

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

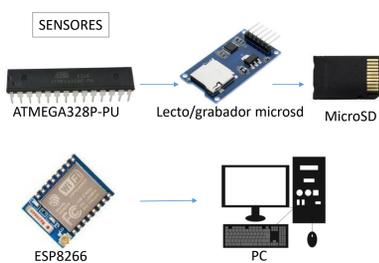
El Proyecto "Diseño, Desarrollo Y Construcción De Un Dispositivo De Medición Remota De Variables Climáticas, Ambientales e Hidrológicas De Bajo Costo" es una iniciativa que busca desarrollar soluciones tecnológicas para la medición remota de variables climáticas, ambientales e hidrológicas. En este trabajo, 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.

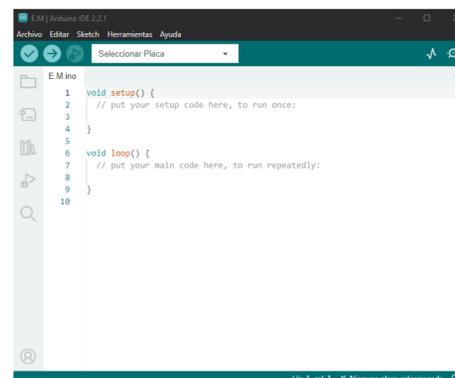
METODOLOGÍA

ARQUITECTURA



HARDWARE

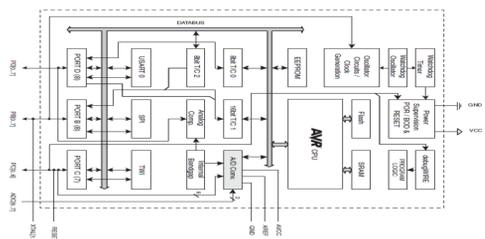
PIN	BLOQUE	SENSOR/ACTUADOR	TIPO DE CONEXIÓN
A0	Humedad suelo	CM-VL 2	
A1	Particulado	Gp2y1014	
A2	CO ₂	MQ-135	
A3	Intensidad luz solar	LDR	
A4	Temperatura/Presión/Humedad	BME280	iC
A4	ad	BME280	
A4	Rayos UV	VEMLE6070	
A4	Veleta	PCF8574/A3144 x 8	
A5	Temperatura/Presión/Humedad	BME280	iC
A5	ad	BME280	
A5	Rayos UV	VEMLE6070	
A5	Veleta	PCF8574/A3144 x 8	
D0	Comunicación	CJmdu 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	
D12	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	SPI
D13	Lecto/grabado de datos	Modulo MicroSD	



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.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR

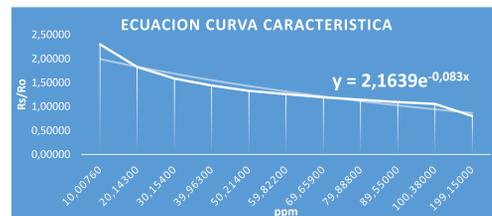
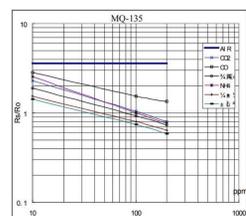


- Se utilizó un microcontrolador ATMEGA 328P-PU para obtener los datos de los diferentes sensores, guardarlos en una MicroSD y enviarlos a un microcontrolador ESP8266 V-07, que actúa como nexo de comunicación con internet.
- El cuerpo del prototipo, donde se aloja el ATMEGA 328P-PU, RTC, ESP8266, módulo 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.

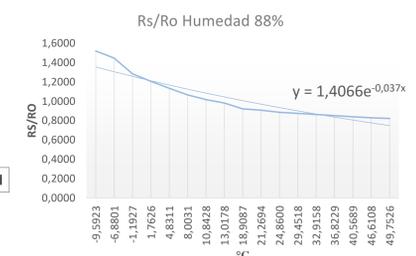
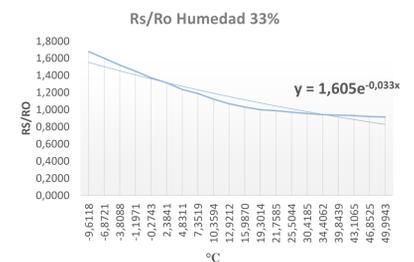
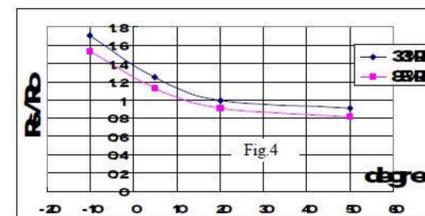
```
void setup() {  
  // Código de inicialización  
}  
  
void loop() {  
  // Código que se ejecuta continuamente  
}
```

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



Correcciones de la curva característica del co2 según temperatura y humedad



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

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.