



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE CO, CO₂,
TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, SEDE AZOGUES

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE**

INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR: DIEGO GABRIEL MOGROVEJO ROMERO

DIRECTOR: ING. JEAN PAÚL MATA QUEVEDO

AZOGUES – ECUADOR

2020

*Yo me gradúe en los
50 años de La Cato!*

©Diego Mogrovejo R.
All Rights reserved

Agradecimientos

A Dios por haberme dado la vida y salud necesarias para culminar mi carrera universitaria, a mis padres, que con su apoyo constante, han sido un pilar fundamental en mi formación académica, con quienes he sentido la fortaleza para seguir adelante a pesar de los tropiezos y golpes que da la vida. A mi tutor, el Ing. Paúl Mata, a quien le tengo un gran aprecio y estima que a más de un profesor, lo considero un gran amigo que con sus consejos y observaciones, me han permitido prepararme de una mejor manera para la vida profesional. A mis hermanos, abuelos, amigos y demás familiares que con su apoyo y motivación han sido el eje principal para poder culminar con éxito mi carrera universitaria, a quienes estimo mucho y les quedaré agradecido siempre.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres, a la memoria de mi abuelo Daniel Mogrovejo y a mi abuelita Julieta Carrasco quienes con sus consejos y motivación hacia mi persona, me han enseñado a ser un hombre de bien, a no rendirse jamás y siempre luchar por los sueños anhelados, a ellos con mucho cariño les dedico este proyecto de grado.

Resumen

La contaminación ambiental es uno de los principales problemas que existen a nivel mundial, afectando a los seres vivos y al entorno natural en general ya que impide su normal desarrollo. El medio ambiente puede ser contaminado por la presencia de componentes nocivos que pueden ser biológicos, físicos o químicos. La emisión de gases de las fábricas, automotores y combustión de combustibles en general son el foco principal de la contaminación del aire y causantes del calentamiento global, ya que elevan la temperatura del planeta generando el efecto invernadero que se produce al quedar atrapados los rayos solares por la atmósfera densa que existe por la contaminación y al existir una tala excesiva de árboles es difícil controlar este efecto. El presente documento expone una propuesta de investigación de las condiciones ambientales que será desarrollado en el campus de la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues centrándose específicamente en la medición de la calidad del aire, se tomarán valores de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), temperatura y humedad con el objetivo de informar a la población.

PALABRAS CLAVE: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, GASES TÓXICOS, TEMPERATURA, HUMEDAD

Abstract

Environmental pollution is one of the major problems around the world with a negative impact on living beings and the natural environment since its effects cause serious damages to the planet. Nature can be contaminated by the presence of harmful components with biological, physical, or chemical characteristics. The gas emission which is released from factories, vehicles and the combustion of fuels are the main sources of air pollution into the atmosphere and also it contributes to global warming which implies an increase in the temperature of the planet causing by the greenhouse effect that takes place when the sun's rays are trapped because of the dense atmosphere. Furthermore, deforestation is growing up so it is tough to control this effect. This study contains a research proposal of the environmental conditions that will be applied to the campus of Universidad Católica de Cuenca Branch Azogues. It helps to measure air quality. Moreover, the values of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), temperature, and humidity will be collected to inform the results of the student population.

KEYWORDS: ENVIRONMENTAL POLLUTION, TOXIC GASES, TEMPERATURE, HUMIDITY.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema	2
1.2.1. El problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. General	2
1.3.2. Específicos	2
1.4. Hipótesis	3
1.4.1. La pregunta de investigación	3
1.4.2. Hipótesis	3
1.5. Revisión literaria	3
1.5.1. Contaminantes principales de un vehículo	4
1.6. Metodología	5
1.7. Plan de trabajo	6
1.7.1. Cronograma de actividades mensuales	6
2. Fundamentos teóricos	7
2.1. Introducción	7
2.2. Calidad del aire	7
2.2.1. Monóxido de carbono (CO)	7
2.2.2. Dióxido de carbono (CO ₂)	9
2.2.3. Temperatura	10
2.2.4. Humedad relativa	10
2.3. Sensores	11
2.3.1. Características dinámicas de un sensor	11
2.3.2. Sensor de Monóxido de Carbono MQ7	11
2.3.3. Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)	12
2.3.4. Sensor de radiación UV (ML8511)	13
3. Diseño, construcción e implementación del prototipo	15
3.1. Introducción	15
3.2. Arquitectura del proyecto	16
3.3. Diseño electrónico	16

3.4. Diagrama de bloques del proceso	18
3.5. Materiales y costos	18
3.6. Diseño mecánico	19
3.7. Cableado	20
3.8. Montaje	21
3.9. Calibración de los sensores	21
3.9.1. Sensor de temperatura y humedad DHT21	21
3.9.2. Sensores de CO2 y CO	22
3.10. Diagrama de flujo general de la programación de arduino	26
3.11. Montaje del prototipo armado	27
4. Análisis de resultados	28
4.1. Introducción	28
4.2. Toma de muestras y análisis	28
4.2.1. Día 1 de muestra: 7 de agosto de 2020	29
4.2.2. Día 2 de muestra: 25 de agosto de 2020	34
4.2.3. Día 3 de muestra: 30 de agosto de 2020	39
5. Conclusiones y trabajos futuros	44
5.1. Conclusiones	44
5.2. Trabajos futuros	45
A. Mediciones realizadas	48
B. Fichas técnicas	55
C. Código fuente arduino	67
D. Encuestas realizadas	71

Índice de tablas

1.1. Contaminantes principales	3
1.2. Enfermedades principales	4
1.3. Muertes a nivel mundial a causa de la contaminación ambiental en 2016	5
1.4. Cronograma de actividades mensuales	6
2.1. Índice de calidad ambiental	8
3.1. Materiales y costos	19
3.2. Valores temperatura patrón vs temperatura sensor	22
3.3. Valores humedad patrón vs humedad sensor	22
3.4. Valores CO2 patrón vs CO2 sensor	23
3.5. Valores CO patrón vs CO sensor	23
4.1. Lectura de datos 07/08/2020	29
4.2. Lectura de datos 25/08/2020	34
4.3. Lectura de datos 30/08/2020	39

Índice de figuras

1.1. Contaminación vehicular	2
2.1. Afecciones a la salud por el CO	8
2.2. Afecciones a la salud por el CO ₂	9
2.3. Sensor de Monóxido de Carbono MQ7	12
2.4. Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)	13
2.5. Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)	14
3.1. Arquitectura del proyecto	16
3.2. Diseño de la placa electrónica	17
3.3. Diseño esquemático del sistema electrónico	17
3.4. Placa electrónica implementada	18
3.5. Diagrama de procesos	18
3.6. Diseño mecánico	20
3.7. Conexión de la fuente y cableado de sensores	20
3.8. Montaje del prototipo	21
3.9. Curvas características sensores MQ	24
3.10. Regresión potencial CO	25
3.11. Regresión potencial CO ₂	25
3.12. Diagrama de flujo	26
3.13. Lugar de implementación	27
4.1. Gráfico de la temperatura	30
4.2. Gráfico de la humedad	30
4.3. Gráfico del Dióxido de Carbono	31
4.4. Gráfico del Monóxido de Carbono	31
4.5. Gráfico del índice de radiación UV	32
4.6. Gráfico general de mediciones del día 7/08/2020	33
4.7. Gráfico de la temperatura	35
4.8. Gráfico de la humedad	35
4.9. Gráfico del Dióxido de Carbono	36
4.10. Gráfico del Monóxido de Carbono	36
4.11. Gráfico del índice de radiación UV	37
4.12. Gráfico general de mediciones del día 25/08/2020	38

4.13. Gráfico de la temperatura	40
4.14. Gráfico de la humedad	40
4.15. Gráfico del Dióxido de Carbono	41
4.16. Gráfico del Monóxido de Carbono	41
4.17. Gráfico del índice de radiación UV	42
4.18. Gráfico general de mediciones del día	43
A.1. Mediciones 00h00 a 08h00	49
A.2. Mediciones 08h00 a 16h00	50
A.3. Mediciones 16h00 a 23h59	51
A.4. Mediciones 00h00 a 08h00	52
A.5. Mediciones 08h00 a 16h00	53
A.6. Mediciones 16h00 a 23h59	54

Capítulo 1

Introducción

La contaminación ambiental supone un grave problema para los seres vivos y el entorno natural al afectar a todos en general, de manera directa o indirecta (OMS, 2016). La emisión de gases de las fábricas, automotores y combustibles en general son el foco principal de la contaminación del aire, y producen también el llamado efecto invernadero, que eleva la temperatura del planeta al concentrarse los gases en gran cantidad (Martínez and Fernández, 2004).

La población estudiantil de la Universidad Católica de Cuenca, sede Azogues, es de 3027 alumnos (UCACUE, 2018) los cuáles son vulnerables a la contaminación ambiental producida por la alta circulación vehicular en la zona (El Herald, 2012) al encontrarse junto al terminal terrestre de la ciudad. Los gases emanados por los automotores contienen partículas dañinas para los seres vivos y llegan a causar graves enfermedades respiratorias al estar expuestos a los mismos por tiempos prolongados (OMS, 2016).

1.1. Antecedentes

El desconocimiento de los estudiantes acerca de la contaminación ambiental, ha sido determinado en base a encuestas realizadas por lo que contribuye a la motivación para el desarrollo del presente documento. El ambiente del planeta se encuentra repleto de gases contaminantes cuyos efectos pueden resultar perjudiciales para la salud de las personas y de los seres vivos que habitan en él.

La exposición a la contaminación ambiental en períodos prolongados puede traer graves enfermedades para las personas, y con el tiempo se pueden presentar los siguientes efectos: (Korc and Consultor, 1999)

- Cantidades elevadas de dióxido de azufre (SO₂) se asocian con sobrepeso y mortalidad, de igual manera se ha evidenciado que también afectan al sistema respiratorio.
- El Monóxido de Carbono (CO) se asocia con la hemoglobina y puede disminuir en gran cantidad la concentración de oxígeno en la sangre, generando graves problemas en el sistema cardiovascular nervioso y en el comportamiento.
- El Dióxido de Carbono (CO₂) está asociado con la falta de aire en las personas, puede generar problemas pulmonares y respiratorios.

1.2. Definición del problema

Una de las principales fuentes de contaminación ambiental a nivel mundial, son los vehículos. En el año 2009, el parque automotor del cantón Azogues tenía 12080 vehículos (Tobar González and Zea Sarmiento, 2009), si la tasa de crecimiento automotriz es del 3.5 % anual (Ortega and García, 2014), entonces para el año 2019 la ciudad tendría alrededor de 16308 vehículos. Si cada vehículo emite aproximadamente 0,32kg de CO₂ por kilómetro (Ecologistas, 2009) y en promedio por la zona circulan 10000 autos por día (El Heraldo, 2012), la cantidad de CO₂ en el ambiente sería de 3200kg de CO₂ por día.



Figura 1.1: Contaminación vehicular

Fuente: (El Heraldo, 2012)

1.2.1. El problema

La contaminación ambiental en el Campus Universitario debido a la alta circulación vehicular (El Heraldo, 2012) genera problemas reflejados a futuro en afecciones a la salud de las personas (OMS, 2016). Este importante tópico referente a la salud ha sido muy poco explorado en el Campus Universitario, por lo que resulta un tema de gran importancia a ser estudiado.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Diseñar y construir un prototipo electrónico para adquirir, monitorear y registrar en un servidor web los niveles de CO, CO₂, temperatura y humedad en la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues.

1.3.2. Específicos

- Fundamentar las teorías base para el desarrollo del proyecto, mediante el estudio del estado del arte para verificar la situación actual sobre la contaminación del medio ambiente.

- Determinar la situación actual sobre el cuidado de la contaminación ambiental en la ciudad de Azogues, de manera concreta en el Campus Universitario, por medio de encuestas dirigidas a los estudiantes para proponer el diseño de un sistema informativo.
- Diseñar, construir e implementar un prototipo electrónico que sea capaz de adquirir, monitorear y registrar en un servidor los niveles de CO, CO₂, temperatura y humedad.
- Proporcionar una herramienta informativa en tiempo real e informar a la comunidad los resultados obtenidos mediante la difusión de información por redes sociales, charlas o medios periodísticos.
- Realizar pruebas y validar el equipo mediante el análisis de los resultados obtenidos.
- Proponer conclusiones y trabajos futuros en base al estudio realizado.

1.4. Hipótesis

1.4.1. La pregunta de investigación

¿En qué medida se genera conciencia ambiental y de salud en la población estudiantil la implementación de un prototipo electrónico que informe las condiciones ambientales?

1.4.2. Hipótesis

El aporte de información climática produce interés por el bien del medio ambiente y genera a su vez sentido de responsabilidad en las personas que las lleva a cuidar de una mejor manera su salud.

1.5. Revisión literaria

El aire exterior está compuesto por muchas partículas invisibles al ojo humano, muchas de las cuales resultan dañinas para el ser humano, dentro de estos contaminantes que han sido reconocidos como potenciales agentes de efectos negativos en la salud se encuentran los siguientes gases: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Ozono (O₃), Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Material Particulado (PM) (Yassi et al., 2002). La fuente principal de emisión de este tipo de partículas, y los daños que ocasionan a la salud, están representados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Contaminantes principales

Contaminante	Fuente principal	Efectos en la salud
Ozono (O ₃)	Emisiones de automóviles.	Inflamación de las vías aéreas.
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Combustión carbón, gasolina.	Irritación en las vías respiratorias superiores.
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Estufas de gas, chimeneas.	Incidencia de asma, lesiones bronquiolos.
Monóxido de Carbono (CO)	Motores, hornos, calentadores.	Intoxicación aguda, asfixia, muerte.
Partículas finas (PM _{2.5})	Combustión industrial, incendios.	Penetra en las vías respiratorias, asma.

Fuente: (Espinoza and Molina, 2014)

En el país, múltiples estudios se han realizado referentes a la contaminación atmosférica en varias ciudades, como son Guayaquil, Esmeraldas, Ambato, Cuenca, y Quito, en dónde existe un centro de monitoreo continuo de datos atmosféricos. Por otro lado, en el año de 1986 se inició el monitoreo parcial en la ciudad de Cuenca, que dio paso al estudio de las variables ambientales en la zona sur del país, razón por la cual se pretende también implementar un sistema similar en la ciudad de Azogues (Espinoza and Molina, 2014). Los estudios de monitoreo que se realizaron en el país fueron principalmente para detectar índices de monóxido de carbono y de enfermedades en niños escolares de Quito y Cuenca, en donde se encontró que la mayoría de problemas respiratorios eran de niños de ese rango de edad. Los resultados en Quito mostraron una alta cantidad de infecciones respiratorias en niños que provenían de las zonas más contaminadas (Estrella et al., 2000).

En el año 2007 en el país se pudo determinar que la mayor fuente de contaminación ambiental era la producida por el tráfico vehicular, que tenía un índice del 85 %, el 3,5 % provenía de las centrales térmicas, 2,7 % industrias y el 8,8 % de otras fuentes (Espinoza and Molina, 2014). Si se hace referencia a la ciudad de Cuenca, en el año 2012 las muertes por enfermedades cardiopulmonares y cáncer de pulmón fueron de 101 lo cual se puede observar en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: Enfermedades principales

Enfermedades	Código	Hombres fallecidos	Mujeres fallecidas
Cáncer de pulmón	C33-34	10	12
Infecciones respiratorias	J10-J22	5	3
Enfermedad pulmonar	J40-J44, J47	14	28
Enfermedades del corazón	I20-I25	17	22
TOTAL		46	55

Fuente: (Espinoza and Molina, 2014)

1.5.1. Contaminantes principales de un vehículo

El vehículo al ser un medio de transporte que produce combustión para su funcionamiento, emite distintos gases contaminantes que afectan el bienestar y la salud del ser humano y generan cambios en el medio ambiente, solo en 2012 se contabilizaron 7 millones de muertes a nivel mundial por la exposición a un ambiente contaminado (OMS, 2016) obviamente la contaminación ambiental está causada por muchos otros factores más, pero uno de los principales es la emisión de gases de los vehículos, que aporta un 13 % de la contaminación total (Editorial El Mundo, 2017). Entre los principales gases que emiten los motores de combustión interna, propiamente de los vehículos, se encuentran el Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Azufre (SOx), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Hidrocarburos no quemados (HC) y Dióxido de Carbono (CO₂) siendo este último, el principal gas invernadero (Isan, 2017).

Según los datos que otorga la Organización Mundial de la Salud, las muertes a nivel mundial debidas a la contaminación atmosférica en el año 2016 se presentan en la Tabla 1.3. Se puede observar que las principales causas de fallecimiento son los accidentes cerebro vasculares y la cardiopatía isquémica, esto es debido a la falta de oxigenación en el cerebro y la sangre por causa de un ambiente alto en contaminación.

Tabla 1.3: Muertes a nivel mundial a causa de la contaminación ambiental en 2016

Causa de fallecimiento	Porcentaje
Cáncer de pulmón	6 %
Accidente cerebro-vascular	40 %
Neumopatía crónica obstructiva	11 %
Cardiopatía isquémica	40 %
Infección vías respiratorias	3 %

Fuente: (OMS, 2016)

1.6. Metodología

A continuación se presenta la metodología a seguir para la elaboración del proyecto, será llevada de la siguiente manera:

1. Análisis del estado del arte

Revisión de investigaciones realizadas previamente por otras personas, que son fundamentales para establecer la base de este estudio. Estos datos servirán de guía para la continuación de este proyecto al ser un pilar del cuál se podrá obtener mayor información.

2. Diagnosticar la situación actual del problema

Mediante el uso de encuestas se pretende conocer el pensamiento de las personas que estarán involucradas directa o indirectamente con el proyecto. En esta investigación, parte de las encuestas responderán a preguntas acerca del conocimiento que tienen las personas de la contaminación por CO y CO₂.

3. Diseñar y construir el prototipo electrónico propuesto para la toma de datos

Se diseñará y construirá un dispositivo que será capaz de adquirir, mostrar y registrar los valores de CO, CO₂, temperatura y humedad en un servidor web.

4. Análisis de los resultados obtenidos y validación del equipo

Se procede a validar el equipo con el análisis de los datos obtenidos para tratar de establecer las posibles relaciones que tendrían cada uno de estos valores. Se muestran todos los datos obtenidos, tablas, gráficas, comparativas, etc.

5. Conclusiones y trabajos futuros

En esta sección se discutirá los resultados obtenidos conforme los requerimientos para así poder generar conclusiones y trabajos futuros relacionados con el proyecto.

