

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CON ARDUINO

Gina Socorro Obando Valencia, Julián Eduardo Ordoñez Quiñonez
Corporación Universitaria Comfauca, Facultad de Ingeniería.
Ingeniería de Sistemas

RESUMEN: La implementación de estaciones meteorológicas para el estudio preventivo de las condiciones climatológicas de una región como el Suroeste de Colombia; y cuyos datos predictivos sean visibles en tiempo real en un panel de control mediante una conexión a internet (*red Wifi*), es de vital importancia para la creación de protocolos efectivos de actuación que permitan hacer frente a eventos catastróficos y evitar pérdidas considerables tanto humanas como materiales. Pese a esto, el proceso de montaje y mantenimiento de una estación meteorológica representa un alto costo de inversión, razón por la cual el presente trabajo se centra en captar (*recolectar o capturar*), analizar y almacenar información de las variables como la temperatura, humedad relativa y sensación térmica relativa y sensación térmica, implementando tecnología de bajo costo basado en hardware libre ARDUINO y software de alta confiabilidad tanto en sus componentes como en su programación ya que opera en conjunto con un grupo de sensores programados para tal fin. Como resultado del diseño y prototipado basado en la estación meteorológica que se encuentra instalada en el municipio de Santander de Quilichao, Cauca; se dará a conocer el desarrollo y funcionamiento de lo planteado aquí, a partir de la información recolectada cuyo muestreo se llevó a cabo durante 16 semanas basado en los factores que generan la impresión de datos y, monitoreo en la nube, funcionando con un 95% de confiabilidad demostrando así que la creación de dicha herramienta cumple con lo pactado en el proyecto.

Palabras claves: *Arduino, Software, Hardware, temperatura, humedad relativa y sensación térmica, sensación térmica, estación meteorológica, programación.*

ABSTRACT: Implementing meteorological stations for the preventive study of weather conditions in a region such as the Southwest of Colombia; and whose real-time predictive data are visible on a control panel through an internet connection (Wi-Fi network), is vital for the creation of effective action protocols to deal with catastrophic events and avoid considerable losses, human as well as material. Despite this, the installation and maintenance process of a weather station represents a high investment cost, that's why this work focuses on gathering, analyzing and storing information of variables such as temperature, relative humidity and thermal sensation, implementing low-cost technology based on free ARDUINO hardware and highly reliable software both in its components and in its programming, since it operates in conjunction with a group of sensors programmed for this purpose. As a result of the design and prototyping based on the

weather station that is installed in the municipality of Santander de Quilichao, Cauca; the development and operation of what is proposed here will be presented, based on the information collected whose sampling was carried out during 16 weeks based on the factors that generate data printing and monitoring in the cloud, operating with a 95% reliability, thus demonstrating that the creation of this tool complies with what was agreed in the project.

Keywords: *Arduino, Software, Hardware, temperature, humidity, thermal sensation, Weather station, programming.*

1. INTRODUCCIÓN

La creciente aparición de los fenómenos naturales como tormentas eléctricas, tropicales, diluvios o precipitaciones exageradas principalmente, hace que el tema del cambio climático incide notablemente en el desarrollo de las actividades del ser humano en un determinado territorio, y aquí es donde radica la importancia de conocer su dinámica diaria mediante la recolección de datos oportunos y en tiempo real de factores relativos como la temperatura del aire, la humedad relativa y sensación térmica, y la presión atmosférica, así mismo como la precipitación. Es esta entonces la principal misión de la meteorología, término referido a la ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos ocurridos en el ambiente y que se han avistado con más frecuencia en las últimas décadas, del mismo modo tenemos el extremo contrario, que es el registro de las altas temperaturas generando períodos críticos de aridez extrema; dejan entrever una verdadera crisis en el cambio climático, provocando efectos devastadores directamente en la naturaleza como desbordamientos de algunos ríos en algunas zonas del país provocando deslizamientos de tierra peligrosos, así como sequías en otras regiones, y con ello la transformación en el proceso de adaptación de la dinámica diaria del ser humano.

Estas condiciones atmosféricas en los últimos tiempos se han vuelto muy cambiantes dando suma importancia a la idea de conocer su comportamiento, lo cual se logra a través de la instalación de estaciones meteorológicas que monitoreen constantemente las diferentes condiciones climáticas y en tiempo real. Estos dispositivos suministran información clara y brindan datos precisos de parámetros climatológicos que sirven para acciones preventivas.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los factores meteorológicos como la temperatura, humedad relativa y sensación térmica relativa y sensación térmica afectan tanto las actividades diarias como el planteamiento de ellas, debido a los cambios de temperatura que oscilan entre 19°C a 29°C, con lluvias repentinas, o soles extremadamente fuertes; son efectos de la naturaleza que hacen necesario tener el conocimiento de las variaciones climáticas en la ciudad de Santander de Quilichao o en cualquier lugar del país, esto será de gran utilidad para sus ciudadanos, ya que se logra generar predicciones a través de monitoreos y seguimientos de las condiciones climáticas en tiempo real, suscitando las respectivas precauciones para evitar las correspondientes consecuencias.

3. JUSTIFICACIÓN

El monitoreo en la estación meteorológica brindará datos específicamente en la ciudad de Santander de Quilichao o en el lugar donde se considere conveniente implementarla. La importancia de los datos que se alojarán en la nube permitirá tener conocimiento online de lo que está pasando con el clima, proporcionando información relevante con la que se podrá tomar decisiones y acciones de forma más eficiente.

El desarrollo e implementación del prototipo en Arduino de la estación meteorológica integrado a una base de datos online, como estudiantes de la Corporación Universitaria Comfacaucá permitirá aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería de sistemas. En el desarrollo de la estación meteorológica se aplicarán conocimientos de ciertas asignaturas de las cuales son fundamentales para la implementación del proyecto como son la física, base de datos, ingeniería de software, programación.

4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y realizar un prototipo para mediciones de parámetros meteorológicos por medio de Arduino uno.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir la temperatura y humedad relativa y sensación térmica usando el sensor DHT11.
2. Monitorear los parámetros meteorológicos a través de la nube.

3. Calcular la sensación térmica en la ciudad de Santander de Quilichao.

5. MARCO DE REFERENCIA

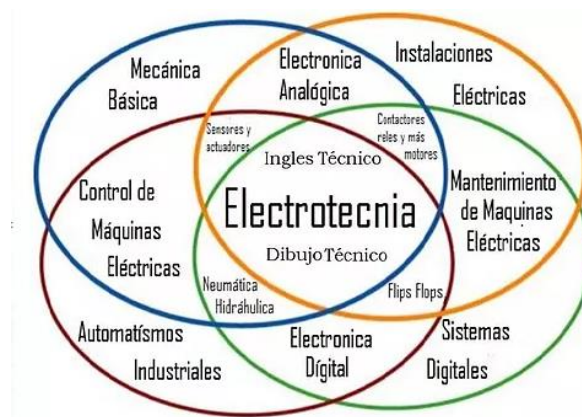
5.1 Fundamentos de Electrónica

5.1.1. ¿Qué es la Electrotecnia?

La electrotecnia es la ciencia que estudia las aplicaciones técnicas de la *electricidad* y el *magnetismo* con fines industriales, científicos, entre otros. Así como las leyes de los fenómenos eléctricos.

Figura 1.

Subespecialidades de la Electrotecnia.



Nota: El gráfico representa las diferentes sub áreas de la especialidad que son afines con la Ingeniería Electrónica. Tomado de Colegio Técnico Profesional Ricardo Castro Beer en [Electrotecnia | ctpdicardocastrobeer](http://ctpricardocastrobeer.com).

