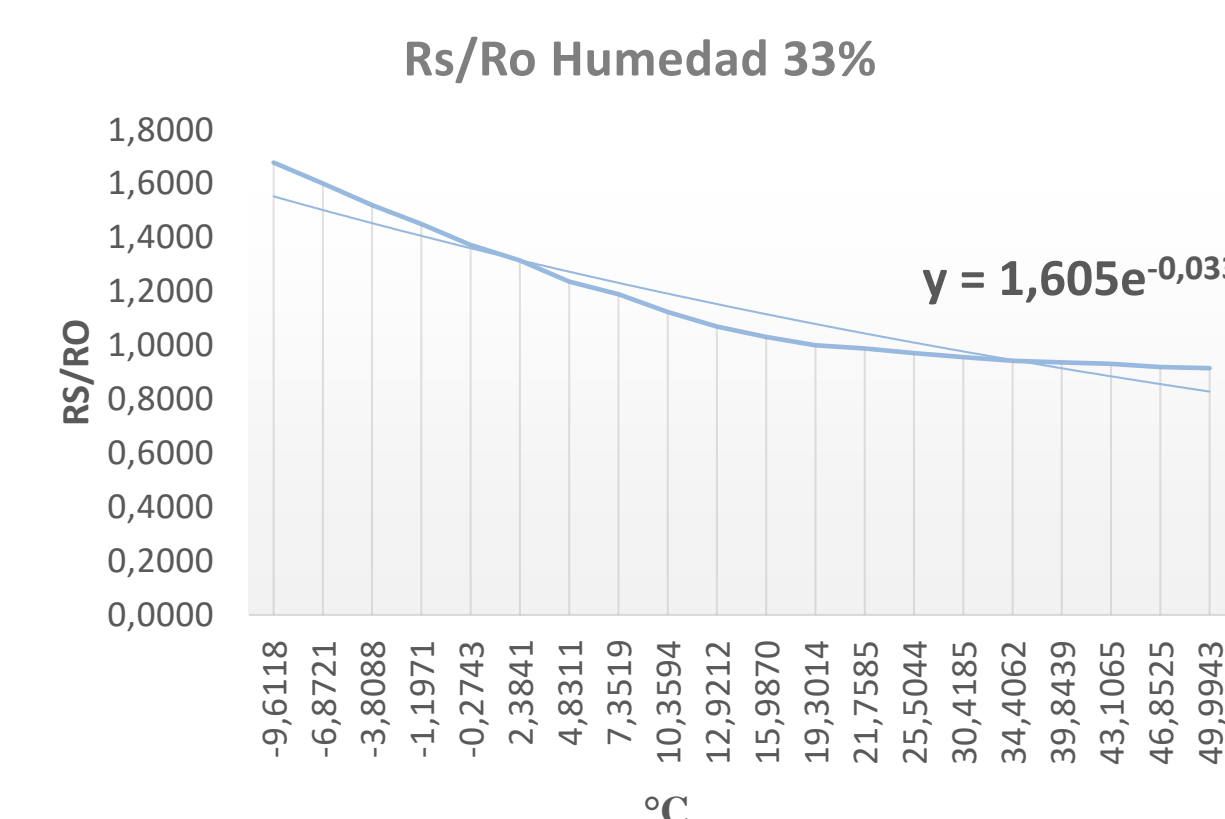
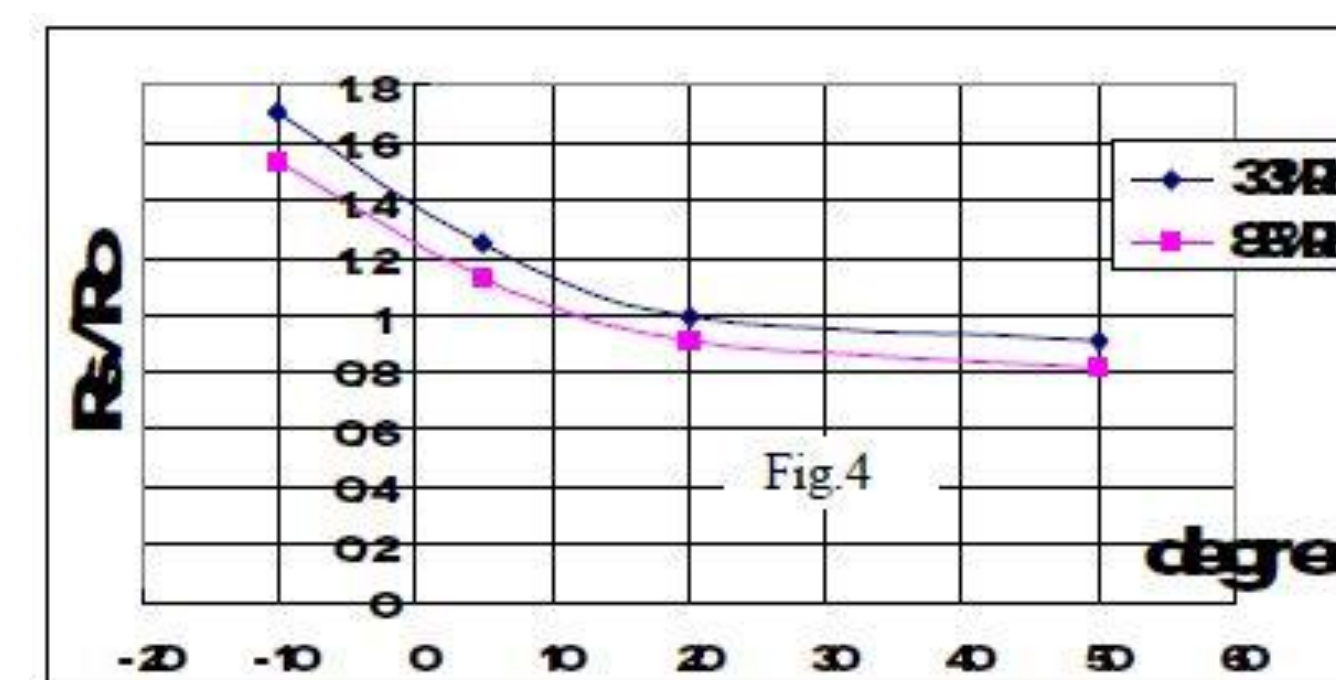
calibración específica sensor mq-135 para detectar CO2