1.7. Plan de trabajo

1.7.1. Cronograma de actividades mensuales

Tabla 1.4: Cronograma de actividades mensuales

	ACTIVIDADES	AÑO					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
I	Análisis del estado del arte y recopilación bibliográfica.	X	X				
II	Revisión y aprobación del Capítulo I por el tutor.		X				
III	Diagnosticar la situación actual del problema.			X			
IV	Revisión y aprobación del Capítulo II por el tutor.			X			
V	Diseño, construcción e implementación del prototipo.				X	X	
VI	Validación del equipo y análisis de los resultados obtenidos.				X	X	
VII	Revisión y aprobación del Capítulo final por el tutor.						X

Fuente: Autor

Capítulo 2

Fundamentos teóricos

2.1. Introducción

La revisión teórica es fundamental en el estudio de un proyecto, ya que proporciona una amplia visión de lo que se quiere lograr. En esta oportunidad, el capítulo estará centrado en las bases teóricas que se fundamentan en la contaminación ambiental, centrándose principalmente en los datos del monóxido y dióxido de carbono, la temperatura y la humedad. Se propone las características del dispositivo electrónico a implementarse y la definición de los elementos que se utilizarán.

2.2. Calidad del aire

2.2.1. Monóxido de carbono (CO)

El Monóxido de Carbono (CO) es un gas altamente contaminante, no tiene color ni olor, es tóxico e inflamable. Es responsable de un gran número de muertes al año, ya que, si se expone a este gas por tiempos prolongados, dificulta la respiración y ocasiona la muerte. Las fuentes principales que originan este componente nocivo es la quema de combustibles como es la gasolina, kerex, carbón, petróleo, entre otros. Los vehículos parados con el motor encendido también generan este gas, siendo esta causa otra de las principales razones por las que mueren las personas, ya que se quedan dormidas al interior del vehículo cuando este se encuentra encendido (Consejería de Salud de la Región de Murcia, 2010).

Según (Consejería de Salud de la Región de Murcia, 2010), el envenenamiento por monóxido de carbono causa multitud de efectos debido a la inhibición de la oxidación celular, produciendo hipoxia en el tejido y envenenamiento celular. Los síntomas que se producen en el organismo por el envenenamiento de este gas son similares al de una enfermedad viral, las personas pueden presentar náuseas, dolor de cabeza, cansancio, somnolencia, fatiga y falta de respiración. El sistema nervioso central y en el miocardio son los sistemas de órganos que más se ven afectados por el envenenamiento de este gas, ya que son los que más dependen del oxígeno (Consejería de Salud de la Región de Murcia, 2010).

Tabla 2.1: Índice de calidad ambiental

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	CO 8h (ppm)
0 - 50	Verde	Bueno	0 - 4.4
51 - 100	Amarillo	Moderado	4.5 - 9.4
101 - 150	Naranja	Dañino para personas sensibles	9.5 - 12.4
151 - 200	Rojo	Dañino para todas las personas	12.5 - 15.4
201 - 300	Púrpura	Muy dañino a la salud	15.5 - 30.4
301 - 500	Marrón	Peligroso	30.5 - 50.4

Fuente: (Omicrono, 2017)

Afecciones a la salud causadas por el CO

A los pocos minutos de respirar este gas, la persona puede fallecer ya que sustituye rápidamente al oxígeno que se encuentra en la sangre. Al contaminarse el oxígeno de la sangre, se convierte en carboxihemoglobina el cuál no puede transportar el oxígeno y perjudica de esta manera a los tejidos, ya que al no recibir suficiente oxígeno se empiezan a degradar.

En el caso de envenenamiento por este gas, a partir de un 75 % de concentración de monóxido de carbono en la sangre, la solución es inmediatamente salir del lugar contaminado y respirar aire fresco para que ingrese oxígeno puro al cuerpo, de esta manera va disminuyendo el CO en la sangre. Anualmente, miles de personas pierden la vida accidentalmente por la inhalación de este mortal gas que afecta en mayor cantidad a los niños pequeños, embarazadas y personas mayores. (Katzung et al., 2010). En la Figura 2.1, se puede apreciar los efectos del CO sobre las personas según las partes por millón y el tiempo a las que se encuentren expuestos.

Como actúa sobre las personas

Efectos del Monóxido de Carbono en la salud

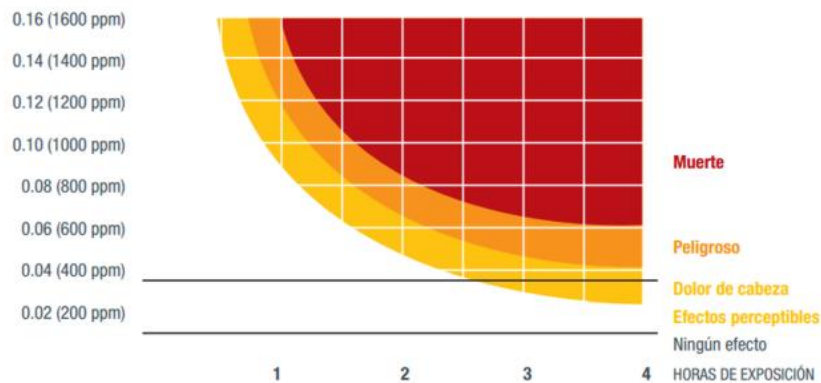


Figura 2.1: Afecciones a la salud por el CO

Fuente: (Katzung et al., 2010)

2.2.2. Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas altamente contaminante, que se encuentra en el medio ambiente en una proporción aproximada de 380 partes por millón (ppm).

Uno de los efectos que produce principalmente el CO₂, es el ahogo por la falta de oxígeno, cuando este se reduce al 20 % aproximadamente generando una sensación incómoda para la persona. En altas concentraciones de este gas, con aproximadamente 3000 ppm, llega a producir dolores de cabeza, bajos sentidos de percepción, y dificultades al respirar. En ambientes cerrados como consultorios u oficinas, el malestar se empieza a sentir a partir de las 800 a 1000 ppm. Por eso es recomendable, si se encuentran bastantes personas en el lugar, abrir la ventana o tener una ventilación adecuada para evitar esos problemas (Fundación para la Salud Geoambiental, 2018).

Concentración de CO₂ en el ambiente

En ambientes de aire limpio, la concentración de Dióxido de Carbono oscila entre 10 a 300 ppm (partes por millón) y alcanza las 700 ppm en ambientes ciudadanos. Los valores máximos recomendados para ambientes interiores como estudios u oficinas no deben exceder las 1000 ppm, teniendo especial cuidado al existir bastantes personas en el lugar, ya que la concentración de este gas aumenta con cierta facilidad. Por ejemplo en una oficina de 25 metros cuadrados que laboran 4 personas, el CO₂ puede llegar a alcanzar valores de hasta 2000 ppm al cabo de una hora si el lugar no está ventilado, lo que puede ocasionar fatiga, dolor de cabeza y malestar a las personas (IBERICA, 2017).

Afecciones a la salud causadas por el CO₂

Nuestro organismo es muy sensible al CO₂, ya que una pequeña variación en la concentración del aire respirado, hace que suba de inmediato el ritmo en la respiración, pasando de los 7 litros por minuto (valor normal) a los 26 litros por minuto (con concentraciones del 5 % de CO₂) por lo que genera un estado de ansiedad y estrés a la persona que le sucede. La solución es alejarse del lugar contaminado y respirar aire puro para normalizar el ritmo de la respiración (INRS and NIOSH, 2009). En la Figura 2.2, se puede apreciar los efectos del CO₂ sobre las personas según las partes por millón presentes en el ambiente.

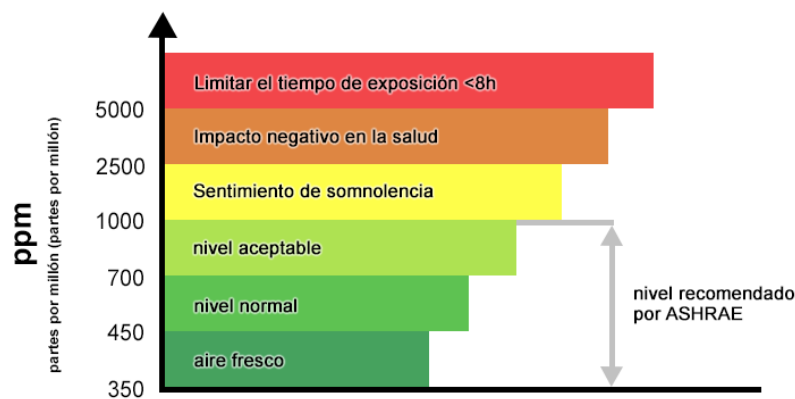


Figura 2.2: Afecciones a la salud por el CO₂

Fuente: (Axiomet, 2015)

- A partir de 0,1 %, (1000 ppm), el CO₂ se convierte en uno de los factores de asma o del síndrome de los edificios. Esta concentración es el máximo permitido para el diseño de sistemas de aire acondicionado, en el interior de los edificios y de las viviendas.
- Por encima de 0,5 %, (5000 ppm), es la exposición ocupacional máxima que se permite en la mayoría de los países, y el máximo permitido para el diseño de equipos de aire acondicionado en los aviones no debe sobrepasarlo.
- 3 veces esa tasa (1,5 %, o 15000 ppm) es la exposición laboral máxima por un máximo de 10 minutos.
- A partir de 4 % de CO₂ en el aire, (40000 ppm) se alcanza el umbral de efectos irreversibles sobre la salud (el umbral mínimo que obliga a una evacuación inmediata de los locales).
- A partir del 10 % y una exposición superior a 10 minutos sin un recurso de reanimación rápida, se produce la muerte.

Rapidez de cambios en la concentración de CO₂

Al aire libre, como en parques o jardines, la concentración de CO₂ puede aumentar drásticamente debido a la gran cantidad de personas que puedan encontrarse en el lugar, ya que mientras juegan, corren o realizan cualquier tipo de actividades físicas, pueden llegar a alterar los valores de CO₂ hasta las 5000 ppm mediante la exhalación. De manera similar, puede ocurrir en un hogar, una persona mientras duerme, es capaz de cambiar de 350 ppm a 6000 ppm la concentración de CO₂ en una habitación, por lo que se recomienda tener presente la ventilación de los espacios y así evitar elevar los valores de este gas (Axiomet, 2015).

2.2.3. Temperatura

La temperatura es una propiedad física de la materia, hace referencia al concepto común de calor que puede ser medido mediante el uso de un termómetro. Está definida como una magnitud escalar que se encuentra relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, más comúnmente relacionado con los movimientos de las partículas del sistema en cualquier tipo de movimiento, sean estos rotacionales, traslacionales o en forma de vibraciones. A medida que la energía cinética es mayor, se observa que el cuerpo se va calentando, es decir, que su temperatura aumenta por el roce de las partículas entre sí (BEngel and Boles, 2009).

2.2.4. Humedad relativa

Se define a la humedad como la relación que existe entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua. El valor de la humedad depende de la temperatura y la presión del sistema que se desee medir, por ejemplo, con la misma cantidad de vapor de agua se produce una mayor humedad relativa en el aire frío que en el aire caliente. Los valores de la humedad vienen representados en porcentaje, en donde el 100 % representa que el aire está bastante saturado de humedad y se encuentra en su punto de rocío, estas mediciones se pueden obtener mediante el uso de un higrómetro, que es el dispositivo utilizado para medir la humedad ambiental (Wolkoff et al., 2007).

2.3. Sensores

Un sensor es un dispositivo diseñado para obtener o recibir la información de una magnitud del mundo exterior y transformarla en otra magnitud que por lo general es eléctrica para poder cuantificarla y manipularla. Normalmente un sensor está construido de componentes pasivos que varían su magnitud en función de alguna variable, en el mercado existen muchos tipos de sensores como son sensores de posición, captadores fotoeléctricos, sensor de contacto, por ultrasonido, de movimiento, de velocidad, de aceleración, entre otros. Las áreas de aplicación de los sensores pueden ser en la industria automotriz, robótica, aeroespacial, medicina, etc. (Molina, 2017).

2.3.1. Características dinámicas de un sensor

Esto hace referencia al comportamiento que tiene el sensor en el momento en que cambia su valor de entrada y el tiempo hasta que logra su valor de estado estable (LATAM, 2018).

- **Tiempo de respuesta**

Tiempo transcurrido desde que se ha aplicado una entrada constante hasta que se produce una respuesta a la salida.

- **Constante de tiempo**

Medida de la inercia del sensor, es considerado como el tiempo que tarda en reaccionar a los cambios que se producen en la entrada.

- **Tiempo de levantamiento**

Es el tiempo que requiere la salida para llegar a un estado estable.

- **Tiempo de asentamiento**

Es el tiempo que tarda la salida en alcanzar un valor determinado.

2.3.2. Sensor de Monóxido de Carbono MQ7

La Figura 2.3, presenta el sensor MQ7 utilizado para detectar la concentración de Monóxido de Carbono (CO) en el ambiente, detecta valores que oscilan entre las 2 a 2000 ppm. Tiene una salida analógica que proviene de un divisor de voltaje formado por el sensor y una resistencia de carga, también dispone de una salida digital que puede ser calibrada con un potenciómetro, la cual dispone de un led indicador (NAYLAMP, 2018). La hoja técnica con su curva característica y detalles en general se encuentra en el Anexo B .

Características:

- Voltaje necesario para su funcionamiento: 5V DC.
- Voltaje necesario para calentar el sensor: 5V (alto) y 1.4V (bajo).
- Tiempo de calentamiento del sensor: 60s (alto) y 90s (bajo).
- Consumo aprox. de resistencia: 350mW.



Figura 2.3: Sensor de Monóxido de Carbono MQ7
Fuente: (NAYLAMP, 2018)

2.3.3. Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)

Como se muestra en la Figura 2.4, el DHT21 es un sensor de característica digital que mide la temperatura y humedad relativa del entorno en el que se encuentra, tiene una alta precisión y viene construido en un empaque plástico de buena calidad, tiene un sensor capacitivo que utiliza para medir la humedad, un termistor y un microcontrolador que se encarga de convertir las señales analógicas en digitales.

Para su uso, se puede complementar con las plataformas Arduino/Raspberry, dispone de librerías para su programación en Arduino, posee 3 cables rojo, negro y amarillo; el cable rojo estará conectado a la fuente de alimentación (3.5 VDC), el cable negro a tierra (0 VDC) y el cable amarillo a un pin digital para recibir la señal (NAYLAMP, 2018). La hoja técnica con su curva característica y detalles en general se encuentra en el Anexo B.

Características

Las características técnicas del sensor se presentan a continuación: (NAYLAMP, 2018).

- Voltaje de funcionamiento: 3.5V a 5.5 VDC.
- Corriente de funcionamiento: 1mA a 1.5mA.
- Rango de temperatura: -40 hasta 80 grados centígrados.
- Rango de precisión de la temperatura: +- 0.5 grados centígrados.
- Rango de medición de la humedad: 0 a 100 % RH.
- Precisión de la humedad: +- 3 %.



Figura 2.4: Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)
Fuente: (NAYLAMP, 2018).

2.3.4. Sensor de radiación UV (ML8511)

La Figura 2.5 muestra al ML8511, un sensor analógico que mide la cantidad de luz ultravioleta (UV), se usa por ejemplo, en proyectos de monitoreo ambiental para detectar el índice UV que llega desde el sol a cierta ubicación. Puede detectar luz con longitudes de onda comprendidas entre 280 a 390 nm, que comprenden al espectro UV-A y UV-B, su salida analógica es de tipo lineal y se relaciona directamente con la intensidad UV en mW/cm² (NAYLAMP, 2018). La hoja técnica con su curva característica y detalles en general se encuentra en el Anexo B.

Características

Las características técnicas del sensor se presentan a continuación: (NAYLAMP, 2018).

- Voltaje de funcionamiento: 5 VDC.

- Longitud de medición de onda entre 280-390 nm.
- Bajo consumo de energía.
- Salida analógica.



Figura 2.5: Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301)

Fuente: (NAYLAMP, 2018).

Capítulo 3

Diseño, construcción e implementación del prototipo

3.1. Introducción

La creación de un dispositivo electrónico que pueda monitorear las variables del aire hoy en día se ha vuelto un tema de gran interés a nivel mundial, muchos países buscan la forma de poder reducir el índice de contaminación ambiental de sus ciudades. Este proyecto propone ayudar a las personas con información en tiempo real a cerca de las condiciones ambientales de la ciudad de Azogues, centrándose principalmente en informar a la población de la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues. El proyecto consta de tres partes: el diseño electrónico, diseño mecánico y la implementación del prototipo, representaciones gráficas de cada proceso indicarán paso a paso la elaboración del proyecto.

El diseño de la placa electrónica PCB fue realizado con software digital de diagramación electrónica llamado EAGLE, en el cual se diseñaron las pistas y conexiones necesarias entre los diferentes elementos para que el proyecto funcione de manera óptima, teniendo especial cuidado con el microcontrolador (Arduino) y el módulo de red (Ethernet) que son elementos muy importantes para el envío y recepción de información a la red.

En la parte mecánica, se hace uso de una caja metálica con protección IP55, protectores para los sensores exteriores y pegamento sellante para evitar el ingreso de polvo y agua por pequeñas imperfecciones que puedan existir.

Por último, la implementación se realiza una vez terminados los diseños y pruebas para comprobar que el prototipo funciona de manera correcta y eficiente.

3.2. Arquitectura del proyecto

En la Figura 3.1 se observa la arquitectura del proyecto que ilustra el funcionamiento del mismo. Los sensores son los encargados de medir los datos del medio ambiente y a su vez transmiten esta información en forma de señales eléctricas al microcontrolador Arduino, de esta forma todos los datos recibidos son analizados y enviados por medio de una conexión Ethernet al servidor web ThingSpeak en donde se almacenan en una base de datos. La información puede ser observada en tiempo real o analizar un documento histórico de mediciones mediante una aplicación móvil o desde la página de ThingSpeak desde cualquier dispositivo.