5.1.2. Aplicaciones de la Electrotecnia:

- a. Conceptos y fenómenos eléctricos: circuitos en corriente continua, magnitudes y unidades eléctricas.
- b. Conceptos y fenómenos electromagnéticos: imanes, intensidad y campo magnético.
- c. Circuitos eléctricos en corriente alterna: magnitudes senoidales, efectos de la resistencia.
- d. Máquinas eléctricas: transformadores, resistencia y motor.

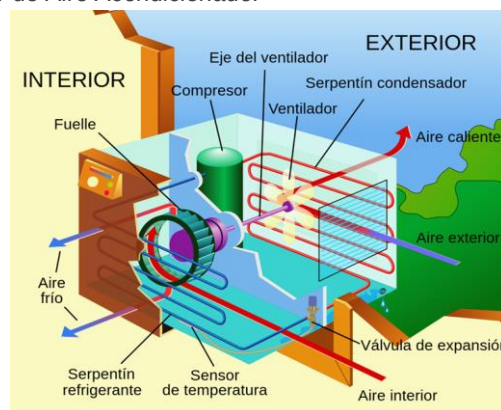
- e. Medidas electrotécnicas: medidas de circuitos, medida de magnitudes, medidas de aislamiento.
- f. Seguridad de las personas en las instalaciones eléctricas: instalaciones domésticas e industriales en baja tensión.
- g. Introducción a la protección de máquinas y equipos eléctricos: sobrecargas y cortocircuitos, interruptores automáticos.

5.1.3. Utilidad de conocer los Conceptos Básicos de la Electrotecnia

- a. Fenómeno natural: hace referencia a las descargas eléctricas y el sistema nervioso humano.
- b. Fenómeno térmico: hace referencia al calentador, aire acondicionado y soldador eléctrico.
- c. Fenómeno lumínico: hace referencia a la bombilla incandescente, bombilla compacta y halógena.
- d. Fenómeno mecánico: hace referencia al motor eléctrico y magnético.

Figura 2.

Componentes del Compresor de Aire Acondicionado.



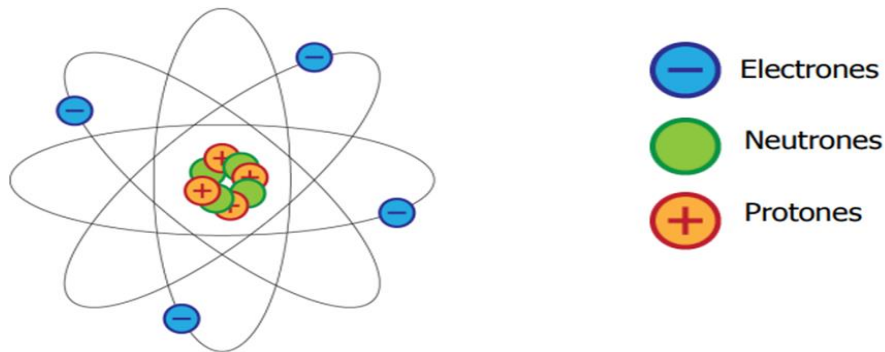
Nota: El gráfico representa cuáles son los componentes de un compresor de aire acondicionado de climatización. Tomado de Compresores de Aire en [\[1\] Compresores de Aire Acondicionado Funcionamiento y Características](#)

5.1.4. Carga Eléctrica en el desarrollo técnico en la Electrotecnia

La carga eléctrica es una propiedad de la materia, precisamente de algunas partículas subatómicas que se manifiestan por fuerzas de atracción o repulsión.

Figura 3.

Modelo atómico de Rutherford



Nota: El gráfico representa la descripción del átomo con sus componentes estructurales. Tomado del [Modelo atómico de Rutherford: historia, experimentos, postulados](#), por Fanny Zapata, 2021, Lifeder.

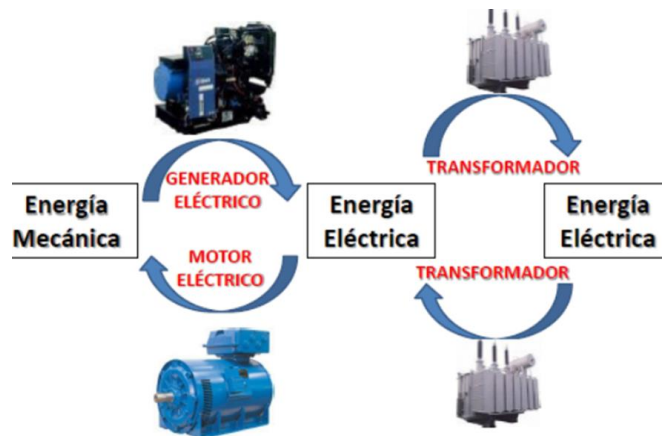
5.1.5. Definición de Máquina Eléctrica

Es un dispositivo electromagnético, que transforma la energía eléctrica y la energía mecánica, utilizando un campo magnético como elemento de acoplamiento para la transformación de energía. La cual se clasifican en tres grandes grupos:

- a. **Generadores:** transforman energía mecánica en eléctrica
- b. **Motores:** se puede clasificar en motor de corriente continua, o motor de corriente alterna.
- c. **Transformadores** o convertidores, conservan la forma de la energía, pero transforman sus características.

Figura 4.

Máquinas Eléctricas



Nota: Por Pablo Turmero, (s.f.), imagen adaptada de “Conceptos Generales de Máquinas Eléctricas”. Ubicada en [Máquinas eléctricas](#). Derechos de Autor 2021 por Monografías.com

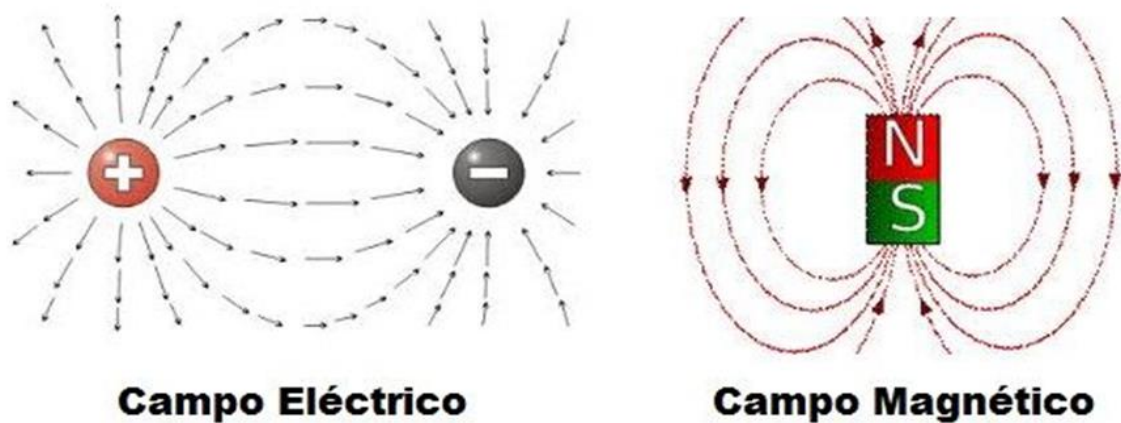
5.1.6. ¿Por qué se produce un campo eléctrico y un campo magnético?

- a. **El campo eléctrico** está relacionado con la tensión, cuya unidad es el voltio (V). Se genera por la presencia de cargas eléctricas y se mide en voltios por metro (V/m).
- b. **El campo magnético** se origina como resultado del paso de corriente (es decir, el movimiento de electrones) a través del cable eléctrico.

Cuando una carga eléctrica está en movimiento, crea un campo eléctrico y un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético realiza una fuerza sobre cualquier otra carga eléctrica que esté situada dentro de su radio de acción. Esta fuerza que ejerce un campo magnético será la fuerza electromagnética.

Figura 5.

Ondas electromagnéticas



Nota: El gráfico representa la formación de los campos eléctricos y magnéticos. Tomado de [Ondas Electromagneticas Aprende Facil | AreaTecnologia.com](#), por Areatecnología, (s.f.).