En este gráfico podemos ver las curvas características de cada gas que detecta el sensor. El gráfico es logarítmico tanto en x como en y



Para obtener la ecuación del dióxido de carbono del gráfico anterior tomamos puntos y lo llevamos a un gráfico exponencial. Ahí obtenemos la ecuación característica para poder incluirla en el sketch

Correcciones de la curva característica del co2 según temperatura y humedad



En los dos gráficos de la derecha se separó cada curva en Excel para sacar la ecuación de cada una y corregir la curva principal

Gráficos, elaboración propia

CONCLUSIÓN

Se presentó la primera etapa de prototipo y diseño de un equipo capaz de medir de forma satisfactoria variables meteorológicas tales como: temperatura, humedad, particulado, presión, humedad, etc. Presentando las características de ser de fácil instalación, mantenimiento y de bajo costo presupuestario. Es necesario poseer conocimientos básicos de programación y base de datos e intermedios de electrónica, diseño y construcción 3D. Este prototipo se puede ser modificado dependiendo de las necesidades del usuario, a la que se le agregará en el futuro una interface web para consultar en tiempo real todas las variables censadas por este prototipo.

BIBIOGRAFIA

Zamora, W. J. (2015). **Monitorización de los niveles de contaminación ambiental mediante sensores móviles**. Trabajo final de Master en sistemas computacionales. Universidad Politécnica de Valencia.

Ballester, F. (2005). **El proyecto EMECAS: protocolo del estudio multicéntrico**. Especialidad Salud Pública, pp. 229-242.

Muñoz D., A. M. (2007). **Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de adultos que laboran en diferentes**. Fac. Nac. Salud Pública, vol. 2, n° 25, pp. 85-94.

O. C. Climático. (2015). **Comisión Lancet: cambio climático, amenaza mortal para la salud** <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/comision-lancet-cambio-climatico-amenaza-mortal-para-la-salud-a-la-vez-que-oportunidad/>

Mead, M. I. (2013). **The use of electrochemical sensors for monitoring urban air quality in low-cost, high-density networks**. Atmospheric Environment.

Willett, W. (2010). **Common Sense Community: Scaffolding Mobile Sensing and Analysis for Novice Users**. Proc. Pervasive 2010, 301-318.

Elen, B. (2012). **The EveryAware SensorBox: a tool for community-based air quality monitoring**. In Proceedings of the Sensing a Changing World Workshop.

Lafuente, A. (2011). **Ciencia expandida, naturaleza común y saber profano**. Universidad Nacional de Quilmes, 1ª Edición, 240 p. Quilmes, Argentina.

Gallardo, L. (2012). **Tackling challenges in assessing air quality over South America**. EOS, 93, 24.

LEY 5.100 MENDOZA. (28 de mayo de 1986) título: **Adhesión al régimen de la ley nacional 20.284 sobre preservación de los recursos del aire**. (decreto reglamentario 2404/89 b.o. 29/06/90) (ley general vigente)

Cremades, P. (2013). **Desarrollo de un monitor abierto de calidad del aire (MACA)**. En Séptimo Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería EnDI 2013, Los Reyunos, San Rafael. Mendoza, Argentina.