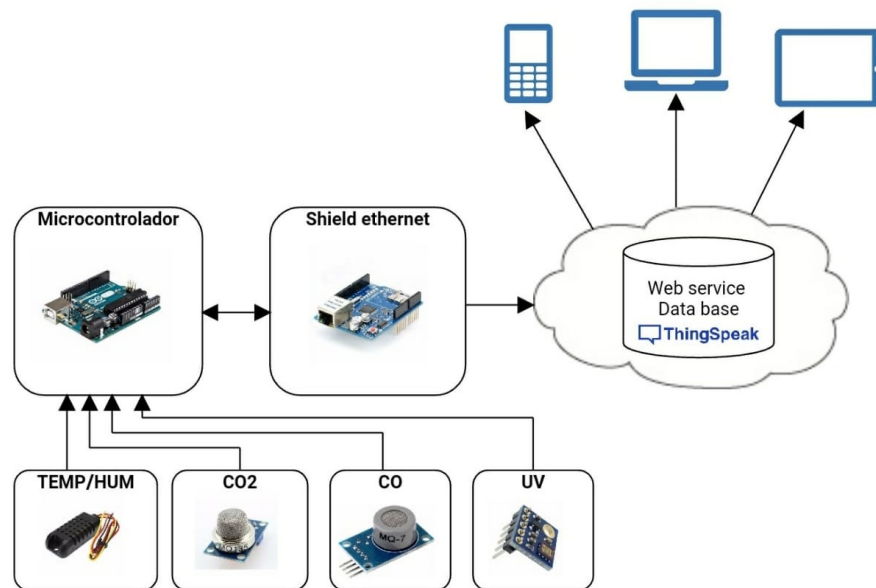


Figura 3.1: Arquitectura del proyecto

Fuente: Autor

3.3. Diseño electrónico

El diseño del proyecto contempla realizar una placa PCB (Printed Circuit Board) para facilitar el montaje, conexión y dar mayor flexibilidad al proyecto, así como también reducir la cantidad de ruido por exceso de cableado. Dentro de este apartado, se ha realizado el diseño y el esquema de una placa electrónica en el software computacional Eagle, como se puede observar en las Figuras 3.2 y 3.3 respectivamente, la cual luego ha sido impresa, de esta manera mejora la conexión de los componentes al tener sus elementos embebidos, esta placa consta de pistas que interconectan las salidas de Arduino con borneras externas y de esta manera evitar dañar los pines del microcontrolador al realizar las conexiones, también dispone de varios elementos como resistencias, capacitores, entre otros, que le permiten al sistema funcionar de manera óptima. El resultado de la placa final se puede observar en la Figura 3.4 .

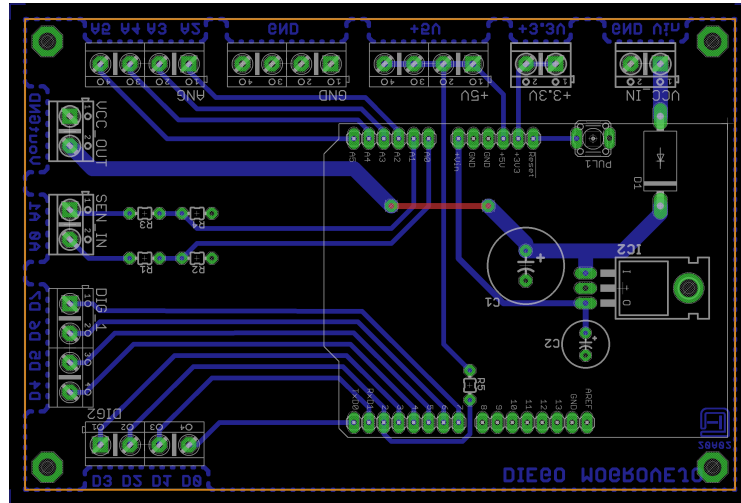


Figura 3.2: Diseño de la placa electrónica

Fuente: Autor

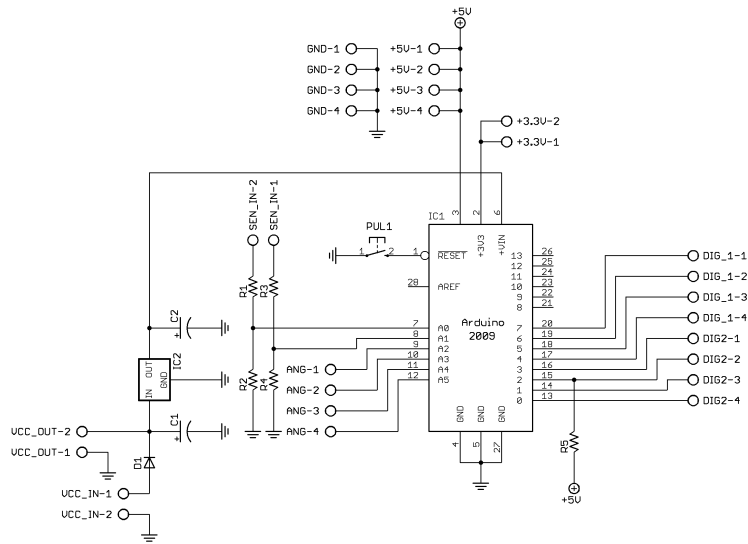


Figura 3.3: Diseño esquemático del sistema electrónico

Fuente: Autor

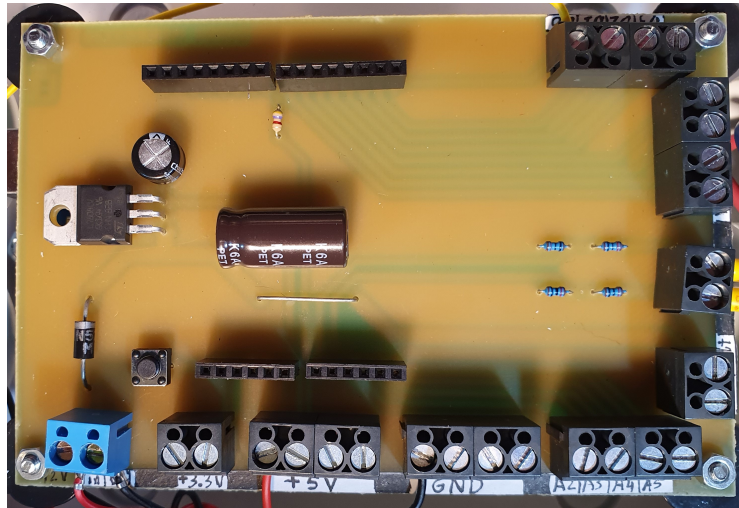


Figura 3.4: Placa electrónica implementada

Fuente: Autor

3.4. Diagrama de bloques del proceso

En la Figura 3.5 se puede observar el diagrama de bloques de los procesos que sigue el proyecto, iniciando con la lectura de los valores mediante los sensores, a continuación se produce la captura de los datos y se normalizan todos los valores, luego se realiza la comprobación de la conexión Ethernet, la cual si es favorable, se procede al guardado de los datos en el servidor (ThingSpeak). Por último, la información almacenada en la base de datos del servidor podrá ser visualizada por los usuarios mediante sus dispositivos electrónicos.



Figura 3.5: Diagrama de procesos

Fuente: Autor

3.5. Materiales y costos

En un proyecto tecnológico, los materiales y componentes son una de las partes más importantes del mismo, ya que mediante sus elementos se permite la conexión necesaria entre los dispositivos utilizados, en donde cada uno cumple su función específica. En la construcción de este proyecto se utilizan los materiales detallados a continuación (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Materiales y costos

Componente/Elemento	Modelo/Valor	Cantidad (unidad)	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Arduino	UNO	1	35,00	35,00
Resistencia	1Kohm	4	0,05	0,20
Resistencia	4.7 Kohm	1	0,05	0,05
Capacitor	2200 uF	1	1,00	1,00
Capacitor	47 uF	1	1,00	1,00
Diodo	1N5408	1	1,00	1,00
Regulador de voltaje	L7805	1	1,00	1,00
Pulsante	-	1	0,25	0,25
Par de borneras	-	14	0,50	7,00
Peineta Arduino	H-M	4	0,25	1,00
Impresión placa PCB	-	-	40,00	40,00
Sensor Monóxido de Carbono	MQ7	1	10,00	10,00
Sensor Dióxido de Carbono	MQ135	1	10,00	10,00
Sensor Temperatura y Humedad	DHT21	1	10,00	10,00
Sensor UV	ML8511	1	10,00	10,00
Caja plástica impermeable	-	-	10,00	10,00
Caja metálica impermeable	-	-	20,00	20,00
Varios/otros	-	-	-	20,00
TOTAL	-	-	-	177,50

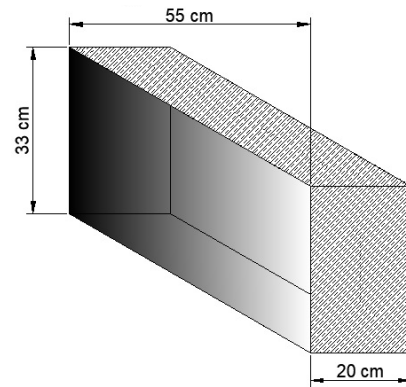
Fuente: Autor

3.6. Diseño mecánico

El diseño mecánico para la protección de los elementos electrónicos es importante para que su implementación sea duradera, ya que debe ser capaz de resistir condiciones ambientales al estar en la intemperie. Para este diseño se dispone de una caja metálica antes mencionada, como se observa en la Figura 3.6a, dentro de la cuál irá acoplada una caja plástica que contiene toda la electrónica necesaria para llevar a cabo el funcionamiento óptimo del proyecto. En la Figura 3.6b se pueden observar las dimensiones de la caja utilizada.



(a) Caja metálica



(b) Dimensiones de la caja metálica

Figura 3.6: Diseño mecánico

Fuente: Autor

3.7. Cableado

Las conexiones y el cableado para el correcto funcionamiento deben mantener un orden y estar alineados a la normativa, por ejemplo, se debe tener en cuenta la cantidad de corriente que circulará por los elementos para definir el calibre del cable, el espacio disponible entre cada uno de ellos, que posean o sean fabricados de un buen material aislante para evitar cortocircuitos y esté realizada una buena conexión a tierra. De acuerdo a los cálculos, se ha determinado que se debe usar cableado flexible calibre 18 AWG para las conexiones de la placa electrónica con los sensores y la alimentación, también se utiliza un cable de red UTP que servirá para conectar el puerto Ethernet de la shield de Arduino con la red, y por último se hará uso de cable flexible 16AWG para la alimentación principal. En la Figura 3.7 se puede observar parte del cableado de la alimentación y de los sensores.

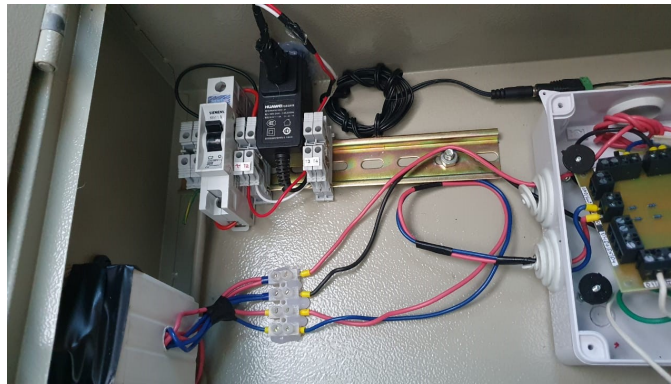


Figura 3.7: Conexión de la fuente y cableado de sensores

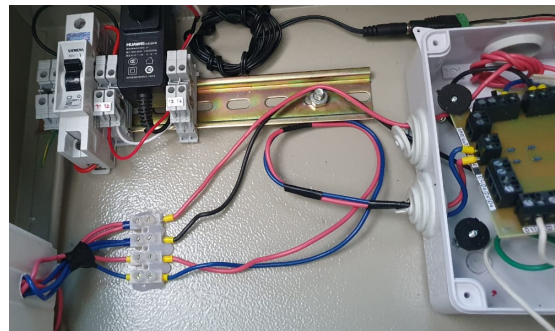
Fuente: Autor

3.8. Montaje

Para el montaje, se utiliza: una caja metálica IP55, una caja plástica IP65, un riel metálico, tornillos, cables, un Arduino UNO, un shield Ethernet, un transformador 110VCA/5VDC, un breaker, una placa electrónica diseñada e impresa previamente, un sensor de calidad de aire MQ7, un sensor de calidad de aire MQ135 y un sensor de temperatura y humedad. Para iniciar, se realizó el montaje de ambos sensores en la caja sujetados mediante tornillos (Figura 3.8a), a continuación se montó el breaker, el transformador y la caja plástica dentro de la caja metálica (Figura 3.8b), luego se implementó la placa electrónica de forma que pueda ser conectada directamente a Arduino y sus pines queden expuestos al exterior con las borneras, al final se fijó todo con tornillos en la caja plástica previamente instalada y por último se realizaron todas las conexiones respectivas para proceder con las pruebas.



(a) Sensores de CO y CO2



(b) Cableado de los sensores

Figura 3.8: Montaje del prototipo

Fuente: Autor

3.9. Calibración de los sensores

Los sensores utilizados en la construcción de este proyecto, como se mencionó en apartados anteriores son: Sensor de temperatura y humedad DHT21 (AM2301), Sensor de Monóxido de Carbono MQ7 y Sensor de Dióxido de Carbono MQ135. A continuación, se detalla el proceso de calibración de los sensores ajustando el porcentaje de error entre cada uno de ellos al mínimo con respecto a un sensor comercial, su error se calcula con la fórmula:

$$\text{Error (\%)} = (\text{valor real} - \text{valor medido}) / \text{valor real} * 100$$

3.9.1. Sensor de temperatura y humedad DHT21

Los valores presentados a continuación hacen referencia a las mediciones realizadas del sensor de temperatura y humedad implementado en el proyecto frente a un sensor comercial similar, mediante un potenciómetro propio que viene implementado de fábrica, se trata de ajustar su error al menor valor posible. La información de este sensor se puede observar de manera técnica y detallada en el Anexo B.

Temperatura

Error promedio: 1.72 %

Tabla 3.2: Valores temperatura patrón vs temperatura sensor

Fecha y hora de lectura	TempSensor (°C)	TempPatron (°C)	Error (%)
17/ago/20 a las 23h30	9.70	9.90	2.02
19/ago/20 a las 08h00	18.2	18.5	1.62
22/ago/20 a las 12h00	20.0	20.3	1.47
23/ago/20 a las 15h30	18.7	19.0	1.57
26/ago/20 a las 20h00	12.6	12.85	1.94

Fuente: Autor

Humedad

Tabla 3.3: Valores humedad patrón vs humedad sensor

Fecha y hora de lectura	HumSensor (°C)	HumPatron (°C)	Error (%)
17/ago/20 a las 23h30	74.8	75.1	0.39
19/ago/20 a las 08h00	57.6	58.0	0.68
22/ago/20 a las 12h00	53.4	53.8	0.74
23/ago/20 a las 15h30	45.5	45.7	0.43
26/ago/20 a las 20h00	65.2	65.4	0.30

Fuente: Autor

Error promedio: 0.50 %

3.9.2. Sensores de CO₂ y CO

De igual manera, se procede a realizar el análisis con los sensores de la calidad del aire, Monóxido de Carbono (MQ7) y Dióxido de Carbono (MQ135) ajustando sus valores con el potenciómetro integrado hasta los niveles correspondientes en los cuáles exista un mínimo porcentaje de error en las mediciones, luego de realizadas diversas pruebas entre el sensor comercial y el sensor con el que se está trabajando, se han obteniendo los datos presentados en la Tabla 3.4 y en la Tabla 3.5. La información de este sensor se puede observar de manera técnica y detallada en el Anexo B.

Dióxido de carbono (CO₂)

Error promedio: 1.28 %

Monóxido de carbono (CO)

Error promedio: 2.74 %

Escalar el sensor

Para escalar el sensor se ha hecho uso de la gráfica de curvas características de los sensores MQ, que se presenta en la Figura 3.9. Debido a que el fabricante nos da la curva y no la ecuación, es necesarios estimar sus valores

Tabla 3.4: Valores CO2 patrón vs CO2 sensor

Fecha y hora de lectura	CO2Sensor (ppm)	CO2Patron (ppm)	Error (%)
17/ago/20 a las 23h30	162	163	0.61
19/ago/20 a las 08h00	167	169	1.18
22/ago/20 a las 12h00	171	173	1.15
23/ago/20 a las 15h30	162	165	1.81
26/ago/20 a las 20h00	176	179	1.67

Fuente: Autor

Tabla 3.5: Valores CO patrón vs CO sensor

Fecha y hora de lectura	COSensor (ppm)	COPatron (ppm)	Error (%)
17/ago/20 a las 23h30	1	1	0
19/ago/20 a las 08h00	2	2	0
22/ago/20 a las 12h00	2	2.1	4.7
23/ago/20 a las 15h30	1	1.1	9
26/ago/20 a las 20h00	4	4	0

Fuente: Autor

respecto de su gráfica, y luego mediante una regresión lineal se puede encontrar la ecuación característica de su curva, para ello se grafica la mayor cantidad de puntos posibles y haciendo uso del programa Excel agregamos un gráfico de dispersión, una línea de tendencia y escogemos ecuación potencial.

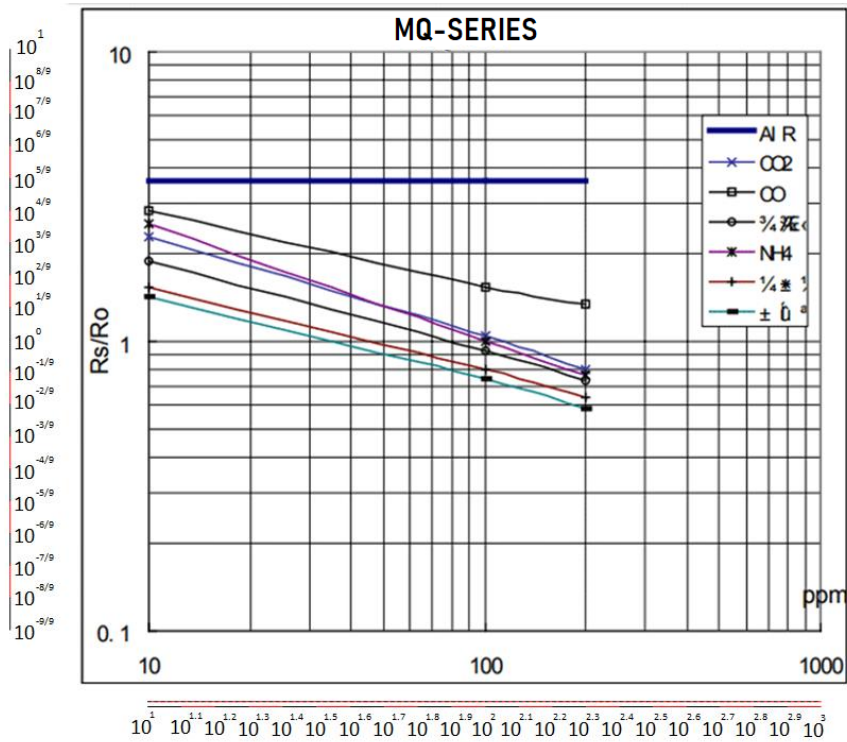


Figura 3.9: Curvas características sensores MQ

Fuente: (NAYLAMP, 2018)

Una vez analizado el gráfico de curvas características, mediante software computacional se puede notar que las gráficas son logarítmicas, en base a esto, para cada gas se aproxima una serie de valores que se ven reflejadas a continuación, presentando en la Figura 3.10 la regresión potencial del monóxido de carbono con su ecuación $Y = 563,72x^{-3,925}$ y en la Figura 3.11 la regresión potencial del dióxido de carbono con su ecuación $Y = 108,27x^{-2,674}$.