5.1.7. Diferencia de Potencial Eléctrico

La **diferencia de potencial** (ddp) es el impulso que necesita una carga eléctrica para que pueda **fluir** por el conductor de un circuito eléctrico, esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico.

Si la **energía (E)** que el generador cede al circuito durante su funcionamiento es directamente proporcional a su **dpp (V)** y a la **carga, q (C)**, que pone en movimiento.

Figura 6.

Energía Eléctrica

$$E = q V$$

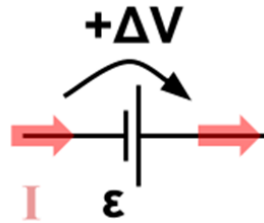
Nota: El gráfico representa los componentes de la fórmula de la energía eléctrica. Tomado de <http://www.one-school.net/Malaysia/UniversityandCollege/SPM/revisioncard/physics/electricity/power.html>, por One-School.net, 2008.

5.1.8. Relación entre la Corriente Eléctrica (CE) y la Diferencia de Potencial Eléctrico (DPE).

Para una determinada resistencia R, la diferencia de potencial eléctrico ΔV incrementa la corriente y viceversa.

FIGURA 7.

Símbolo de una Batería



Nota: El gráfico representa el funcionamiento de una batería donde el lado largo es la terminal positiva, y el lado corto es la terminal negativa. Tomado de [Estadística de secundaria | Matemáticas | Khan Academy](#) por Khan Academy, (2021).

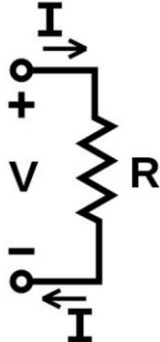
FIGURA 8.

Formulación Matemática de la Ley de Ohm.

$$I = \frac{V}{R}$$

En unidades del Sistema internacional:

I = Intensidad en Amperios (A)
 V = Diferencia de potencial en Voltios (V)
 R = Resistencia en Ohmios (Ω)



Nota: El gráfico representa cómo la corriente que circula por un circuito eléctrico varía de manera directamente proporcional a la diferencia de potencial, e inversamente proporcional con la resistencia del circuito. Tomado de [Ley Ohm - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell](#), por Xavier Pardell, 2021.

5.2. ¿Qué es la Ley de Ohm?

La ley de Ohm es una fórmula científica que establece la relación que existe entre la corriente, el voltaje y la resistencia en un circuito eléctrico.

Las tres variables que intervienen en la fórmula desarrollada por Ohm son las siguientes:

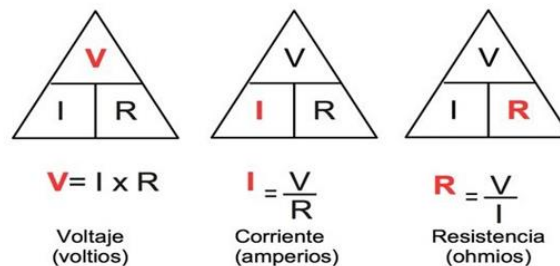
Corriente: “Es la magnitud física que expresa la cantidad de electricidad que fluye por un conductor en la unidad de tiempo”. Se mide en amperios

Voltaje: Es la diferencia que existe entre la carga eléctrica que sale de la fuente y con la que finalmente llegan al final del circuito. Se expresa en voltios y es un valor fijo.

Resistencia. Fue la variable descubierta por Ohm, y es la “dificultad que opone un circuito al paso de una corriente”. Es decir, cuando la carga eléctrica va pasando por el material conductor del circuito se va “frenando”, pues esa es la resistencia. Se miden en ohmios.

FIGURA 9.

Fundamentos Básicos del Triángulo de la Ley de Ohm



Nota: El gráfico representa las conversiones posibles de la ley de Ohm, que es la relación entre conductores eléctricos y su resistencia. Tomado de [EL TRIÁNGULO DE LA LEY DE OHM: FUNDAMENTOS BÁSICOS](#) por JD Eléctricos, 2021.

5.2.1. Aplicación Tecnológica de la Ley de Ohm

Se usa para determinar la relación entre tensión, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.

La Ley de Ohm relaciona las magnitudes de voltaje, resistencia e intensidad de la siguiente manera. Su enunciado es el siguiente: Ley de Ohm. La intensidad de corriente que atraviesa un circuito es directamente proporcional al voltaje o tensión del mismo, e inversamente proporcional a la resistencia que presenta.

5.2.1.1. Voltímetro

Figura 10.

Instrumento de medición de diferencial de potencial eléctrico.



Nota: El gráfico representa el voltímetro, para la medición de diferencial de potencial eléctrico. Tomado de [Multímetros Analógicos](#), por Multímetros.Pro, (s.f.).

Se usa un voltímetro, este se conecta en paralelo al punto donde quieres medir, pero debes tener ciertas precauciones:

1. Debes seleccionar la escala adecuada de voltaje (la inmediata superior), por ejemplo, si vas a medir 50 voltios, eliges la de 100V, si no estás seguro elige la escala más alta disponible, luego ve ajustando hasta tener la precisión deseada, también diferenciar si es voltaje directo o alterno.
2. Debes conectar correctamente las sondas o puntas de medir en el medidor de voltaje, si la colocas en el lugar equivocado, por ejemplo, en las terminales de corriente podrías causar un cortocircuito, también verifica que estén en buen estado (el aislamiento esté bueno, no estén rotas, peladas ni maltratadas etc....)
3. Luego de estar seguro de los puntos donde vas a medir, usa lentes, guantes y botas aislantes de goma, para disminuir la probabilidad de un posible shock eléctrico.

Para medir corriente se utiliza un AMPERÍMETRO, el cual puede ser analógico o digital.

Figura 11.

Medidor de Potencia PCE-GPA 62



Nota: El gráfico representa el amperímetro, instrumento medidor de potencia analizador de Red en tiempo real. Tomado de [Instrumento medidor de potencia](#), por PCE, 2021.

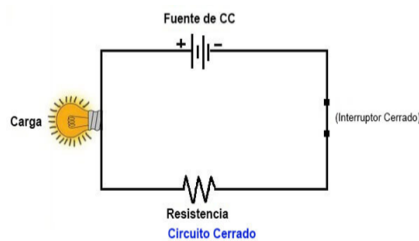
5.3. ¿Qué es una FEM y cómo se produce técnicamente?

5.3.1. FEM

Se denomina fuerza electromotriz a la energía que proviene de cualquier fuente medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica, para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o polos (*negativo y positivo*) de dicha fuente que sea capaz de bombear, o impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.

Figura 12.

FEM: Medidor de potencia



Nota: El gráfico representa la fuerza electromotriz de un medidor de potencia. Tomado de [Circuit Lab](#) por autoría propia, 2021.

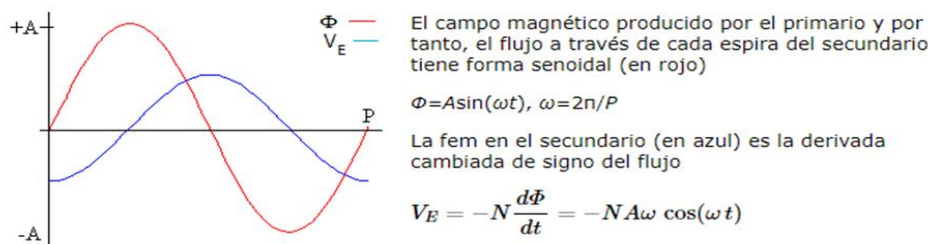
5.3.2. ¿Cómo se produce técnicamente?

En un circuito eléctrico es lo que produce un desplazamiento de electrones de una posición a otra de una manera controlada.

Figura 13.

Señal Sinusoidal FEM

Este caso ya lo hemos estudiado en sección precedente,



Nota: El gráfico representa la señal sinusoidal de una fuerza electromecánica-FEM. Creada por autoría propia en [Circuit Lab](#), 2021.

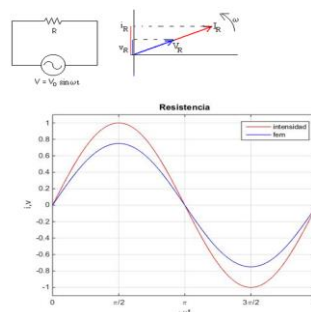
5.3.3. ¿Qué representa la amplitud y la fase en una FEM?

5.3.3.1. Amplitud: Representa el valor de la tensión a través de un tiempo continuamente variable. Por ello se toma el valor pico, el valor eficaz y el valor medio. **Amplitud** de la **corriente alterna**. En la **Corriente alterna** la magnitud y dirección varían cíclicamente.

5.3.3.2. Fase en una FEM: Los elementos que se conectan a una FEM alterna son: la resistencia, capacidad y autoinducción.

Figura 14.

Amplitud y Fase de una FEM



Nota: El gráfico representa la amplitud y fase de una FEM. Creada por Autoría propia, en [Circuit Lab](#), 2021.

5.4. INSTRUMENTOS

5.4.1. Pinzas Amperimétricas

Figura 15.

Medición de electricidad con Pinzas Amperimétricas.

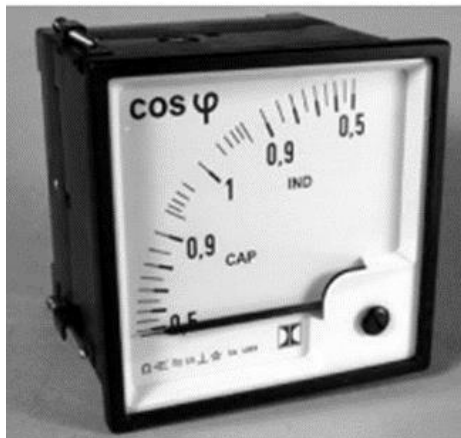


Nota: Imagen adaptada de “Materiales para Laboratorio: Pinzas amperimétricas”. Extraído de [Pinzas amperimétricas - Materiales para laboratorio](#), por casiinfinity, 2020.

5.4.2. Cosímetro, Cosenofímetro, Cofimetro o Fasímetro

Figura 16.

Medición de factor de potencia $\cos\phi$ con Cofimetro.



Nota: Imagen adaptada de “Cosímetro, Cosenofímetro, Cofimetro o Fasímetro”. Extraído de [Cosímetro - Wikipedia, la enciclopedia libre](#), por Wikipedia, 2021.

5.4.3. Pinza Cofimetrica

Figura 17.

Medición de lectura precisa de watt, corriente y tensión CA sin importar la forma de onda.



Nota: Imagen adaptada de “Pinzas Amperométricas: Pinza Cofimetrica USB True RMS - DT-3353 - CEM”.

Extraído de [Pinza Cofimétrica USB True RMS | DT-3353 | CEM](#), por SolTec Instrumentos, 2021.

5.4.4. Frecuencímetro de tablero

Figura 18.

Medición y presentación de una variable de frecuencia de la corriente eléctrica.



Nota: Imagen adaptada de “Clase 5 - Electricidad: Instrumentos de medición”. Extraído de [Instrumentos de medición. Conocer y aprender el manejo de instrumentos de mediciones eléctricas](#). Por Escuela Universitaria de Oficios UNLP, 2021.

5.4.5. SISTEMAS MONOFÁSICOS

Figura 19.

Medidor de Tensión Eléctrica ubicado en tablero, sobre riel DIN



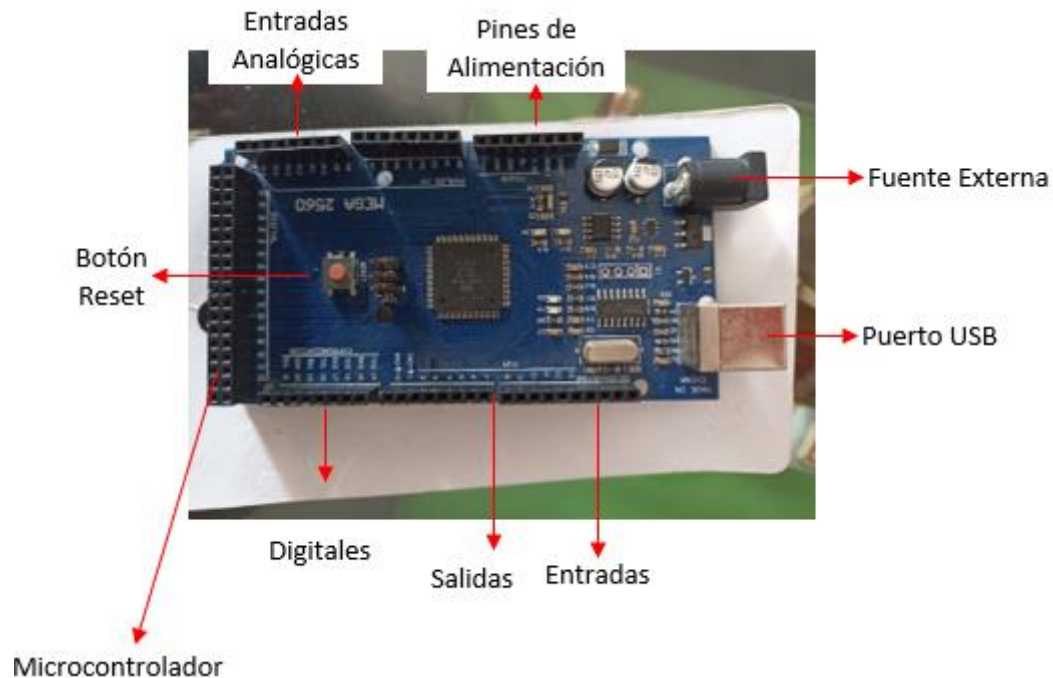
Nota: Imagen adaptada de “Como instalar medidor de tensión para tablero eléctrico domiciliario”.
Extraído de [Como instalar medidor de tension para tablero](#). Por TheAlejovideos, 2016.

5.5. Arduino: plataforma de prototipos electrónica de código abierto (OpenSource) basado en hardware y software que son flexibles y fáciles de usar, sobre todo en entornos interactivos ya que el microcontrolador de la placa se programa usando Arduino **ProgrammingLanguage** basado en **Wiring** y en **Arduino UNO** basado en **Processing**.

5.5.1. Arduino UNO: Placa programable que puede usar para crear circuitos interactivos ya que cuenta con un microcontrolador de código abierto basado en el microchip *ATmega328P*, ubicado en una placa equipada con un conjunto de pines de “E/S” digitales y analógicas, con la capacidad de conexión a otros circuitos². Transmite y recibe información de los módulos conectados gracias a la Unidad de Procesamiento o CPU, Sección de Memoria y Pines de Entrada/Salida.

Figura 20.

Arduino UNO.



Nota: Vista frontal dispositivo ARDUINO UNO. Creado por autoría propia. 2021.

Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pines de entrada/salida digitales	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines entrada/salida PWM digitales	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para Pin entrada/salida	20 mA
Corriente continua para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
Longitud	68,6 mm
Anchura	53,4 mm
Peso	25 g

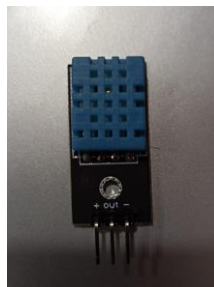
Tabla 1. Especificaciones técnicas de Arduino Uno. (Escribano, 2016).