- Monóxido de Carbono

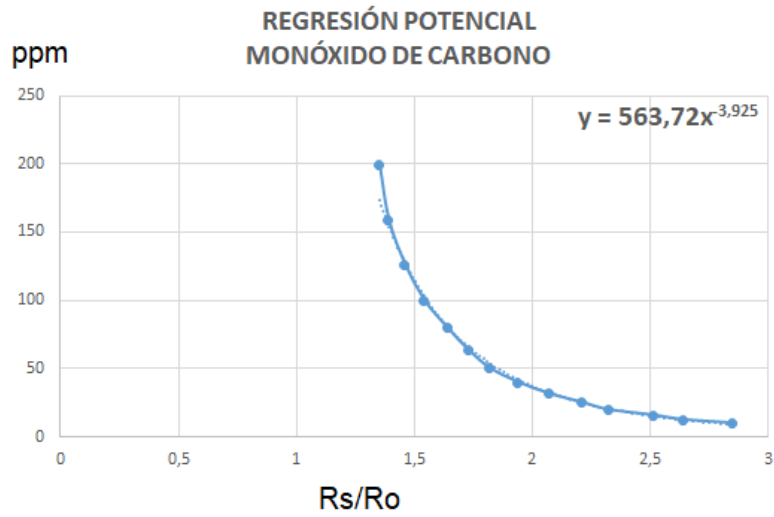


Figura 3.10: Regresión potencial CO

Fuente: Autor

- Dióxido de Carbono

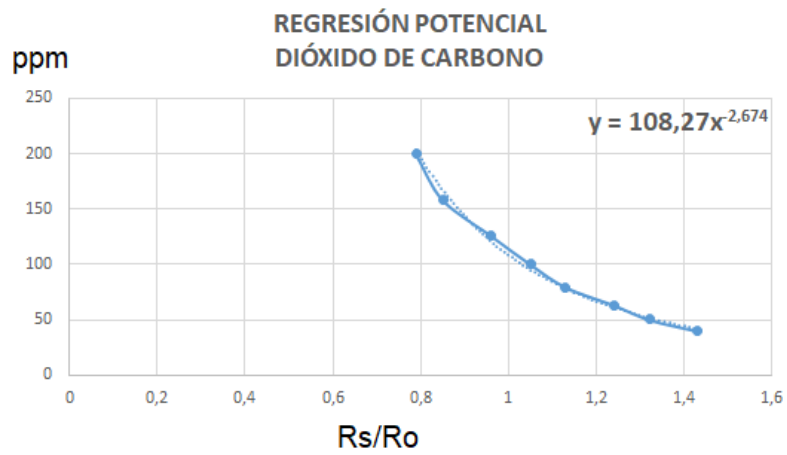


Figura 3.11: Regresión potencial CO₂

Fuente: Autor

3.10. Diagrama de flujo general de la programación de arduino

En la Figura 3.12 se indica el diagrama de flujo general de la programación de Arduino, iniciando por la declaración de las variables e identificando de que tipo son, a continuación se procede con la configuración de la conexión web, estableciendo puertos, direcciones IP y direcciones MAC. Luego inicia la configuración para el almacenamiento en la nube, y se procede a la adquisición, lectura y normalización de los datos para ser almacenados en el servidor, en donde los usuarios podrán interactuar. La programación total se puede observar a detalle en el Anexo C .

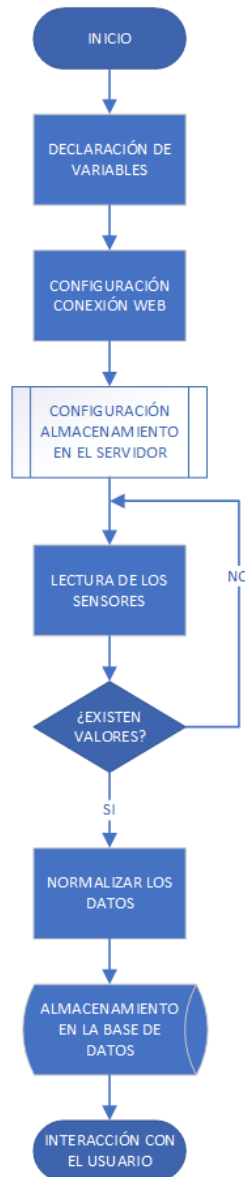


Figura 3.12: Diagrama de flujo

Fuente: Autor

3.11. Montaje del prototipo armado

El sistema ya construido, estará ubicado en la garita de la entrada a la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues (**Coordenadas: -2.751550, -78.847964**), que se puede observar en la Figura 3.13 . Para las conexiones únicamente requerimos de alimentación 110 VCA y un punto de red (Ethernet) con conectividad a Internet.

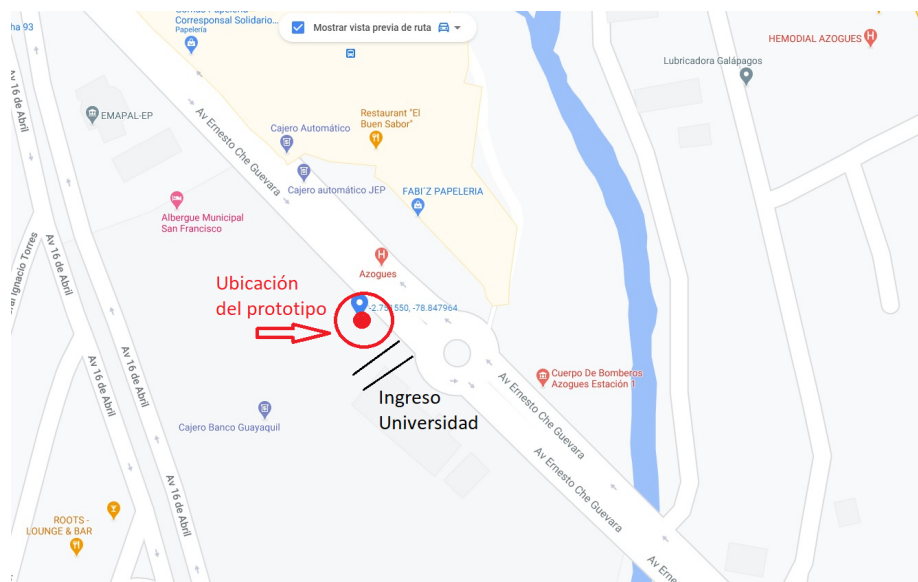


Figura 3.13: Lugar de implementación

Fuente: Google maps

Capítulo 4

Análisis de resultados

Un sistema de monitoreo ambiental es una forma efectiva de informar a la población los índices de contaminación ambiental existentes. En el presente capítulo, se llevará a cabo el análisis de los datos recopilados por los sensores que han permanecido monitoreando el ambiente de forma constante.

4.1. Introducción

En esta parte, se tomará en cuenta el incremento o decremento de los valores ambientales obtenidos para expresarlos de forma gráfica y establecer si existe una relación entre ellos e identificar cuánto varían estos datos en un período de tiempo.

4.2. Toma de muestras y análisis

Las muestras ambientales se están recolectando todos los días de manera constante sin interrupciones, en intervalos de 5 minutos, dando un aproximado de 288 muestras al día ó 8640 muestras al mes. En este apartado, para no hacerlo demasiado extenso, se ha realizado un análisis por hora de 3 días escogidos al azar, cuyos resultados se aprecian en las Tablas 4.1 , 4.2 , 4.3 . Sin embargo, se cuenta con toda la información para ser analizada en caso de requerirse, misma que está almacenada en las bases de datos de la WEB, ingresando a ellos desde el siguiente enlace: <https://thingspeak.com/channels/823432> . Cabe recalcar que los sensores están ubicados en el exterior, por lo que las variaciones que se puedan presentar se deben a las alteraciones climáticas naturales, fuentes de contaminación artificiales y demás factores externos.

4.2.1. Día 1 de muestra: 7 de agosto de 2020

Tabla 4.1: Lectura de datos 07/08/2020

Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Índice UV
00h00	14.40	78.05	171.00	1.20	0.05
01h00	13.60	82.90	171.00	1.30	0.06
02h00	13.50	86.00	171.00	1.00	0.06
03h00	12.40	96.10	171.00	1.00	0.07
04h00	12.10	99.00	171.00	1.45	0.08
05h00	12.00	99.40	167.00	1.50	0.04
06h00	12.10	90.20	167.00	1.35	0.08
07h00	12.40	93.70	167.00	1.89	0.20
08h00	13.70	90.40	171.00	1.90	0.38
09h00	15.30	75.70	171.00	1.85	0.89
10h00	16.90	66.90	167.00	1.95	0.77
11h00	19.00	62.40	171.00	2.00	1.29
12h00	18.40	63.40	167.00	2.50	1.34
13h00	20.30	53.70	167.00	2.20	1.89
14h00	21.00	53.30	167.00	2.00	1.58
15h00	18.30	60.20	167.00	2.00	0.45
16h00	15.40	69.70	167.00	1.50	0.38
17h00	15.30	69.50	167.00	1.30	0.38
18h00	14.00	73.30	167.00	1.35	0.13
19h00	13.40	77.80	167.00	1.00	0.07
20h00	13.70	78.01	171.00	1.24	0.07
21h00	11.70	72.90	167.00	1.00	0.05
22h00	12.30	70.60	167.00	1.00	0.08
23h00	12.40	75.80	167.00	1.50	0.04
24h00	12.30	78.30	167.00	1.70	0.04

Fuente: Autor

Interpretación gráfica del día 7 de agosto 2020

A continuación, se analizarán los datos presentados del día 7 de agosto de 2020 y se mostrarán de manera gráfica para evaluar el impacto que han sufrido en el día. Las gráficas comparativas analizan los valores de Temperatura, Humedad, CO2, CO y Radiación UV presentando los siguientes resultados.

- Temperatura

En la Figura 4.1 se aprecia la gráfica de los valores de temperatura analizados el día 7 de agosto, se observa que la temperatura oscila entre los 12°C y los 22°C aproximadamente, obteniendo el valor máximo a las 14h00, con una medida aproximada de 22°C, por el contrario, la temperatura más baja se ha registrado a las 05h00 con aproximadamente 12°C.

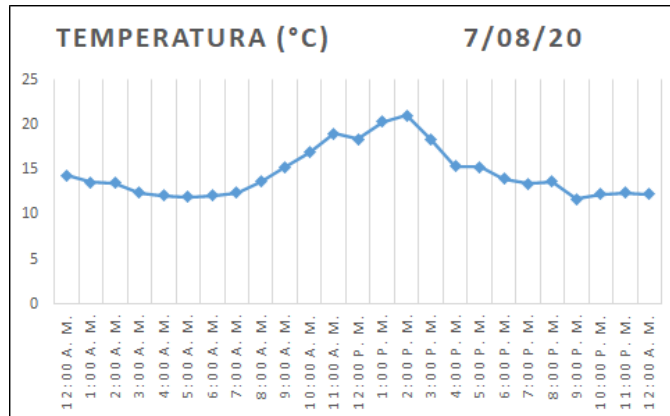


Figura 4.1: Gráfico de la temperatura
Fuente: Autor

■ Humedad

En la Figura 4.2 se aprecia la gráfica de los valores de humedad analizados el día 7 de agosto, se observa que la humedad oscila entre 50 % y 100 % aproximadamente, obteniendo el valor máximo a las 05h00, con una humedad aproximada del 100 % , indicando que en ese momento existía lluvia, por el contrario, la humedad más baja se ha registrado a las 13h00 con un valor aproximadamente del 50 %.

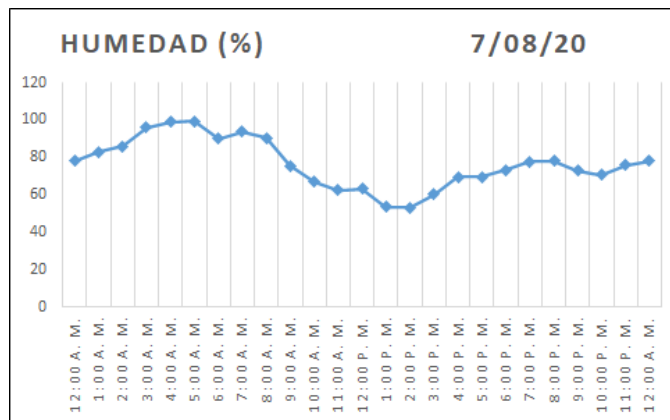


Figura 4.2: Gráfico de la humedad
Fuente: Autor

■ Dióxido de Carbono (CO2)

En la Figura 4.3 se aprecia la gráfica de los valores de Dióxido de Carbono (CO2) analizados el día 7 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 167 y 171 aproximadamente, como se puede observar, estas medidas han variado en pocas cantidades en el día.

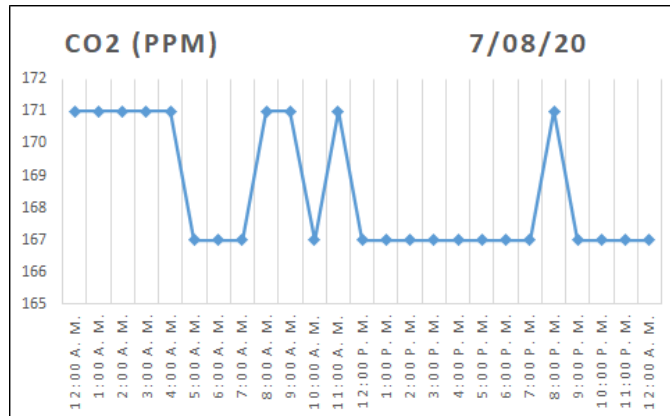


Figura 4.3: Gráfico del Dióxido de Carbono
Fuente: Autor

■ Monóxido de Carbono (CO)

En la Figura 4.4 se aprecia la gráfica de los valores de Monóxido de Carbono (CO) analizados el día 7 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 1 y 2.50 aproximadamente, obteniendo un pico máximo a las 12h00 aproximadamente, mientras que el valor más bajo se logra a las 02h00 y a las 19h00 y 22h00.

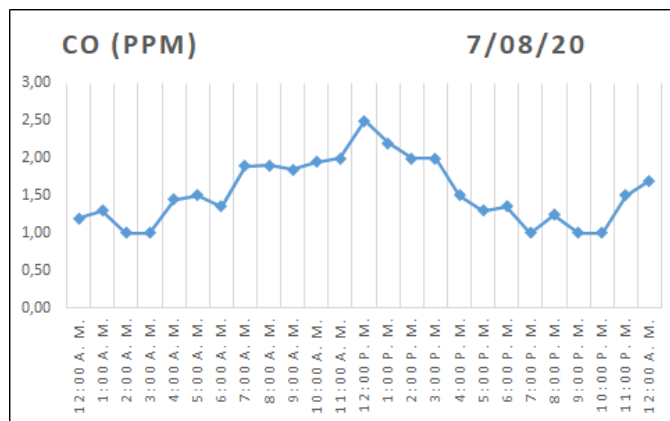


Figura 4.4: Gráfico del Monóxido de Carbono
Fuente: Autor

■ Índice de radiación UV

En la Figura 4.5 se aprecia la gráfica de los valores de radiación UV analizados el día 7 de agosto, se observa que sus valores oscilan entre 0 y 1.90 aproximadamente, obteniendo un pico máximo a las 13h00 aproximadamente, mientras que los valores más bajos se registran en la noche antes del amanecer y después del atardecer.

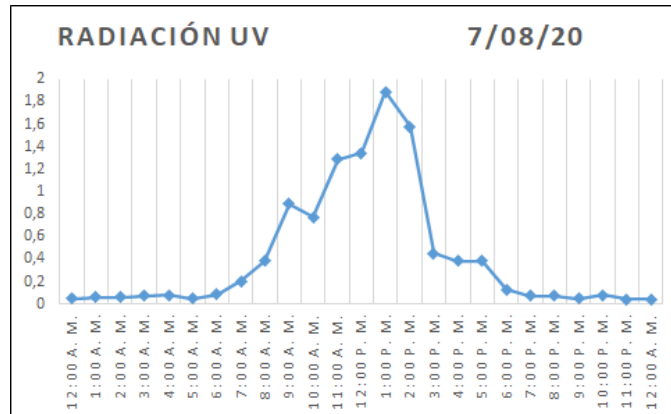


Figura 4.5: Gráfico del índice de radiación UV

Fuente: Autor

Gráfico general del día 7 de agosto de 2020

En la Figura 4.6 se aprecia la gráfica general de los valores del día, se puede observar una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la humedad, es decir que, mientras aumenta la temperatura, la humedad disminuye. Se aprecia también que la humedad llega casi al 100 % por lo que en ese momento el clima estaba lluvioso, por otro lado, los valores de CO₂ y CO no tienen una mayor variación.