5.6. Sensor DHT11: sensor constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad relativa y sensación térmica), tiene señal digital calibrada para medir humedad relativa y sensación térmica y temperatura en un rango de 0°C a 50°C y en 20% hasta 90%, asegurando alta calidad y confiabilidad a lo largo

del tiempo gracias a su conversor integrado de 16 bits.³ Adicional a ello cuenta con un termistor que mide el aire circundante, y despliega los datos mediante dicha señal digital en el pin de datos que no posee salida analógica (Urbano, W., & Martínez, D., 2018).

Figura 21.

Sensor DHT11.

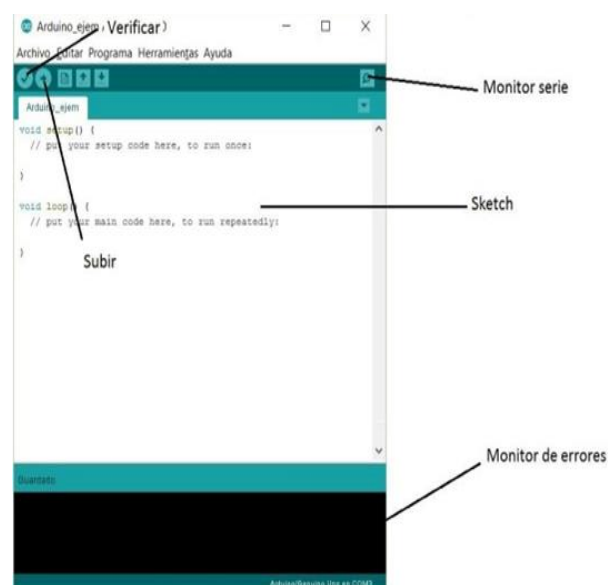


Nota: Sensor DHT11. Creado por autoría propia.

5.7. Arduino IDE: interfaz de programación de Arduino gratuito, basado en un lenguaje de programación conocido como **“Processing”** disponible para Windows, GNU/Linux, y Mac OS. (Escribano, 2016)

Figura 22.

Interfaz IDE de Arduino.



Nota: por Escribano, 2016.

Especificaciones funcionales

Verificar: compilador, verifica errores del código tanto del propio sketch de una Librería importada.

Subir: compila y carga el programa en la placa Arduino.

Monitor serie: permite observar la comunicación del USB conectado de Arduino al ordenador. En él se puede verificar si el programa funciona correctamente en donde se observa los resultados del programa o notificaciones.

Sketch: editor de texto de la IDE

Monitor de errores: muestra los errores que se han producido al ejecutar el compilador. Indica en que fichero y línea se ha producido el error, describiendo la *“descripción del error”*

Tabla 2. Especificaciones funcionales de la interfaz IDE de Arduino. (Escribano, 2016).

5.8. Estación meteorológica: instalación de dispositivos que observan, miden, registran con frecuencia los datos censados u obtenidos sobre los diferentes factores climáticos, los envía al servidor de base de datos, que sirven para elaborar estudios climáticos útiles para predicciones meteorológicas, es decir analizar el comportamiento atmosférico de manera prospectiva.

5.9. Bases de datos: presentan datos que están estructurados acorde a parámetros organizados y estructurados de manera específica para un rápido y eficaz análisis. MySQL es la base de datos de código abierto con un rendimiento confiable y de fácil uso comprobados, principalmente para aplicaciones basadas en la Web. (Urbano, W., & Martínez, D., 2018).

6. ANTECEDENTES

A nivel internacional, la implementación de una estación meteorológica con Arduino mediante sensores de temperatura, humedad relativa y sensación térmica, son transmitidos a una aplicación Android a través de Bluetooth. Integrando campos de programación como IDE de Arduino, basado en la librería de Lenguaje C++ como adaptación para aplicaciones Android obtenidas mediante programación de bloques.

Otra de las opciones encontradas para la implementación de una estación meteorológica utilizando elementos de bajo costo es a través de la alimentación con energía fotovoltaica, utilizando sensores de presión, temperatura y humedad relativa y sensación térmica compatibles con Arduino mediante protocolos I2C y SPI, conectado con una placa Arduino integrada en una sola placa.

7. METODOLOGIA A IMPLEMENTAR

El desarrollo de este proyecto se basa en la metodología de diseño de sistemas mecatrónicos siguiendo el esquema de la figura 23 donde la primera etapa es la de requerimiento del sistema cómo medir las variables físicas en este caso la temperatura y la humedad relativa y sensación térmica mediante instrumentación industrial adecuada a de bajo costo que brindan una medida segura y con una mínima desviación estándar, para monitorear el cambio atmosférico de la ciudad de Santander de Quilichao.

Esta metodología nos permite trabajar en paralelo en diferentes etapas para darle el cumplimiento al proyecto.

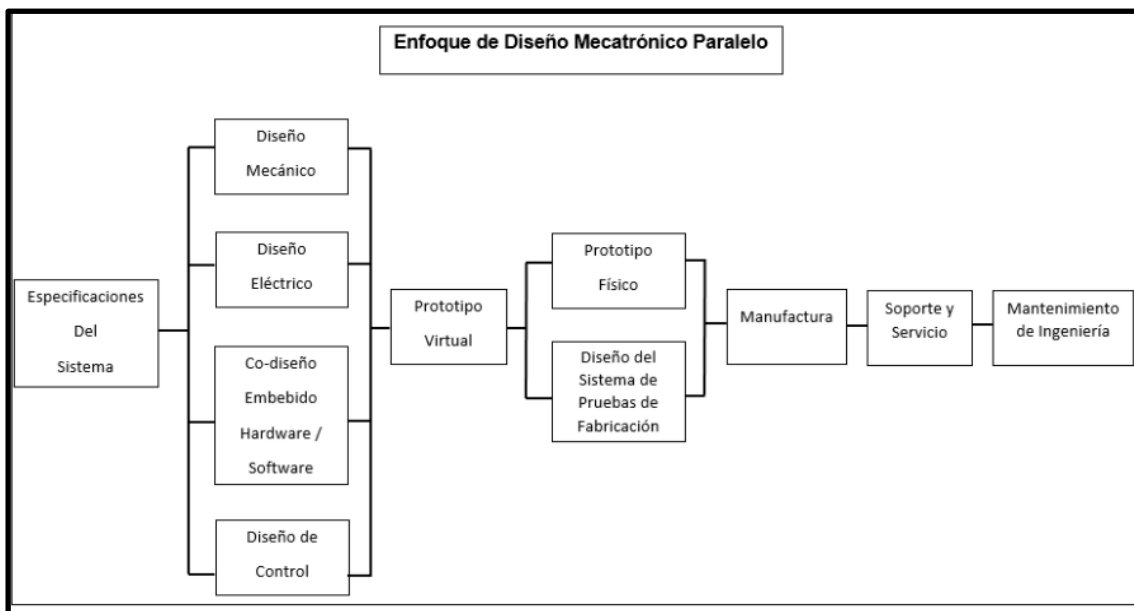
- En el diseño mecánico se plasmará un bosquejo a mano alzada el cual nos permitirá la visualización de la estación de diseño estructural del proyecto el cual en un paso siguiente de diseñar en un software CAD SolidWorks en el cual se identificará el material y permitirá hacer modificación en el software para la obtención del prototipo deseado.
- En el diseño eléctrico se identificará la fabricación o adecuación de señales captadas por los sensores como son las variables físicas humedad relativa y sensación térmica y temperatura.
- En el diseño embebido hardware y software está orientado a la selección del sistema embebido que se ajuste a los requerimientos del sistema y brinde una adecuada respuesta de su procesador para

obtener en tiempo real la medición de la temperatura y humedad relativa y sensación térmica. en el software el desarrollo de un algoritmo que permita una respuesta rápida a la interpretación y adecuación de la información para ser compartida en diferentes equipos remotamente (IOT).

- Prototipo virtual en este bloque de la metodología de diseño de sistemas mecatrónicos se prueban de forma virtual los anteriores bloques de diseño, mecánico deformación por condiciones climáticas y pruebas de compresión al material seleccionado. diseño electrónico y diseño embebido se realizaron pruebas en conjunto para evidenciar la respuesta del algoritmo y adquisición de datos.

Figura 23.

Enfoque de Diseño Mecatrónico Paralelo



Nota: Formato de metodología de trabajo utilizado para verificar el cumplimiento de las etapas del proceso.

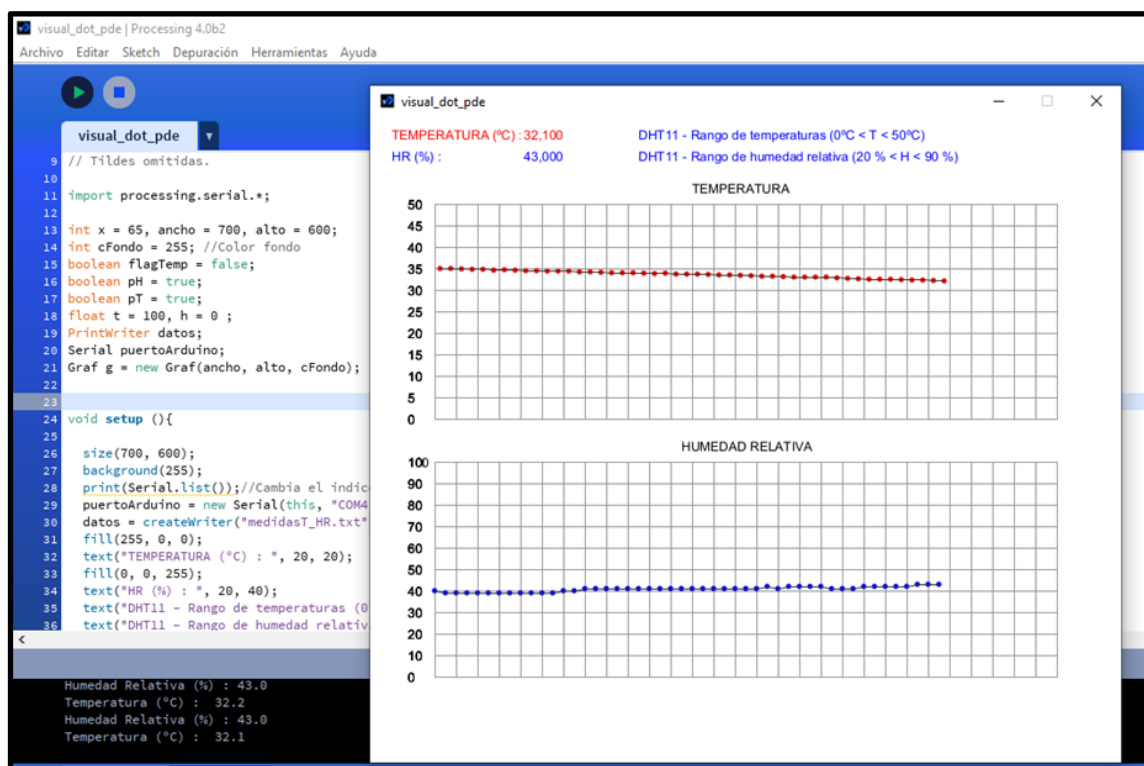
8. PRODUCTOS ESPERADOS

Después de realizar todas las investigaciones requeridas para la adquisición de datos meteorológicos predictivos de temperatura, humedad relativa y sensación térmica y sensación térmica a través del uso de la placa de Arduino UNO ya que está basada en un microcontrolador ATMEL, y el sensor estrella DHT11, que se caracteriza por tener la señal digital calibrada, con lo que se logra una alta calidad y fiabilidad de los datos a lo largo del tiempo,

constituido por dos sensores resistivos (NTC y humedad relativa y sensación térmica).

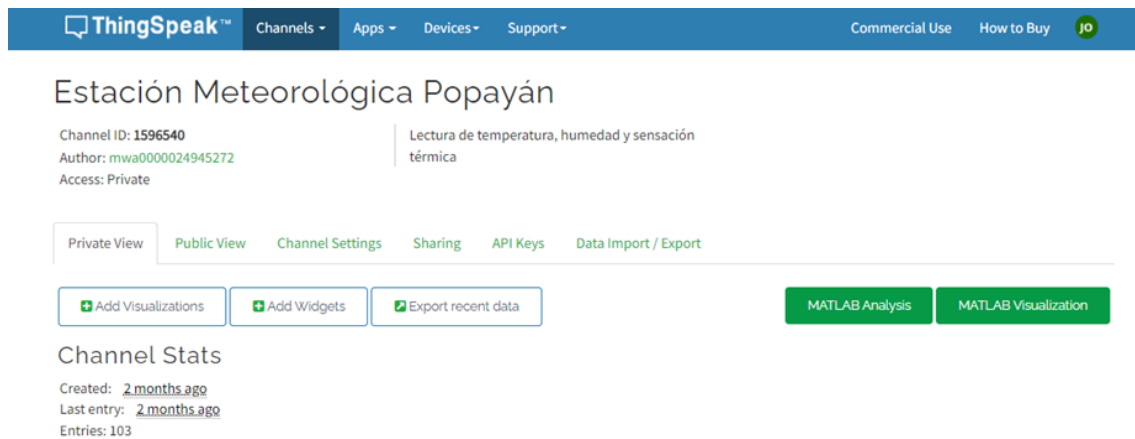
Para la interpretación de la información recolectada por los sensores, se utilizaron las plataformas y lenguajes de programación empleados para la lectura de estos datos como *Python* que al ser de código abierto y gratuito permitió desarrollar el software sin límites; mientras que *Jupyter Notebook* se empleó para el modelado estadístico y conversión de datos obtenidos por los sensores, y *ThingSpeak* que es una plataforma IoT es la que recolecta y almacena los datos en la nube para luego procesarlos. Se comprueba así entonces el uso efectivo de estas herramientas para obtener información precisa y en tiempo real de los cambios sobre temperatura, humedad relativa y sensación térmica y sensación térmica monitoreada de la ciudad de Santander de Quilichao.

Figura 24.
Lenguaje Processing



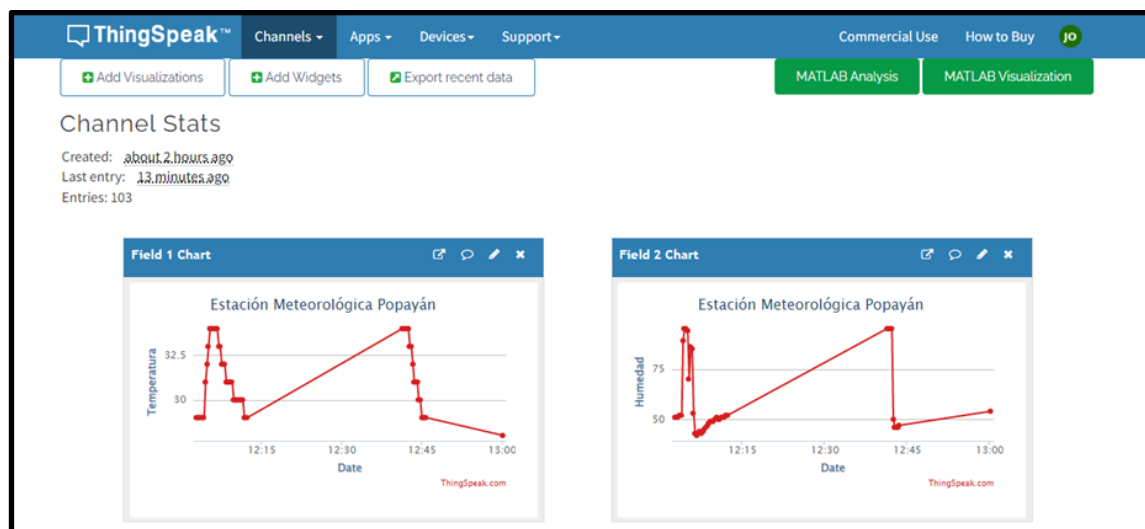
Nota: Lenguaje utilizado para búsqueda de información de la temperatura, humedad relativa y sensación térmica y sensación térmica. Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 25.
Plataforma ThingSpeak