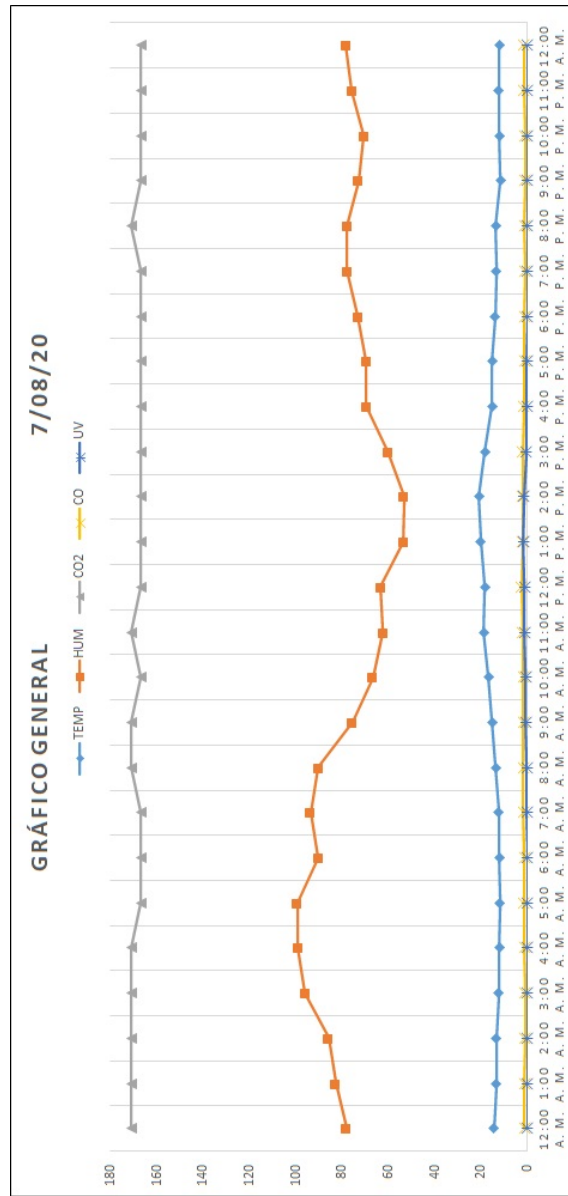


Figura 4.6: Gráfico general de mediciones del día 7/08/2020

Fuente: Autor

4.2.2. Día 2 de muestra: 25 de agosto de 2020

Tabla 4.2: Lectura de datos 25/08/2020

Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Índice UV
00h00	6.50	89.40	162.00	1.20	0.05
01h00	5.80	90.70	162.00	1.50	0.06
02h00	5.00	93.00	162.00	1.30	0.06
03h00	3.90	99.99	162.00	1.00	0.07
04h00	3.00	99.99	162.00	1.00	0.08
05h00	3.00	99.99	162.00	1.50	0.04
06h00	3.50	99.99	158.00	1.65	0.08
07h00	6.80	93.70	167.00	1.70	0.20
08h00	12.00	54.50	167.00	2.00	1.59
09h00	17.00	39.60	162.00	2.10	3.06
10h00	23.00	31.40	167.00	7.23	5.20
11h00	23.50	35.60	167.00	3.00	5.63
12h00	24.00	23.00	162.00	1.50	5.82
13h00	24.00	26.10	162.00	2.00	5.24
14h00	21.00	36.00	162.00	2.00	0.40
15h00	20.00	39.90	162.00	2.35	0.43
16h00	17.30	47.50	167.00	2.00	0.38
17h00	14.60	54.10	167.00	1.00	0.26
18h00	12.40	64.00	162.00	2.00	0.13
19h00	11.40	66.90	162.00	1.00	0.07
20h00	10.40	71.90	167.00	2.25	0.07
21h00	9.40	75.40	167.00	2.50	0.05
22h00	8.30	80.30	162.00	1.00	0.08
23h00	7.20	83.30	162.00	2.00	0.04
24h00	6.40	85.60	162.00	3.00	0.04

Fuente: Autor

Interpretación gráfica del día 25 de agosto 2020

A continuación, se analizarán los datos presentados del día 25 de agosto de 2020 y se mostrarán de manera gráfica para evaluar el impacto que han sufrido en el día respecto al día 7 de agosto, así como también se analizarán los cambios en un día diferente. Las gráficas comparativas analizan los valores de Temperatura, Humedad, CO2, CO y Radiación UV con una frecuencia diaria, presentando los siguientes resultados.

- Temperatura

En la Figura 4.7 se aprecia la gráfica de los valores de temperatura analizados el día 25 de agosto, se observa que la temperatura oscila entre los 4°C y los 24°C aproximadamente, obteniendo el valor máximo a las 13h00,

con una medida aproximada de 24°C, por el contrario, la temperatura más baja se ha registrado a las 05h00 con aproximadamente 4°C.

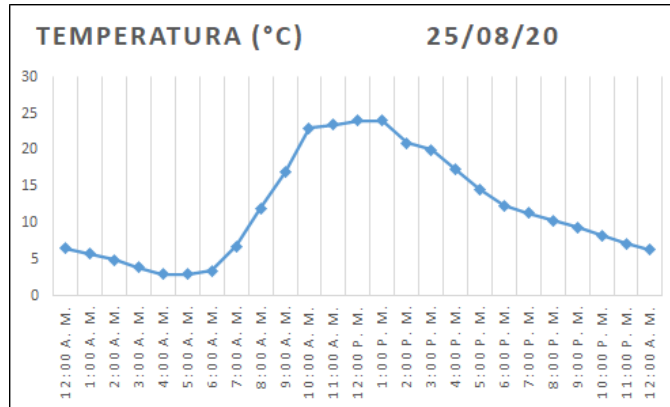


Figura 4.7: Gráfico de la temperatura

Fuente: Autor

■ Humedad

En la Figura 4.8 se aprecia la gráfica de los valores de humedad analizados el día 25 de agosto, se observa que la humedad oscila entre el 20 % y 100 % aproximadamente, obteniendo el valor máximo desde las 03h00 hasta las 06h00, con una humedad aproximada del 100 % , indicando que en ese momento existía lluvia, por el contrario, la humedad más baja se ha registrado a las 12h00 con un valor aproximadamente del 20 %, a partir de ese momento, la humedad nuevamente aumenta durante toda la tarde y noche.

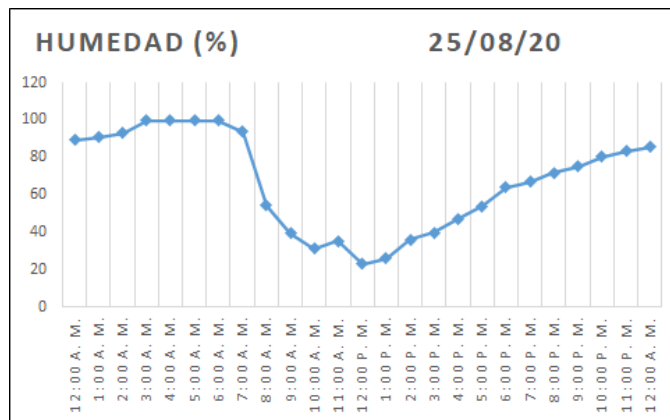


Figura 4.8: Gráfico de la humedad

Fuente: Autor

■ Dióxido de Carbono (CO2)

En la Figura 4.9 se aprecia la gráfica de los valores de Dióxido de Carbono (CO2) analizados el día 25 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 158 y 167 aproximadamente, como se puede observar, estas medidas han variado en pocas cantidades en el día.

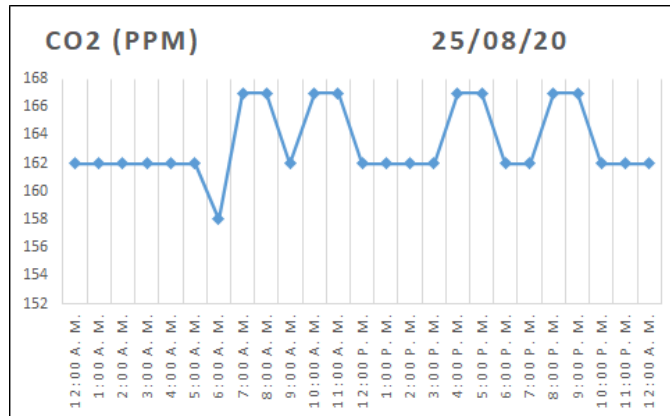


Figura 4.9: Gráfico del Dióxido de Carbono
Fuente: Autor

- Monóxido de Carbono (CO)

En la Figura 4.10 se aprecia la gráfica de los valores de Monóxido de Carbono (CO) analizados el día 25 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 1 y 7 aproximadamente, obteniendo el pico máximo a las 10h30 aproximadamente, mientras que los valores más bajos se presentan a las 04h00, 17h00, 19h00 y 22h00.

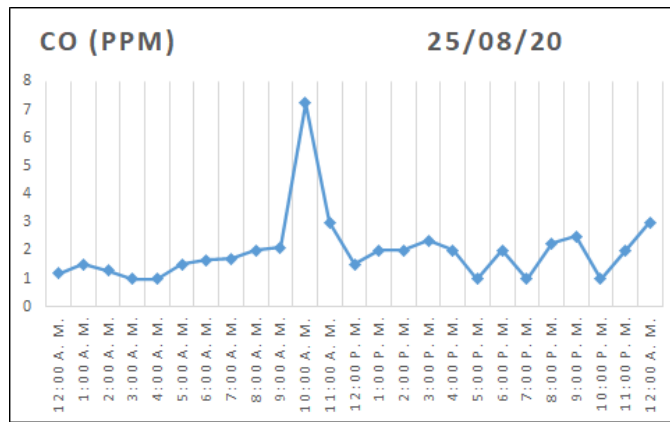


Figura 4.10: Gráfico del Monóxido de Carbono
Fuente: Autor

- Índice de radiación UV

En la Figura 4.11 se aprecia la gráfica de los valores de radiación UV analizados el día 25 de agosto, se observa que sus valores oscilan entre 0 y 5.90 aproximadamente, obteniendo un pico máximo a las 12h00 aproximadamente, mientras que los valores más bajos se registran en la noche antes del amanecer y después del atardecer.

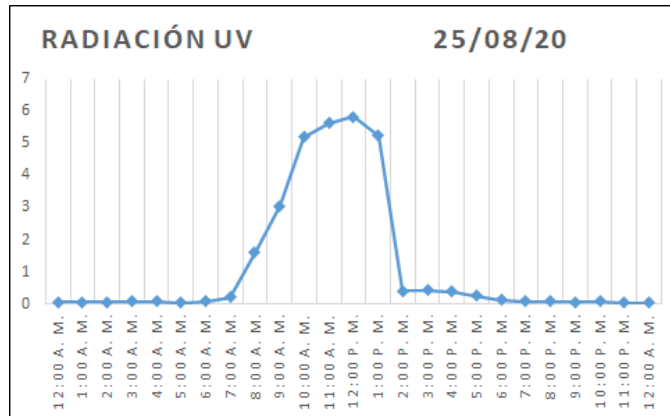


Figura 4.11: Gráfico del índice de radiación UV

Fuente: Autor

Gráfico general del día 25 de agosto de 2020

En la Figura 4.12 se aprecia la gráfica general de los valores del día, en este día se puede observar también una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la humedad similar al análisis del día 7 de agosto, es decir que, mientras aumenta la temperatura, la humedad disminuye. Se aprecia también que la humedad llega casi al 100% por lo que en ese momento el clima estaba lluvioso, por otro lado los valores de CO2 y CO no tienen una mayor variación. Respecto al índice de radiación UV, llegó a valores altos con casi 6 en la escala de intensidad.

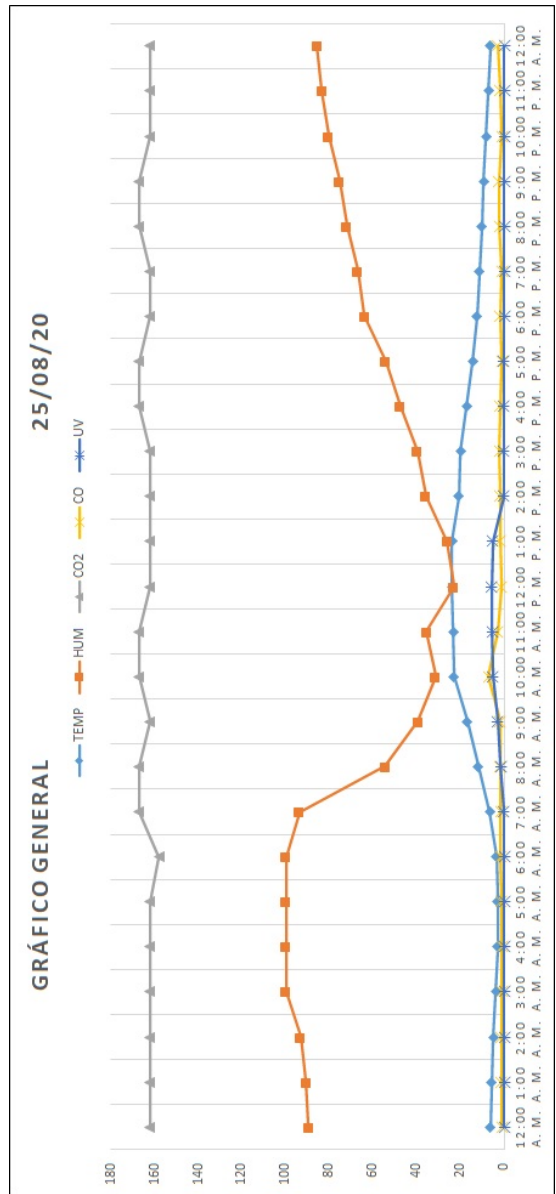


Figura 4.12: Gráfico general de mediciones del día 25/08/2020
 Fuente: Autor

4.2.3. Día 3 de muestra: 30 de agosto de 2020

Tabla 4.3: Lectura de datos 30/08/2020

Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Índice UV
00h00	5.50	80.6	167.00	2.30	0.06
01h00	4.70	84.20	171.00	2.20	0.07
02h00	5.00	82.30	167.00	2.40	0.04
03h00	4.90	84.10	171.00	3.10	0.05
04h00	4.00	87.60	167.00	2.20	0.10
05h00	2.90	92.99	167.00	2.10	0.07
06h00	2.80	95.10	167.00	2.20	0.08
07h00	12.50	75.90	167.00	2.10	0.25
08h00	23.00	28.20	171.00	4.00	1.07
09h00	25.00	28.20	171.00	4.20	4.68
10h00	25.50	26.40	180.00	5.00	3.33
11h00	27.00	24.50	185.00	11.00	3.76
12h00	27.5	17.30	171.00	5.00	3.92
13h00	28.00	14.60	176.00	5.20	4.00
14h00	28.50	12.10	176.00	7.20	2.19
15h00	21.70	25.50	167.00	4.10	1.13
16h00	22.00	27.50	176.00	6.00	1.15
17h00	15.20	45.10	171.00	2.00	0.23
18h00	12.40	53.70	176.00	4.00	0.15
19h00	11.80	57.80	171.00	3.00	0.04
20h00	10.70	66.20	167.00	3.20	0.06
21h00	9.40	69.80	171.00	3.40	0.07
22h00	8.10	75.30	171.00	3.00	0.06
23h00	7.40	74.10	167.00	3.00	0.04
24h00	6.50	77.30	167.00	2.20	0.05

Fuente: Autor

Interpretación gráfica del día 30 de agosto 2020

A continuación, se analizarán los datos presentados del día 30 de agosto de 2020 y se mostrarán de manera gráfica para evaluar los cambios que han sufrido en el día respecto a las mediciones de los días anteriores. Las gráficas comparativas analizan los valores de Temperatura, Humedad, CO₂, CO y Radiación UV con una frecuencia diaria, presentando los siguientes resultados.

- Temperatura

En la Figura 4.13 se aprecia la gráfica de los valores de temperatura analizados el día 25 de agosto, se observa que la temperatura oscila entre los 4°C y los 27°C aproximadamente, obteniendo el valor máximo a las 14h00,

con una medida aproximada de 27°C, por el contrario, la temperatura más baja se ha registrado a las 06h00 con aproximadamente 4°C.

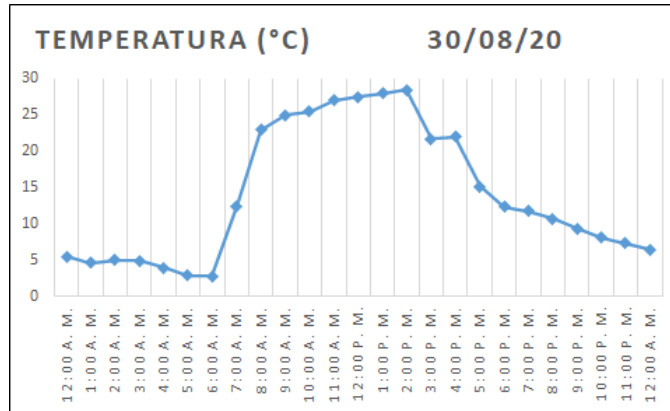


Figura 4.13: Gráfico de la temperatura
Fuente: Autor

■ Humedad

En la Figura 4.14 se aprecia la gráfica de los valores de humedad analizados el día 25 de agosto, se observa que la humedad oscila entre el 10 % y 97 % aproximadamente, obteniendo el valor máximo a las 06h00, con una humedad aproximada del 97 % , indicando que en ese momento existía lluvia, por el contrario, la humedad más baja se ha registrado a las 14h00 con un valor aproximadamente del 10 %, a partir de ese momento, la humedad nuevamente aumenta durante toda la tarde y noche.

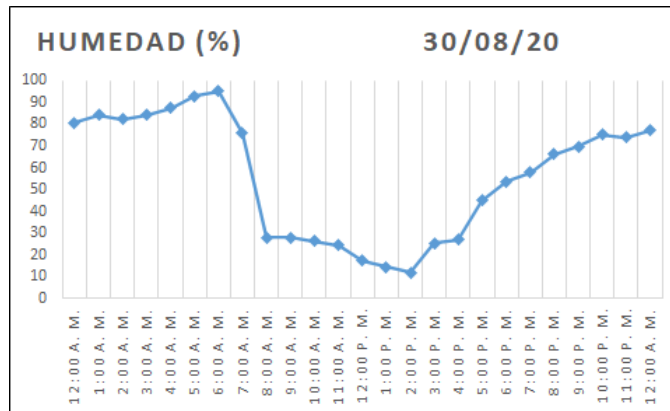


Figura 4.14: Gráfico de la humedad
Fuente: Autor

■ Dióxido de Carbono (CO2)

En la Figura 4.15 se aprecia la gráfica de los valores de Dióxido de Carbono (CO2) analizados el día 30 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 162 y 185 aproximadamente, como se puede observar, estas medidas han variado en pocas cantidades en el día.

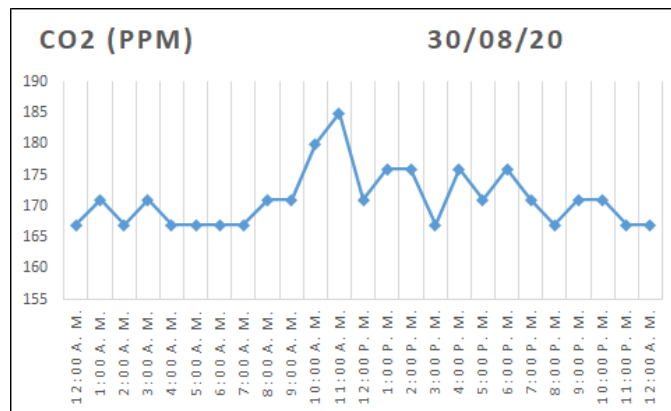


Figura 4.15: Gráfico del Dióxido de Carbono

Fuente: Autor

■ Monóxido de Carbono (CO2)

En la Figura 4.16 se aprecia la gráfica de los valores de Monóxido de Carbono (CO) analizados el día 30 de agosto, se observa que las partes por millón (ppm) oscilan entre 2 y 11 aproximadamente, obteniendo el pico máximo a las 11h30 aproximadamente, mientras que los valores más bajos se presentan entre las 04h00 y 07h00.