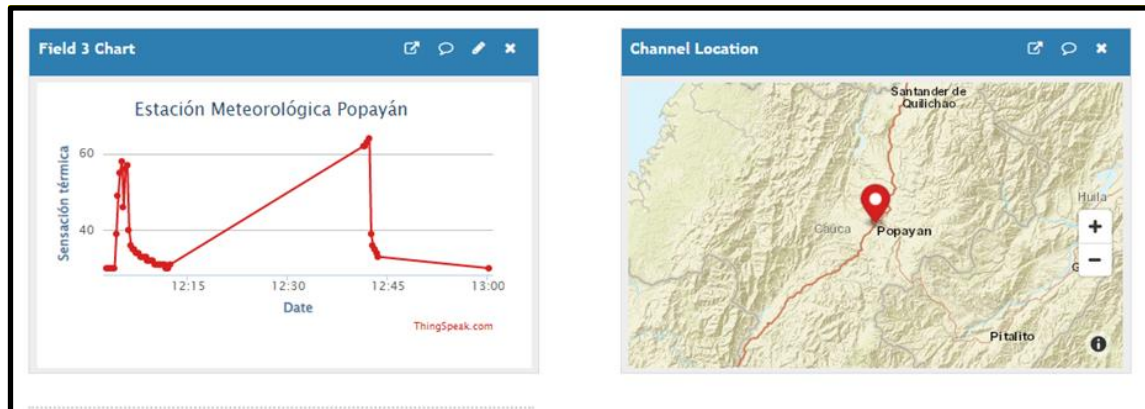
Nota: Plataforma IoT utilizada para recoger y almacenar los datos del sensor arduino en la nube. Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 26.
Plataforma ThingSpeak



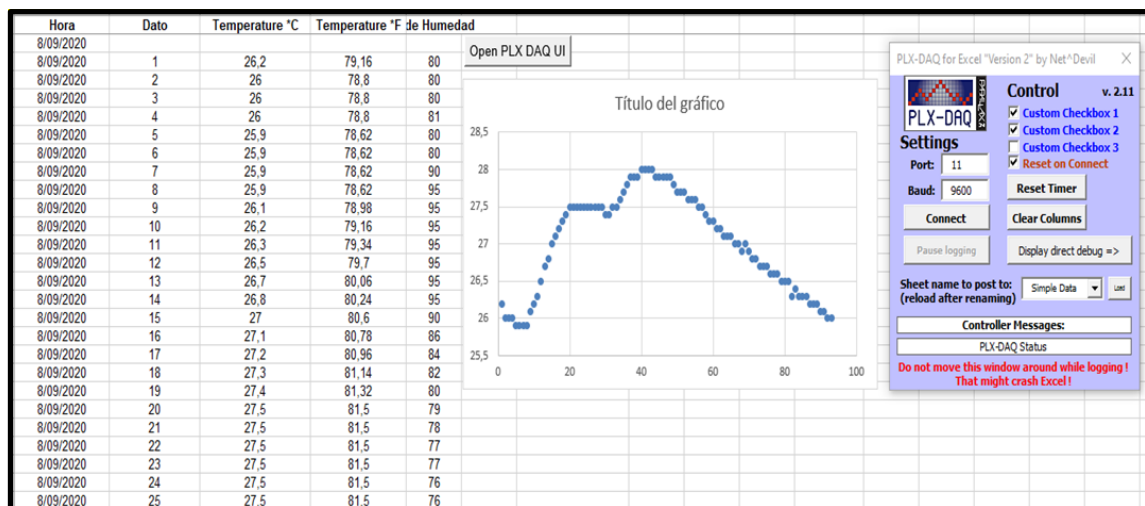
Nota: Visualización de la información generada desde el sensor arduino por medio de la plataforma ThingSpeak. Ciencia de Datos. Autoría propia.

Figura 27.
Plataforma ThingSpeak



Nota: Reportes de la información recolectada mediante la plataforma ThingSpeak. Ciencia de datos.
Autoría propia.

Figura 28.
PLX-DAQ Microcontrolador.



Nota: Herramienta que adquiere datos de microcontroladores para Excel, son utilizados para recolectar datos de cualquier sensor de temperatura y humedad relativa y sensación térmica. Ciencia de datos.
Autoría propia.

Figura 29.
Actividad en Python

```

Lee el archivo descargado de la nube : https://thingspeak.com/channels/1132442 el archivo feed.csv contiene datos de temperatura y humedad
generador por un sensor dht 11 con Arduino uno

[26]
import csv

results = []
with open('feed.csv') as File:
    reader = csv.DictReader(File)
    for row in reader:
        results.append(row)
    print(results)

i2 -0500', 'Unnamed: 1': '1356', 'field1': '25', 'field2': '62'}, {'Unnamed: 0': '2022-02-19 16:44:07 -0500', 'Unnam

```

Nota: Instrucciones iniciales de toma de temperatura y humedad relativa y sensación térmica. Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 30.
Continuación actividad en Python

```

Lee el archivo feed.csv y muestra las columnas field1: temperatura y field2 : humedad

[33]
import pandas as pd

df = pd.read_csv("feed.csv", usecols = ['field1','field2'])
print(df)

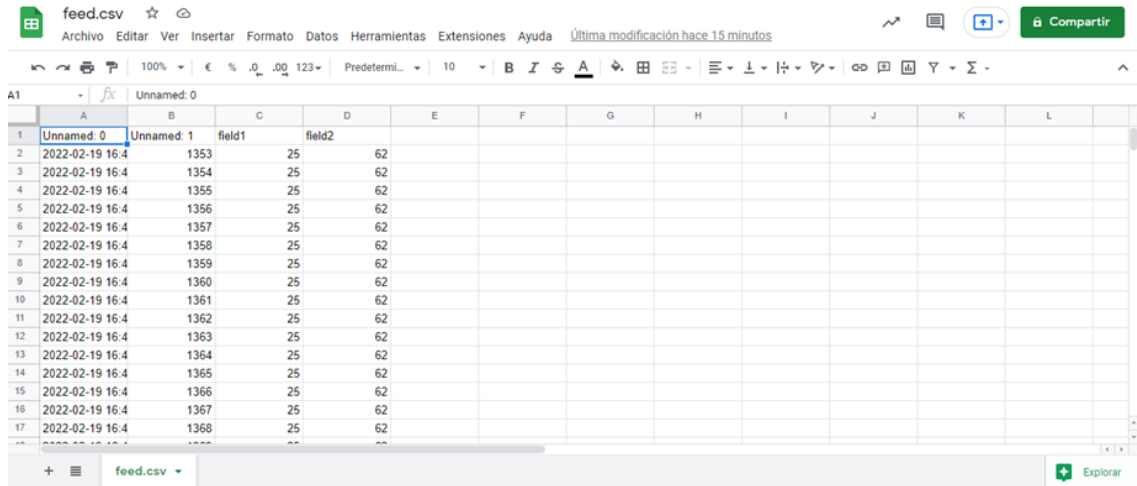
   field1  field2
0      25      62
1      25      62
2      25      62
3      25      62
4      25      62
..     ...     ...
95     25      62
96     25      62
97     25      62
98     25      62
99     25      62

[100 rows x 2 columns]

```

Nota: Lectura de archivo (feed.csv) para mostrar columnas de temperatura y humedad relativa y sensación térmica. Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 31.
Archivo feed.csv