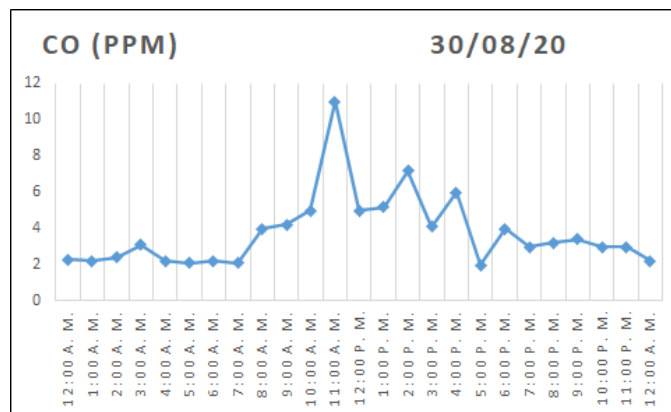


Figura 4.16: Gráfico del Monóxido de Carbono

Fuente: Autor

- Índice de radiación UV

En la Figura 4.17 se aprecia la gráfica de los valores de radiación UV analizados el día 30 de agosto, se observa que sus valores oscilan entre 0 y 4.70 aproximadamente, obteniendo un pico máximo a las 09h00 aproximadamente, mientras que los valores más bajos se registran en la noche antes del amanecer y después del atardecer.

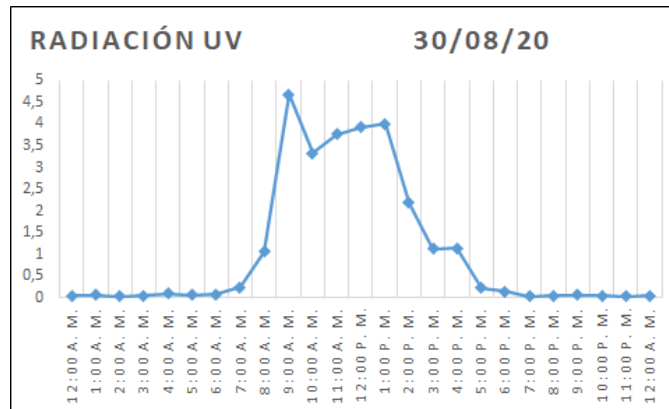


Figura 4.17: Gráfico del índice de radiación UV

Fuente: Autor

- Gráfico general del día 30/08/2020

En la Figura 4.18 se aprecia la gráfica general de los valores del día, en esta ocasión nuevamente se observa que existe una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la humedad similar al análisis de los días anteriores, es decir que, mientras aumenta la temperatura, la humedad disminuye. Se aprecia también en este día que la humedad llega casi al 100 % por lo que se deduce que en ese momento el clima estaba lluvioso, por otro lado, los valores de CO₂ y CO tienen una ligera variación respecto al aumento de la temperatura. Respecto al índice de radiación UV, este día llegó a valores con casi 5 en la escala de intensidad.

Capítulo 5

Conclusiones y trabajos futuros

5.1. Conclusiones

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones del proyecto, realizando un análisis de los objetivos planteados, la hipótesis, las pruebas realizadas e indicando el detalle de los mismos. Dentro de los conceptos que se analizarán está la relación que existe entre las diferentes variables obtenidas, y de esta manera saber en qué medida influyen una de otra.

- Un sistema de monitoreo ambiental, es aquel que permite medir las variables del mundo real con la finalidad de informar a las personas la tasa de variación que estas pueden tener, es útil en gran medida para la población ya que les permite observar los cambios en tiempo real y a su vez obtener un registro histórico de los datos, para su posterior análisis.
- Según los datos de las encuestas realizadas (Anexo D), las personas se sentirían a gusto con un sistema que les permita conocer en tiempo real la calidad de aire que respiran, de esta manera, afirman que se sentirían más seguros y pueden salir preparados al exterior, lo que les ayuda a cuidar su salud de mejor manera.
- Se puede concluir que los objetivos se han cumplido sin complicación, se diseñó e implementó el prototipo electrónico el cual está almacenando la información de manera constante y sin interrupciones en los servidores de ThingSpeak, así como también es posible visualizarlos en tiempo real y generar un documento en formato .xls que almacena toda la información medida desde el inicio.
- Para una interpretación de los valores que se han medido, se han tomado al azar 3 días del mes de agosto para su análisis y comparaciones.

El primer día que se analizó fue el 7 de agosto de 2020, ese día la temperatura osciló entre los 12 y los 22°C, la humedad alcanzó valores de entre 50 y 100 % que indican claramente una lluvia en el momento, y los índices de CO₂ y CO tuvieron cambios leves, de entre 167 a 171 ppm y 1 a 2.50 ppm respectivamente.

El segundo día que se analizó fue el 25 de agosto de 2020, ese día la temperatura osciló entre los 3 y los 24°C aproximadamente, la humedad alcanzó valores de entre 30 y 100 % que indican nuevamente una lluvia en el momento, y los índices de CO₂ y CO tuvieron cambios moderados, de entre 158 a 170 ppm y 1.20 a 3 ppm

respectivamente.

El tercer día que se analizó fue el 30 de agosto de 2020, ese día la temperatura osciló entre los 4 y los 28°C aproximadamente, la humedad alcanzó valores de entre 12 y 95 % que indican una posible lluvia en el momento, los índices de CO₂ y CO tuvieron cambios moderados, de entre 167 a 185 ppm y 2.20 a 11 ppm respectivamente.

- Al analizar las gráficas generales de las mediciones, se puede determinar que existe una relación inversa entre la temperatura y la humedad en todos los días, esto es porque mientras la temperatura iba en aumento, la humedad descendía. También se observó una pequeña alteración en los valores del CO₂ a medida que la temperatura iba en aumento, de esta forma se encuentra una relación de la contaminación ambiental con el aumento de la temperatura, conocido como el efecto invernadero.

5.2. Trabajos futuros

- Se propone añadir diferentes sensores ambientales para el monitoreo, como son por ejemplo un pluviómetro, un barómetro, etc. De esta forma, se pretende hacer poco a poco un sistema de monitoreo completo.
- Se propone implementar más de estos prototipos por toda la ciudad, para que se encuentren distribuidos tanto en la zona norte, zona centro y zona sur de la ciudad, de esta manera se formaría una red ambiental en la ciudad.
- La creación de una plataforma dedicada en donde los usuarios puedan registrarse, de esta manera su dispositivo móvil les permita acceder a su historial de ubicaciones y así informarle de forma más precisa al usuario los lugares con mayor contaminación para que tome las medidas necesarias al salir.

Bibliografía

- Axiomet (2015). CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS CERRADOS.
- BEngel, Y. A. and Boles, M. A. (2009). *Termodinamica*. Mc Graw Hill.
- Consejería de Salud de la Región de Murcia (2010). MurciaSalud.
- Ecologistas (2009). Emisiones de CO2 de los vehículos convencionales e híbridos • Ecologistas en Acción.
- El Heraldo (2012). Heraldo del Cañar by Noticias del Cañar - issuu.
- Espinoza, E. P. and Molina, C. E. (2014). Contaminación del aire exterior Cuenca - Ecuador, 2009 - 2013. Posibles efectos en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 32(2):6–17.
- Estrella, R., Estrella, B., Narváez, X., Reyes, M., Gutiérrez, M., and Oviedo, J. (2000). Contaminación ambiental y enfermedades respiratorias en escolares de Quito. *Rev. Fac. Cienc. Méd.*, 25(2):17–22.
- Fundación para la Salud Geoambiental (2018). Dióxido de carbono CO2 — Fundacion para la Salud Geoambiental.
- IBERICA (2017). Definición de la calidad del aire y el CO2.
- INRS and NIOSH (2009). Intoxication par inhalation de dioxyde de carbone.
- Isan, A. (2017). ¿Qué tipo de polución emite el tubo de escape de un coche?
- Katzung, B. G., Masters, S. B., and Trevor, A. J. (2010). *Farmacologia basica y clinica*. Lange médica book. Mc Graw-Hill, México, 11a edición edition.
- Korc, M. E. and Consultor, R. S. (1999). MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN AMÉRICA LATINA. Technical report.
- LATAM, M. (2018). Sensores — MecatrónicaLATAM.
- Martínez, J. and Fernández, A. (2004). Cambio climático.
- Molina (2017). SENSORES.
- NAYLAMP, M. (2018). Sensor de temperatura y humedad relativa DHT21 (AM2301) - Naylamp Mechatronics - Perú.
- Omicrono (2017). Cómo se analiza el aire contaminado, cuáles son los niveles peligrosos y cuáles son las medidas a tomar.

OMS (2016). OMS — Enfermedades respiratorias crónicas. *WHO*.

Ortega, J. and García, R. (2014). Diagnóstico PLAN DEL BUEN VIVIR Y ORDENAMIENTO Territorial. Technical report.

Tobar González, W. F. and Zea Sarmiento, J. G. (2009). Estudio de factibilidad técnica para un Centro de Revisión y Control Vehicular (CRCV) para los cantones Azogues y Biblián.

UCACUE (2018). Estudiantes - Universidad Católica de Cuenca, cifras estudiantiles.

Wolkoff, P., Kjaergaard, S. K., and Wolkoff, P. (2007). The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. *Environment international*, 33(6):850–7.

Yassi, A., Kjellström, T., de Kok, T., Guidotti, T. L., Mundial La Salud Instituto Nacional De Higiene, O. D., and Microbiología Ministerio De Salud Pública De Cuba, E. Y. (2002). SALUD AMBIENTAL BÁSICA. Technical report.

Apéndice A

Mediciones realizadas

FECHA Y HORA	# MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
5/8/2020 0:02	1	17,4	51,1	167	1	0,02811
5/8/2020 0:14	2	12,9	61,2	167	1	0,09562
5/8/2020 1:51	3	10,4	76,2	171	1	0,10385
5/8/2020 1:56	4	10,2	76,6	171	1	0,10385
5/8/2020 2:01	5	10,1	76,6	167	1	0,06539
5/8/2020 2:06	6	10	76,6	171	1	0,10385
5/8/2020 2:12	7	10	76,6	167	1	0,10385
5/8/2020 2:17	8	10,3	76	171	1	0,10385
5/8/2020 2:22	9	10,4	75,8	171	1	0,10385
5/8/2020 2:27	10	10,4	75,8	167	1	0,06539
5/8/2020 2:32	11	10,7	74,8	167	1	0,10385
5/8/2020 2:37	12	10,7	75,1	171	1	0,06539
5/8/2020 2:42	13	10,7	75,9	171	1	0,06539
5/8/2020 2:47	14	10,5	76,7	171	1	0,06539
5/8/2020 2:52	15	10,5	76,3	167	1	0,06539
5/8/2020 2:57	16	10,6	75,4	167	1	0,06539
5/8/2020 3:02	17	10,6	75,4	171	1	0,06539
5/8/2020 3:07	18	10,4	75,6	171	1	0,07704
5/8/2020 3:12	19	10,3	76,4	171	1	0,07704
5/8/2020 3:17	20	10	77,7	167	1	0,07704
5/8/2020 3:22	21	10,1	77,4	167	1	0,08872
5/8/2020 3:27	22	10	78	167	1	0,07704
5/8/2020 3:32	23	10	77,5	171	1	0,07704
5/8/2020 3:37	24	9,9	78,4	167	1	0,08872
5/8/2020 3:42	25	9,9	78,5	167	1	0,08872
5/8/2020 3:47	26	10	78,2	167	1	0,08872
5/8/2020 3:52	27	10	78,8	167	1	0,08872
5/8/2020 3:58	28	10	78,9	167	1	0,08872
5/8/2020 4:03	29	10	78,1	171	1	0,08872
5/8/2020 4:08	30	10	77,8	171	1	0,08872
5/8/2020 4:13	31	10	78,3	171	1	0,08872
5/8/2020 4:18	32	9,9	79,1	171	1	0,08872
5/8/2020 4:23	33	10	78,7	167	1	0,08872
5/8/2020 4:28	34	10	79	167	1	0,08872
5/8/2020 4:33	35	10,1	78,1	171	1	0,08872
5/8/2020 4:38	36	10,2	78,1	167	1	0,08872
5/8/2020 4:43	37	10,2	78,1	171	1	0,08872
5/8/2020 4:48	38	10,2	77,9	171	1	0,08872
5/8/2020 4:53	39	10,5	76,5	167	1	0,08872
5/8/2020 4:58	40	10,5	75,8	167	1	0,08872
5/8/2020 5:03	41	10,3	77,5	167	1	0,08872
5/8/2020 5:08	42	10,4	76,9	167	1	0,08872
5/8/2020 5:13	43	10,5	76,6	167	1	0,08872
5/8/2020 5:18	44	10,6	76,7	171	1	0,08872
5/8/2020 5:23	45	10,5	77	171	1	0,08872
5/8/2020 5:28	46	10,6	76,9	167	1	0,08872
5/8/2020 5:33	47	10,6	76,7	171	1	0,08872
5/8/2020 5:39	48	10,5	77,3	167	1	0,08872
5/8/2020 5:44	49	10,5	78,3	167	1	0,08872
5/8/2020 5:49	50	10,5	77,7	171	1	0,08872
5/8/2020 5:54	51	10,5	77,7	171	1	0,08872
5/8/2020 5:59	52	10,6	77,5	171	1	0,08872
5/8/2020 6:04	53	10,6	77,1	171	1	0,05014
5/8/2020 6:09	54	10,6	77,2	167	1	0,08872
5/8/2020 6:14	55	10,7	77,7	167	1	0,08872
5/8/2020 6:19	56	10,7	77,1	171	1	0,08872
5/8/2020 6:24	57	10,7	77,5	167	1	0,08872
5/8/2020 6:29	58	10,6	77,7	171	1	0,08872
5/8/2020 6:34	59	10,5	79	171	1	0,08872
5/8/2020 6:39	60	10,6	77,1	167	1	0,12729
5/8/2020 6:44	61	10,9	77,1	171	1	0,12729
5/8/2020 6:49	62	10,8	77,1	171	1	0,16586
5/8/2020 6:54	63	10,9	77,1	171	1	0,16586
5/8/2020 6:59	64	10,9	77,8	171	1	0,24301
5/8/2020 7:04	65	11,1	77,4	171	1	0,16586
5/8/2020 7:09	66	11,1	77,3	176	2	0,20444
5/8/2020 7:14	67	11,2	76,9	171	1	0,26963
5/8/2020 7:19	68	11,5	75,6	171	1	0,26963
5/8/2020 7:25	69	11,6	75,8	167	1	0,19259
5/8/2020 7:30	70	11,7	74,5	176	1	0,26963
5/8/2020 7:35	71	11,6	73,5	171	1	0,30815
5/8/2020 7:40	72	11,9	73,6	167	1	0,34667
5/8/2020 7:45	73	12,3	72,8	167	1	0,46222
5/8/2020 7:50	74	12,6	72,4	167	1	0,46222
5/8/2020 7:55	75	12,5	72	171	1	0,32696
5/8/2020 8:00	76	12,9	70,7	171	1	0,52696

Figura A.1: Mediciones 00h00 a 08h00

Fuente: Autor

FECHA Y HORA	# MUESTRA	TEMPERATURA [°C]	HUMEDAD [%]	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
5/8/2020 8:00	76	12,9	70,7	171	1	0,52696
5/8/2020 8:05	77	13,3	68,7	167	1	0,52696
5/8/2020 8:10	78	13,5	69	171	1	0,56542
5/8/2020 8:15	79	13,9	66,7	171	1	0,64235
5/8/2020 8:20	80	13,8	66,5	171	1	0,62993
5/8/2020 8:25	81	14,3	65,7	171	1	0,55311
5/8/2020 8:30	82	14,7	65,3	171	1	0,65589
5/8/2020 8:35	83	15,1	64,5	171	1	0,77096
5/8/2020 8:40	84	15,5	62,8	171	1	0,76689
5/8/2020 8:45	85	16,1	62	171	1	0,49027
5/8/2020 8:50	86	15,8	62,6	171	1	0,68179
5/8/2020 8:55	87	15,6	63,1	171	1	0,72009
5/8/2020 9:00	88	15,5	62,3	171	1	0,60318
5/8/2020 9:06	89	16,2	61	171	1	1,44784
5/8/2020 9:11	90	16,3	61	171	1	0,9371
5/8/2020 9:16	91	17	58,9	171	1	1,0136
5/8/2020 9:21	92	17,8	57,8	171	1	1,18268
5/8/2020 9:26	93	18,4	55,8	171	1	1,14066
5/8/2020 9:31	94	18,9	54,5	171	1	0,97508
5/8/2020 9:36	95	18,5	54,2	171	1	2,15585
5/8/2020 9:41	96	18,9	54,2	171	1	1,49483
5/8/2020 9:46	97	19,7	51,9	171	1	1,16447
5/8/2020 9:51	98	19,9	50,7	171	1	1,3162
5/8/2020 9:56	99	19,4	51,4	171	1	1,84723
5/8/2020 10:01	100	19,3	51,8	171	1	1,17877
5/8/2020 10:06	101	22	47	171	1	1,70584
5/8/2020 10:11	102	21,3	47,6	171	1	4,54544
5/8/2020 10:16	103	21,6	44,4	171	1	1,84946
5/8/2020 10:21	104	26,8	38	171	1	4,55302
5/8/2020 10:26	105	26,8	37,9	171	1	1,28321
5/8/2020 10:31	106	25,5	38,5	171	1	3,07853
5/8/2020 10:36	107	25,3	38	171	1	1,52266
5/8/2020 10:41	108	24,6	39,5	171	1	1,26222
5/8/2020 10:46	109	22,6	44,1	171	1	1,68803
5/8/2020 10:52	110	21,1	46,3	171	1	4,69845
5/8/2020 10:57	111	22,5	44,3	171	1	5,07679
5/8/2020 11:02	112	27,9	35,4	167	1	1,68267
5/8/2020 11:07	113	27,8	34,2	171	1	4,46029
5/8/2020 11:12	114	25,3	38,2	171	2	4,76169
5/8/2020 11:17	115	27,5	35,4	171	0	4,70684
5/8/2020 11:22	116	29,8	32	171	2	2,19974
5/8/2020 11:27	117	29,2	33	171	2	3,66604
5/8/2020 11:32	118	28,5	33,1	171	2	4,31772
5/8/2020 11:37	119	28	34,2	171	0	4,94799
5/8/2020 11:42	120	26,4	36,8	171	3	3,55339
5/8/2020 11:47	121	27,9	35,2	171	1	4,36735
5/8/2020 11:52	122	26,6	33,2	171	1	1,81824
5/8/2020 11:57	123	25,9	37,4	171	0	4,87547
5/8/2020 12:02	124	26,9	35,7	171	1	2,13039
5/8/2020 12:07	125	27	36,2	171	2	2,21953
5/8/2020 12:12	126	26,2	39,4	171	1	2,33111
5/8/2020 12:17	127	26,2	37,8	171	1	5,32017
5/8/2020 12:22	128	27,4	36,5	171	1	4,64768
5/8/2020 12:27	129	26,1	34,7	171	2	2,42687
5/8/2020 12:31	130	26,4	33,6	167	2	4,61966
5/8/2020 12:38	131	25	39,7	171	1	2,71984
5/8/2020 12:43	132	25,2	38,7	171	1	2,73481
5/8/2020 12:48	133	25,4	38,8	171	1	4,49357
5/8/2020 12:51	134	27,1	36,3	171	1	1,57845
5/8/2020 12:58	135	26,8	36,4	171	1	2,1354
5/8/2020 13:03	136	23,7	42,3	171	1	1,54935
5/8/2020 13:08	137	22,3	45,2	171	2	1,11195
5/8/2020 13:13	138	21,9	45,6	171	1	1,76253
5/8/2020 13:18	139	20,9	47,3	171	1	1,94266
5/8/2020 13:23	140	21,3	47,6	171	1	1,45228
5/8/2020 13:28	141	21,4	46,1	171	1	1,16343
5/8/2020 13:33	142	20,8	49	171	1	0,93678
5/8/2020 13:38	143	20,3	50,4	171	1	0,94843
5/8/2020 13:43	144	20,2	50,1	171	1	1,1515
5/8/2020 13:48	145	20,3	50,5	171	1	1,17877
5/8/2020 13:51	146	20,1	51	171	1	4,02024
5/8/2020 13:58	147	20,3	50,3	171	1	1,22725
5/8/2020 14:03	148	21	49,4	171	1	0,99998
5/8/2020 14:08	149	20,9	49,1	171	1	1,07574
5/8/2020 14:13	150	20,8	49,5	171	1	1,30301
5/8/2020 14:19	151	21,1	48,9	171	1	0,88635
5/8/2020 14:24	152	21,1	48,2	171	1	0,88635
5/8/2020 14:29	153	20,7	50,1	171	1	0,99998
5/8/2020 14:34	154	21,1	48,3	171	1	1,11362
5/8/2020 14:39	155	20,1	51,4	171	1	1,1515
5/8/2020 14:44	156	20,9	49,5	171	1	1,07574
5/8/2020 14:49	157	20,8	49,5	171	1	0,96211
5/8/2020 14:54	158	21	49,4	171	1	1,03786
5/8/2020 14:59	159	20,9	49,7	171	1	1,11362
5/8/2020 15:04	160	20,4	51,2	171	1	1,07574
5/8/2020 15:09	161	20,6	51,2	171	1	0,93678
5/8/2020 15:14	162	20,8	50,4	171	1	0,94843
5/8/2020 15:19	163	20,8	50,4	171	1	0,78317
5/8/2020 15:24	164	20,2	51,3	171	1	0,93689
5/8/2020 15:29	165	19,5	53,4	171	1	0,93689
5/8/2020 15:34	166	20,1	52,9	171	1	0,78317
5/8/2020 15:39	167	20,6	50,9	171	1	0,73117
5/8/2020 15:44	168	20	52,4	171	1	0,53177
5/8/2020 15:49	169	19,1	54,1	171	1	0,46785
5/8/2020 15:54	170	18,6	55,8	171	1	0,42981
5/8/2020 16:00	171	18,3	56,5	171	1	0,42981

Figura A.2: Mediciones 08h00 a 16h00

Fuente: Autor

FECHA Y HORA	# MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
5/8/2020 16:05	172	18,4	56,2	171	1	0,44183
5/8/2020 16:10	173	18,2	56,6	171	1	0,44183
5/8/2020 16:15	174	18,5	56	171	1	0,40375
5/8/2020 16:20	175	18,8	55,3	171	1	0,47992
5/8/2020 16:25	176	18,8	55,7	171	1	0,44183
5/8/2020 16:30	177	18,8	55,4	171	1	0,40375
5/8/2020 16:35	178	18,7	56	171	1	0,37761
5/8/2020 16:40	179	18,8	55,5	171	1	0,36566
5/8/2020 16:45	180	18,7	55,7	171	1	0,33947
5/8/2020 16:50	181	18,4	56,2	171	1	0,33947
5/8/2020 16:55	182	18,1	56,9	171	1	0,37761
5/8/2020 17:00	183	17,8	57,3	171	1	0,33947
5/8/2020 17:05	184	18,1	57	171	1	0,33947
5/8/2020 17:10	185	18,1	56,4	171	1	0,33947
5/8/2020 17:15	186	17,8	57	171	1	0,3132
5/8/2020 17:20	187	17,9	56,5	171	1	0,3132
5/8/2020 17:25	188	18,1	56,6	171	1	0,23681
5/8/2020 17:30	189	17,7	56,8	171	1	0,27501
5/8/2020 17:35	190	17,2	59,1	171	1	0,23681
5/8/2020 17:40	191	17,1	59,7	171	1	0,21037
5/8/2020 17:46	192	17	60,2	171	1	0,21037
5/8/2020 17:51	193	16,7	61	171	1	0,17212
5/8/2020 17:56	194	16,5	61,8	171	1	0,17212
5/8/2020 18:01	195	16,5	62,1	171	1	0,13187
5/8/2020 18:06	196	16,3	62,3	171	1	0,14555
5/8/2020 18:11	197	16,2	62,8	171	1	0,10725
5/8/2020 18:16	198	16,2	62,3	171	1	0,12223
5/8/2020 18:21	199	16,2	62,7	171	1	0,06894
5/8/2020 18:26	200	16,2	62,8	171	1	0,06894
5/8/2020 18:31	201	16,2	62,9	171	1	0,06894
5/8/2020 18:36	202	16,2	62,9	171	1	0,06894
5/8/2020 18:41	203	16,2	62,7	171	1	0,06894
5/8/2020 18:46	204	16,2	63,1	171	1	0,06894
5/8/2020 18:51	205	16,1	63,4	171	1	0,06894
5/8/2020 18:56	206	16,2	63,5	171	1	0,06894
5/8/2020 19:01	207	16,2	63,6	171	1	0,06894
5/8/2020 19:06	208	16,3	63,2	171	1	0,06894
5/8/2020 19:11	209	16,3	63	171	1	0,06894
5/8/2020 19:16	210	16,2	63,8	171	1	0,06894
5/8/2020 19:21	211	16,1	64	171	1	0,06894
5/8/2020 19:26	212	16	64,7	171	1	0,06894
5/8/2020 19:32	213	16,1	64	171	1	0,08055
5/8/2020 19:37	214	16	64,5	171	1	0,04219
5/8/2020 19:42	215	15,9	64,9	171	1	0,04219
5/8/2020 19:47	216	15,9	65,2	171	1	0,08055
5/8/2020 19:52	217	16	64,9	171	1	0,08055
5/8/2020 19:57	218	15,9	64,9	171	1	0,04219
5/8/2020 20:02	219	15,8	65,1	171	1	0,08055
5/8/2020 20:07	220	15,8	65,4	171	1	0,04219
5/8/2020 20:12	221	15,6	66,1	171	1	0,04219
5/8/2020 20:17	222	15,5	66,6	171	1	0,04219
5/8/2020 20:22	223	15,2	67,5	171	1	0,04219
5/8/2020 20:27	224	15,2	67,6	171	1	0,05377
5/8/2020 20:32	225	15,1	67,5	171	1	0,05377
5/8/2020 20:37	226	15,2	67,2	171	1	0,05377
5/8/2020 20:42	227	15,2	67,2	167	1	0,05377
5/8/2020 20:47	228	15,1	67,3	171	1	0,05377
5/8/2020 20:52	229	15,2	66,7	171	1	0,05377
5/8/2020 20:57	230	15,2	66,4	171	1	0,05377
5/8/2020 21:02	231	15,2	66,6	171	1	0,05377
5/8/2020 21:07	232	15,3	66,2	171	1	0,05377
5/8/2020 21:13	233	15,4	66	167	1	0,05377
5/8/2020 21:18	234	15,2	66,2	171	1	0,05377
5/8/2020 21:23	235	15,3	66,2	167	1	0,05377
5/8/2020 21:28	236	15,4	65,5	171	1	0,05377
5/8/2020 21:33	237	15,4	65,5	171	1	0,05377
5/8/2020 21:38	238	15,5	66	171	1	0,05377
5/8/2020 21:43	239	15,4	65,8	171	1	0,05377
5/8/2020 21:48	240	15,4	65,7	171	1	0,05377
5/8/2020 21:53	241	15,5	66,2	171	1	0,05377
5/8/2020 21:58	242	15,4	66,3	171	1	0,05377
5/8/2020 22:03	243	15,3	66,6	167	1	0,05377
5/8/2020 22:08	244	15,3	66,5	171	1	0,05377
5/8/2020 22:13	245	15,2	67,3	171	1	0,05377
5/8/2020 22:18	246	15,1	68,4	171	1	0,05377
5/8/2020 22:23	247	14,7	73	171	1	0,09219
5/8/2020 22:28	248	14,2	74,8	171	1	0,06539
5/8/2020 22:33	249	14	75,1	171	1	0,06539
5/8/2020 22:38	250	14,2	74,8	171	1	0,06539
5/8/2020 22:43	251	14,4	73,9	171	1	0,06539
5/8/2020 22:48	252	14,6	72,8	171	1	0,06539
5/8/2020 22:53	253	14,8	72,6	171	1	0,06539
5/8/2020 22:59	254	14,8	71,8	171	1	0,06539
5/8/2020 23:04	255	14,8	71,5	171	1	0,06539
5/8/2020 23:09	256	14,8	71,4	167	1	0,06539
5/8/2020 23:19	257	14,7	72	167	1	0,06539
5/8/2020 23:24	258	14,7	72,4	167	1	0,06539
5/8/2020 23:29	259	14,6	73	167	1	0,06539
5/8/2020 23:34	260	14,5	73,7	171	1	0,06539
5/8/2020 23:39	261	14,4	74,5	167	1	0,06539
5/8/2020 23:44	262	14,4	74,9	171	1	0,06539
5/8/2020 23:49	263	14,4	75,1	171	1	0,06539
5/8/2020 23:54	264	14,5	75,2	171	1	0,06539

Figura A.3: Mediciones 16h00 a 23h59

Fuente: Autor

FECHA Y HORA	#MUESTRA	TEMPERATURA [°C]	HUMEDAD (%)	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
6/8/2020 0:04	265	14,7	74,5	171	1	0,06539
6/8/2020 0:09	266	14,7	75,1	171	1	0,06539
6/8/2020 0:14	267	14,6	75,9	171	1	0,06539
6/8/2020 0:19	268	14,5	78	171	1	0,06539
6/8/2020 0:24	269	14,1	86,1	171	1	0,06539
6/8/2020 0:30	270	13,9	80,8	171	1	0,06539
6/8/2020 0:35	271	13,9	81,1	171	1	0,07704
6/8/2020 0:40	272	13,9	82	171	1	0,07704
6/8/2020 0:45	273	13,9	82,3	171	1	0,07704
6/8/2020 0:50	274	13,9	82,8	171	1	0,08872
6/8/2020 0:55	275	13,9	83,1	171	1	0,07704
6/8/2020 1:00	276	13,7	84,8	171	1	0,07704
6/8/2020 1:05	277	13,6	85,8	171	1	0,07704
6/8/2020 1:10	278	13,5	86	171	1	0,07704
6/8/2020 1:15	279	13,5	85,6	171	1	0,07704
6/8/2020 1:20	280	13,6	85,4	171	1	0,07704
6/8/2020 1:25	281	13,7	84,9	171	1	0,07704
6/8/2020 1:30	282	13,5	84,4	176	2	0,07704
6/8/2020 1:35	283	13,8	84,1	171	1	0,07704
6/8/2020 1:40	284	13,8	84,6	171	1	0,07704
6/8/2020 1:45	285	13,7	84,8	171	1	0,07704
6/8/2020 1:50	286	13,8	84,4	171	1	0,07704
6/8/2020 1:55	287	13,8	84,3	171	1	0,07704
6/8/2020 2:00	288	13,8	84,8	171	1	0,07704
6/8/2020 2:05	289	13,7	85,2	171	1	0,07704
6/8/2020 2:10	290	13,8	84,6	171	1	0,07704
6/8/2020 2:16	291	13,8	84,5	171	1	0,07704
6/8/2020 2:21	292	13,9	84	171	1	0,07704
6/8/2020 2:26	293	13,8	84,4	171	1	0,07704
6/8/2020 2:31	294	13,8	84,3	171	1	0,07704
6/8/2020 2:36	295	13,9	84,2	171	1	0,07704
6/8/2020 2:41	296	13,9	84,4	171	1	0,07704
6/8/2020 2:46	297	14	84,1	171	1	0,07704
6/8/2020 2:51	298	13,9	84,6	171	1	0,07704
6/8/2020 2:56	299	13,5	84,1	171	1	0,07704
6/8/2020 3:01	300	13,8	84,6	171	1	0,07704
6/8/2020 3:06	301	13,8	85,9	171	1	0,07704
6/8/2020 3:11	302	13,5	87,8	171	1	0,07704
6/8/2020 3:16	303	13,3	88,5	171	1	0,07704
6/8/2020 3:21	304	13,1	88,2	171	1	0,07704
6/8/2020 3:26	305	13,4	87,4	171	1	0,07704
6/8/2020 3:31	306	13,5	87,3	171	1	0,07704
6/8/2020 3:36	307	13,5	87,8	171	1	0,07704
6/8/2020 3:41	308	13,6	87,1	171	1	0,07704
6/8/2020 3:46	309	13,6	87,2	171	1	0,08872
6/8/2020 3:51	310	13,6	86,8	171	1	0,07704
6/8/2020 3:56	311	13,5	86,7	171	1	0,07704
6/8/2020 4:02	312	13,4	87,1	171	1	0,08872
6/8/2020 4:07	313	13,2	87,6	171	1	0,08872
6/8/2020 4:12	314	13,1	88,5	171	1	0,08872
6/8/2020 4:17	315	12,9	89,5	171	1	0,08872
6/8/2020 4:22	316	12,9	89,5	171	1	0,10043
6/8/2020 4:27	317	12,9	89,7	167	1	0,05014
6/8/2020 4:32	318	13	89,7	171	1	0,05014
6/8/2020 4:37	319	13	89,5	171	1	0,05014
6/8/2020 4:42	320	13	89,4	171	1	0,08872
6/8/2020 4:47	321	13	89,8	171	1	0,08872
6/8/2020 4:52	322	13	89,9	171	1	0,08872
6/8/2020 4:57	323	12,9	90,1	171	1	0,05014
6/8/2020 5:02	324	13	90,1	171	1	0,05014
6/8/2020 5:07	325	13,1	89,7	171	1	0,05014
6/8/2020 5:12	326	13,1	89,7	171	1	0,05014
6/8/2020 5:17	327	13,1	90	171	1	0,05014
6/8/2020 5:22	328	13	90	171	1	0,05014
6/8/2020 5:27	329	13,1	90	171	1	0,05014
6/8/2020 5:32	330	13	90,6	171	1	0,08872
6/8/2020 5:37	331	12,7	93,1	171	1	0,08872
6/8/2020 5:43	332	12,6	94,4	171	1	0,05014
6/8/2020 5:48	333	12,7	95,1	171	1	0,08872
6/8/2020 5:53	334	12,6	95,3	171	1	0,10043
6/8/2020 5:58	335	12,5	95,3	176	1	0,10043
6/8/2020 6:03	336	12,5	95,2	171	1	0,10043
6/8/2020 6:08	337	12,6	96	171	1	0,05014
6/8/2020 6:13	338	12,3	95,9	171	1	0,10043
6/8/2020 6:18	339	12,2	96,8	171	1	0,10043
6/8/2020 6:23	340	12,1	97,5	171	1	0,10043
6/8/2020 6:28	341	12,2	98,3	171	1	0,13906
6/8/2020 6:33	342	12,2	96,7	171	1	0,12729
6/8/2020 6:38	343	12,4	96,7	171	1	0,16586
6/8/2020 6:43	344	12,6	95,5	171	1	0,12729
6/8/2020 6:48	345	12,6	95,8	171	1	0,12729
6/8/2020 6:53	346	12,7	95,6	176	2	0,12729
6/8/2020 6:58	347	12,7	96,2	171	2	0,12729
6/8/2020 7:03	348	12,9	94,2	171	1	0,16586
6/8/2020 7:08	349	12,8	95	171	1	0,12729
6/8/2020 7:13	350	13	95	171	1	0,12729
6/8/2020 7:18	351	12,9	95,3	171	1	0,20444
6/8/2020 7:23	352	12,9	94,5	171	1	0,24301
6/8/2020 7:29	353	13	95,9	171	1	0,20444
6/8/2020 7:34	354	13,2	94,6	171	1	0,24301
6/8/2020 7:39	355	13,3	94,5	171	1	0,20444
6/8/2020 7:44	356	13,2	93,8	171	1	0,34667
6/8/2020 7:49	357	13,4	93,3	171	1	0,38518
6/8/2020 7:54	358	13,6	93,3	171	1	0,34667
6/8/2020 7:59	359	13,8	92,4	176	2	0,38518