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Unnamed: 0	Unnamed: 1	field1	field2								
2	2022-02-19 16:4	1353	25	62								
3	2022-02-19 16:4	1354	25	62								
4	2022-02-19 16:4	1355	25	62								
5	2022-02-19 16:4	1356	25	62								
6	2022-02-19 16:4	1357	25	62								
7	2022-02-19 16:4	1358	25	62								
8	2022-02-19 16:4	1359	25	62								
9	2022-02-19 16:4	1360	25	62								
10	2022-02-19 16:4	1361	25	62								
11	2022-02-19 16:4	1362	25	62								
12	2022-02-19 16:4	1363	25	62								
13	2022-02-19 16:4	1364	25	62								
14	2022-02-19 16:4	1365	25	62								
15	2022-02-19 16:4	1366	25	62								
16	2022-02-19 16:4	1367	25	62								
17	2022-02-19 16:4	1368	25	62								

Nota: Archivo utilizado para la lectura de humedad relativa y sensación térmica y temperatura . Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 32.
Continuación actividad en Python

Calcula la sensación térmica utilizando los datos de temperatura y humedad y el resultado se adiciona en una nueva columnaCalcula la sensación térmica utilizando los datos de temperatura y humedad y el resultado se adiciona en una nueva columna

```
[34] df['sentermica'] = df['field1']-(0.4*(df['field1']-10)*(1-(df['field2']/100)))
df
```

	field1	field2	sentermica
0	25	62	22.72
1	25	62	22.72
2	25	62	22.72
3	25	62	22.72
4	25	62	22.72
...	...	...	...
95	25	62	22.72
96	25	62	22.72
97	25	62	22.72
98	25	62	22.72
99	25	62	22.72

100 rows x 3 columns

Nota: Cálculo de sensación térmica con adición de resultados en columna nueva. Ciencia de datos. Autoría propia.

Figura 33.
Continuación actividad en Python

```
Se renombran las columnas field1 por Temperatura y field2 por Humedad y se muestran los cambios.
```

```
[35] df = df.rename(columns={'field1': 'Temperatura', 'field2': 'Humedad', 'sentermica': 'Sentermica'},)
      df.columns

Index(['Temperatura', 'Humedad', 'Sentermica'], dtype='object')
```

Se muestra el contenido del archivo feed.scv

```
[36] df
```

	Temperatura	Humedad	Sentermica
0	25	62	22.72
1	25	62	22.72
2	25	62	22.72
3	25	62	22.72
4	25	62	22.72
...	...	...	...
95	25	62	22.72
96	25	62	22.72
97	25	62	22.72
98	25	62	22.72
99	25	62	22.72

100 rows x 3 columns

Nota: Cambio de nombre a los archivos (field1, field2). Ciencia de datos. Autoría propia.

9. BIBLIOGRAFÍA

*Salgado, S. (2017). Diseño y Construcción de una estación portátil de medición de presión atmosférica, humedad relativa y sensación térmica relativa y temperatura. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá D.C. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6693/Dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20una%20estaci%C3%B3n%20port%C3%A1til.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*Meteorología. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2021 [fecha de consulta 17/12/2021]. Disponible en [Meteorología - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

*Medina, C. & Ramírez, W. (2019). Diseño y Construcción de Estación Meteorológica, ubicada en la Vereda El Callejón, Ricaurte-Cundinamarca. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. Recuperado de [Diseño y Construcción de Estación Meteorológica](#)

*Escribano, J., (2016). Implementación de una estación meteorológica con Arduino. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandía. España. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/77955/ESCRIBANO%20-%20Implementaci%C3%B3n%20de%20una%20estaci%C3%B3n%20meteorol%C3%B3gica%20con%20Arduino.pdf?sequence=1>

*Arduino Uno. (2021, 08, Nov). Wikipedia. La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 09:08 am, Dic 01, 2021 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno

*Sigma Electrónica LTDA. (s.f.). Sensor de humedad relativa y sensación térmica y temperatura DHT11. Colombia. Recuperado de: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/dht11/>

*Tolocka, E., (2020). Micropython: Midiendo temperatura y humedad relativa y sensación térmica con el sensor DHT11. Córdoba, Argentina.

Recuperado de: <https://www.profetolocka.com.ar/2020/12/29/micropython-midiendo-temperatura-y-humedad-relativa-y-sensación-térmica-con-el-dht11/>

*Urbano, W., & Martínez, D., (2018). Prototipo de Estación Meteorológica basada en Arduino y Web. Fundación Universitaria Los Libertadores. Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas. Programa Ingeniería de Sistemas. Bogotá D.C. Recuperado de: https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1809/urbano_william_2018.pdf?sequence=1

*(s.a). Imágenes de instrumentos de medición. Recuperado de <https://unlp.edu.ar/frontend/media/51/27751/5c5a8f71c013ea9277e46bcf4b1658b2.pdf>

*Compresoresdeairexyz. (2022). Compresores de aire acondicionado funcionamiento, componentes y ventajas. Recuperado de https://compresoresdeaire.xyz/acondicionado/#De_climatizacioacuten

*Zapata, F. (2021). Modelo atómico de Rutherford: historia, experimentos, postulados. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/modelo-atomico-de-rutherford/>

*(s.a). 2021. Máquinas eléctricas. Monografías.com. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos102/maquinas-electricas-conceptos/maquinas-electricas-conceptos>

* Areatecnología. (2021). Ondas electromagnéticas. areatecnologia.com. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/ondas-electromagneticas.htm>

* One-school. Electrical Cards. Malasya. Recuperado de <http://www.one-school.net/Malaysia/UniversityandCollege/SPM/revisioncard/physics/electricity/power.html>

*Khan Academy. 2021. Repaso de diferencia de potencial eléctrico y ley de Ohm: Términos claves, ecuaciones y Ley de Ohm. Recuperado de <https://es.khanacademy.org/science/fisica-pe-pre-u/x4594717deeb98bd3:corriente-electrica/x4594717deeb98bd3:resistencia-electrica-y-la-ley-de-ohm/a/voltage-and-ohms-law-ap1>

*Pardell, X. (2021). Apuntes de electromedicina: Ley de Ohm. Recuperado de <https://www.pardell.es/ley-ohm.html>

*J.D. Ltda. (2021). El triángulo de la ley de Ohm: Fundamentos Básicos. Suministro de materiales eléctricos. Recuperado de <https://jdelectricos.com.co/ley-de-ohm/>

*Multímetros Pro. (2021). Multímetros Analógicos: Características de un multímetro analógico. Recuperado de <https://multimetros.pro/analogicos/>

*"casiinfinity". (2020). Materiales para laboratorio: pinzas amperimétricas. Recuperado de <https://www.materialdelaboratorio.top/pinzas-amperimetricas/>

*Wikipedia. (2021). Cosímetro. Wikipedia la enciclopedia libre. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cos%C3%ADmetro>

* SolTec Instruments. Pinza Cofimétrica USB TRUE RMS - DT-3353 - CEM. Buenos Aires. Argentina. Recuperado de <https://www.soltecinstrumentos.com.ar/productos/pinza-cofimetrica-usb-true-rms-dt-3353-html/>

*Escuela Universitaria de Oficios UNLP. Clase 5: Electricidad: Instrumentos de medición. Universidad Nacional de la Plata. Recuperado de <https://unlp.edu.ar/frontend/media/51/27751/5c5a8f71c013ea9277e46bcf4b1658b2.pdf>.

*TheAlejovideos. Cómo instalar medidor de tensión para tablero.
Medidor de tensión para un tablero eléctrico domiciliario: Electricidad básica.
YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=37f8E-l0vYk>.

*Sigma Electrónica. (2021). DHT11: Sensor de humedad relativa y
sensación térmica y temperatura DHT11.
<https://www.sigmaelectronica.net/producto/dht11/>.