Figura A.4: Mediciones 00h00 a 08h00

Fuente: Autor

FECHA Y HORA	#MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
6/8/2020 8:04	360	13,8	93,9	176	2	0,50074
6/8/2020 8:09	361	14,2	92,5	171	2	0,4885
6/8/2020 8:14	362	14,6	90,6	176	2	0,56542
6/8/2020 8:19	363	14,7	91,9	171	1	0,4885
6/8/2020 8:24	364	15	86,5	171	1	0,41157
6/8/2020 8:29	365	15,2	87	176	2	0,32265
6/8/2020 8:34	366	15,2	89,1	176	2	0,28424
6/8/2020 8:39	367	14,8	88,5	171	1	0,29618
6/8/2020 8:44	368	14,7	90	171	1	0,33464
6/8/2020 8:49	369	14,5	90,2	180	3	0,52896
6/8/2020 8:54	370	14,7	91	176	2	0,60389
6/8/2020 8:59	371	15,2	88,4	171	1	0,3731
6/8/2020 9:04	372	15,3	86,3	171	1	0,46039
6/8/2020 9:09	373	15,6	85,1	171	1	0,37562
6/8/2020 9:15	374	15,9	82,1	171	1	0,78357
6/8/2020 9:20	375	16,2	80,4	171	1	0,8988
6/8/2020 9:25	376	16,3	78,5	171	1	0,65589
6/8/2020 9:30	377	15,5	80,2	171	1	0,4898
6/8/2020 9:35	378	16	80,1	171	1	0,92439
6/8/2020 9:40	379	16,3	78,3	171	1	1,11617
6/8/2020 9:45	380	16,6	75,8	171	1	1,30795
6/8/2020 9:50	381	17,3	74,1	171	1	1,20484
6/8/2020 9:55	382	18,7	68,8	171	1	1,0791
6/8/2020 10:00	383	18,8	69,8	171	1	1,03892
6/8/2020 10:05	384	18,7	68,3	171	1	1,48374
6/8/2020 10:10	385	19,9	64,2	171	1	1,59451
6/8/2020 10:15	386	20,7	63,1	171	1	2,2555
6/8/2020 10:20	387	22,1	57,3	171	1	1,3674
6/8/2020 10:25	388	22,6	56,2	176	2	1,29144
6/8/2020 10:30	389	22,3	56,7	171	2	1,50585
6/8/2020 10:35	390	23,1	55,6	171	2	1,32789
6/8/2020 10:40	391	24,2	52,6	171	2	1,0629
6/8/2020 10:45	392	23,5	53,7	171	1	0,68999
6/8/2020 10:50	393	22,5	55,6	171	1	0,77272
6/8/2020 10:56	394	24,3	56,3	171	1	0,67137
6/8/2020 11:01	395	19,1	63,2	171	1	1,00035
6/8/2020 11:06	396	18	66,3	171	1	1,16553
6/8/2020 11:11	397	18,1	67,3	171	1	1,69878
6/8/2020 11:16	398	17,9	69,5	171	1	1,21674
6/8/2020 11:21	399	18,3	68,4	171	1	1,69878
6/8/2020 11:26	400	19,6	65	171	1	5,58388
6/8/2020 11:31	401	20,6	62,7	171	1	2,01312
6/8/2020 11:36	402	23,5	54,2	171	1	3,36446
6/8/2020 11:41	403	24,6	51,6	171	1	2,42463
6/8/2020 11:46	404	25,7	47,6	171	1	1,54116
6/8/2020 11:51	405	23,2	51	171	1	3,02885
6/8/2020 11:56	406	22,3	54	171	1	2,06999
6/8/2020 12:01	407	23,4	50,7	171	1	2,37218
6/8/2020 12:06	408	23,4	51,5	171	1	1,9189
6/8/2020 12:11	409	23,2	51,5	171	1	3,31652
6/8/2020 12:16	410	24,3	49,2	171	1	1,08788
6/8/2020 12:21	411	23,4	49,5	171	1	0,5116
6/8/2020 12:26	412	21,1	54,1	171	1	0,88635
6/8/2020 12:32	413	20,8	55,1	171	1	0,74724
6/8/2020 12:37	414	21,1	55,1	185	3	0,72169
6/8/2020 12:42	415	20,2	57,2	171	1	0,6837
6/8/2020 12:47	416	19,7	57,8	171	1	0,72214
6/8/2020 12:52	417	19,3	59,6	171	1	1,24171
6/8/2020 12:57	418	18,4	67,2	171	1	1,20362
6/8/2020 13:02	419	18,4	66,4	171	1	1,2798
6/8/2020 13:07	420	19	62,9	171	1	0,92508
6/8/2020 13:12	421	19,4	62,2	171	1	1,31789
6/8/2020 13:17	422	18,9	64,1	171	1	1,47024
6/8/2020 13:22	423	20,1	61,1	171	1	3,39407
6/8/2020 13:27	424	20,7	59,2	171	1	0,89891
6/8/2020 13:32	425	20,6	57,7	171	1	1,01317
6/8/2020 13:37	426	18,2	67	171	1	0,94975
6/8/2020 13:42	427	17,9	67,5	171	1	1,02603
6/8/2020 13:47	428	18,1	66,4	171	1	0,50603
6/8/2020 13:52	429	18,4	65	171	1	0,98789
6/8/2020 13:57	430	18,7	64,1	171	1	0,94975
6/8/2020 14:02	431	19,1	62,4	171	1	1,02603
6/8/2020 14:07	432	19,5	61,1	171	1	0,9116
6/8/2020 14:13	433	19,3	61,4	171	1	0,83512
6/8/2020 14:18	434	18,8	62,1	171	1	0,79718
6/8/2020 14:23	435	18,8	61,9	171	1	0,56832
6/8/2020 14:28	436	18,5	62,7	171	1	0,58057
6/8/2020 14:33	437	18,1	64	171	1	0,54236
6/8/2020 14:38	438	17,7	64,9	171	1	0,95286
6/8/2020 14:43	439	17,3	66,2	171	1	0,51836
6/8/2020 14:48	440	17,3	65,5	171	1	0,59286
6/8/2020 14:53	441	17,4	65,8	171	1	0,47811
6/8/2020 14:58	442	17,3	65,7	171	1	0,43886
6/8/2020 15:03	443	16,9	66,9	171	1	0,3896
6/8/2020 15:08	444	17	67,5	167	1	0,49027
6/8/2020 15:13	445	17,1	67	171	1	0,60518
6/8/2020 15:18	446	17,4	65,7	171	1	0,52858
6/8/2020 15:23	447	17,6	66,7	171	1	0,49027
6/8/2020 15:28	448	17,3	67,3	171	1	0,52858
6/8/2020 15:33	449	17,1	68,1	171	1	0,49027
6/8/2020 15:38	450	17	70,2	171	1	0,49027
6/8/2020 15:43	451	16,4	72,1	171	1	0,45197
6/8/2020 15:48	452	16,3	71,8	171	1	0,45197
6/8/2020 15:54	453	16,9	70,1	171	1	0,45197
6/8/2020 15:59	454	16,8	69,6	171	1	0,45197

Figura A.5: Mediciones 08h00 a 16h00

Fuente: Autor

FECHA Y HORA	# MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	DIÓXIDO DE CARBONO (ppm)	MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)	RADIACIÓN UV
6/8/2020 16:04	455	16.9	68.4	167	1	0.49027
6/8/2020 16:09	456	16.8	68.5	189	3	0.46099
6/8/2020 16:29	457	16.7	67.2	176	2	0.59286
6/8/2020 16:34	458	16.5	66.1	171	1	0.46599
6/8/2020 16:39	459	16.6	66.5	167	1	0.47811
6/8/2020 16:44	460	16.8	65.3	171	1	0.40162
6/8/2020 16:49	461	16.7	64.9	167	1	0.28887
6/8/2020 16:54	462	16.5	65.1	171	1	0.22215
6/8/2020 16:59	463	16.2	66.3	167	1	0.22215
6/8/2020 17:04	464	16	66.4	171	1	0.18385
6/8/2020 17:10	465	15.8	67.5	171	1	0.18385
6/8/2020 17:15	466	15.7	68.3	171	1	0.18385
6/8/2020 17:20	467	15.9	68.5	171	1	0.24583
6/8/2020 17:25	468	16.2	68.1	171	1	0.24583
6/8/2020 17:30	469	16.5	68.1	171	1	0.22215
6/8/2020 17:35	470	16.6	67.7	171	1	0.19562
6/8/2020 17:40	471	16.3	69.2	171	1	0.14555
6/8/2020 17:45	472	16.1	69.9	176	2	0.14555
6/8/2020 17:50	473	16.1	69.6	176	2	0.13059
6/8/2020 17:55	474	16	69.9	171	1	0.18078
6/8/2020 18:00	475	16	68.8	176	2	0.14232
6/8/2020 18:05	476	15.9	70.4	171	1	0.10385
6/8/2020 18:10	477	15.7	71.1	171	2	0.06539
6/8/2020 18:15	478	15.6	71.4	171	1	0.06539
6/8/2020 18:20	479	15.4	72	171	1	0.06539
6/8/2020 18:25	480	15.4	72.4	171	1	0.06539
6/8/2020 18:30	481	15.4	72.5	176	2	0.07704
6/8/2020 18:35	482	15.4	72.4	171	1	0.07704
6/8/2020 18:40	483	15.3	73.2	171	1	0.07704
6/8/2020 18:45	484	15.3	73.5	171	1	0.05377
6/8/2020 18:50	485	15.1	74.1	171	1	0.05377
6/8/2020 18:56	486	15.1	74.1	171	1	0.07704
6/8/2020 19:01	487	15.1	73.9	171	1	0.07704
6/8/2020 19:06	488	15.1	73.6	171	1	0.07704
6/8/2020 19:11	489	15.2	73.2	171	1	0.03852
6/8/2020 19:16	490	15.3	72.5	171	1	0.03852
6/8/2020 19:21	491	15.1	73.8	171	1	0.07704
6/8/2020 19:26	492	15.3	73.3	171	1	0.07704
6/8/2020 19:31	493	15.2	72.9	171	1	0.07704
6/8/2020 19:36	494	15.2	71	171	1	0.07704
6/8/2020 19:41	495	15.2	73.5	171	1	0.07704
6/8/2020 19:46	496	15.1	74.9	171	1	0.07704
6/8/2020 19:51	497	14.9	75.8	171	1	0.07704
6/8/2020 19:56	498	14.9	75.9	171	1	0.07704
6/8/2020 20:01	499	14.9	75.7	171	1	0.07704
6/8/2020 20:06	500	14.9	76.2	176	2	0.03852
6/8/2020 20:11	501	14.8	76.6	171	2	0.07704
6/8/2020 20:16	502	14.8	77.1	171	1	0.03852
6/8/2020 20:21	503	14.8	77	171	1	0.07704
6/8/2020 20:26	504	14.8	76.6	171	1	0.05014
6/8/2020 20:31	505	14.8	76.8	171	1	0.07704
6/8/2020 20:36	506	14.7	77.1	171	1	0.07704
6/8/2020 20:42	507	14.7	76.5	171	1	0.07704
6/8/2020 20:47	508	14.7	77.1	171	1	0.03852
6/8/2020 20:52	509	14.7	78	171	1	0.03852
6/8/2020 20:57	510	14.6	78.5	171	1	0.05014
6/8/2020 21:02	511	14.5	79	171	1	0.08872
6/8/2020 21:07	512	14.4	78.6	171	2	0.05014
6/8/2020 21:12	513	14.4	78.8	171	1	0.05014
6/8/2020 21:17	514	14.4	78.5	171	1	0.05014
6/8/2020 21:22	515	14.4	78.8	171	1	0.05014
6/8/2020 21:27	516	14.4	78.5	171	1	0.08872
6/8/2020 21:32	517	14.4	78.6	171	1	0.05014
6/8/2020 21:37	518	14.3	78.3	171	1	0.05014
6/8/2020 21:42	519	14.3	78.2	171	1	0.05014
6/8/2020 21:47	520	14.4	78.2	171	1	0.05014
6/8/2020 21:52	521	14.3	78.4	171	1	0.05014
6/8/2020 21:57	522	14.3	78.5	171	1	0.05014
6/8/2020 22:02	523	14.3	78.4	171	1	0.05014
6/8/2020 22:07	524	14.3	78.8	171	1	0.08872
6/8/2020 22:12	525	14.2	78.7	171	1	0.05014
6/8/2020 22:17	526	14.2	79.3	171	1	0.05014
6/8/2020 22:22	527	14.2	78.5	171	1	0.05014
6/8/2020 22:28	528	14.2	78.3	171	1	0.05014
6/8/2020 22:33	529	14.2	78.1	171	1	0.08872
6/8/2020 22:38	530	14.3	77.5	171	1	0.05014
6/8/2020 22:43	531	14.3	77.9	171	1	0.05014
6/8/2020 22:48	532	14.4	77.7	171	1	0.05014
6/8/2020 22:53	533	14.3	78.4	171	1	0.05014
6/8/2020 22:58	534	14.2	78.5	171	2	0.05014
6/8/2020 23:03	535	14.3	78.8	171	1	0.05014
6/8/2020 23:08	536	14.3	79.2	171	1	0.05014
6/8/2020 23:13	537	14.2	79.4	171	1	0.05014
6/8/2020 23:18	538	14.2	79.6	171	1	0.05014
6/8/2020 23:23	539	14.2	79.2	171	1	0.05014
6/8/2020 23:28	540	14.3	78.8	171	1	0.05014
6/8/2020 23:33	541	14.3	79.2	171	1	0.08872
6/8/2020 23:38	542	14.3	78.8	167	1	0.05014
6/8/2020 23:43	543	14.3	78.2	167	1	0.05014
6/8/2020 23:48	544	14.2	78.2	171	1	0.05014
6/8/2020 23:53	545	14.2	78.4	171	1	0.05014
6/8/2020 23:58	546	14.2	78.6	171	1	0.05014

Figura A.6: Mediciones 16h00 a 23h59

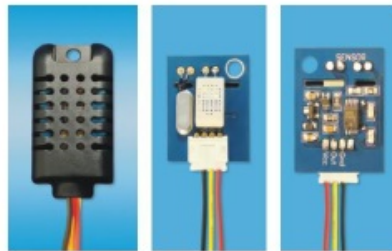
Fuente: Autor

Apéndice B

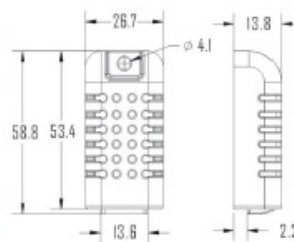
Fichas técnicas

1、Product Overview

AM2301 capacitive humidity sensing digital temperature and humidity module is the one that contains the compound has been calibrated digital signal output of the temperature and humidity sensor. Application of a dedicated digital modules collection technology and the temperature and humidity sensing technology, to ensure that the product has high reliability and excellent long-term stability. The sensor includes a capacitive sensor wet components and a high-precision temperature measurement devices, and connected with a high-performance 8-bit microcontroller. The product has excellent quality, fast response, strong anti-jamming capability, and high cost. Each sensor is extremely accurate humidity calibration chamber calibration. The form of procedures, the calibration coefficients stored in the microcontroller, the sensor within the processing of the heartbeat to call these calibration coefficients. Standard single-bus interface, system integration quick and easy. Small size, low power consumption, signal transmission distance up to 20 meters, making it the best choice of all kinds of applications and even the most demanding applications. Products for the 3-lead (single-bus interface) connection convenience. Special packages according to user needs.



Physical map



Dimensions (unit: mm)

2、Applications

HVAC, dehumidifier, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automatic control, data loggers, home appliances, humidity regulator, medical, weather stations, and other humidity measurement and control and so on.

3、Features

Ultra-low power, the transmission distance, fully automated calibration, the use of capacitive humidity sensor, completely interchangeable, standard digital single-bus output, excellent long-term stability, high accuracy temperature measurement devices.

4、The definition of single-bus interface

4.1 AM2301 Pin assignments

Table 1: AM2301 Pin assignments

Pin	Color	Name	Description
1	Red	VDD	Power (3.3V-5.2V)
2	Yellow	SDA	Serial data, Dual-port
3	Black	GND	Ground
4		NC	Empty

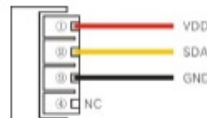


FIG1: AM2301 Pin Assignment



Temp, Humidity & Dew point measurement experts

4.2 Power supply pins (VDD GND)

AM2301 supply voltage range 3.3V – 5.2V, recommended supply voltage is 5V.

4.3 Serial data (SDA)

SDA pin is tri structure for reading, writing sensor data. Specific communication timing, see the detailed description of the communication protocol.

5、Sensor performance

5.1 Relative humidity

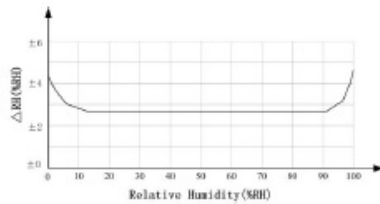
Table 2: AM2301 Relative humidity performance table

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		%RH
Range		0		99.9	%RH
Accuracy ⁽¹⁾	25°C		± 3		%RH
Repeatability			± 1		%RH
Exchange	Completely interchangeable				
Response ⁽²⁾	1/e(63%)		<6		S
Sluggish			± 0.3		%RH
Drift ⁽³⁾	Typical		<0.5		%RH/yr

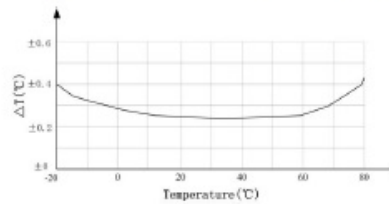
5.2 Temperature

Table 3: AM2301 Relative temperature performance

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Resolution			0.1		°C
n			16		bit
Accuracy			± 0.3	± 1	°C
Range		-40		80	°C
Repeat			± 0.2		°C
Exchange	Completely interchangeable				
Response	1/e(63%)		<10		S
Drift			± 0.3		°C/yr



Pic2: At25°C The error of relative humidity



Pic3: The maximum temperature error

6、Electrical Characteristics

Electrical characteristics, such as energy consumption, high, low, input, output voltage, depending on the power supply. Table 4 details the electrical characteristics of the AM2301, if not identified, said supply voltage of 5V. To get the best results with the sensor, please design strictly in accordance with the conditions of design in Table 4.

Table 4: AM2301 DC Characteristics

Parameter	Condition	min	typ	max	Unit
Voltage		3.3	5	5.2	V
Power consumption ^[1]	Dormancy	10	15		µA
	Measuring		500		µA
	Average		300		µA
Low level output voltage	I _{OL} ^[5]	0		300	mV
High output voltage	R _p <25 kΩ	90%		100%	VDD
Low input voltage	Decline	0		30%	VDD
Input High Voltage	Rise	70%		100%	VDD
R _{pu} ^[6]	VDD = 5V VIN = VSS	30	45	60	kΩ
Output current	turn on		8		mA
	turn off	10	20		µA
Sampling period		2			S

[1] the accuracy of the factory inspection, the sensor 25 ° C and 5V, the accuracy specification of test conditions, it does not include hysteresis and nonlinearity, and is only suitable for non-condensing environment.

[2] to achieve an order of 63% of the time required under the conditions of 25 ° C and 1m / s airflow.

[3] in the volatile organic compounds, the values may be higher. See the manual application to store information.

[4] this value at VDD = 5.0V when the temperature is 25 ° C, 2S / time, under the conditions of the average.

[5] low output current.

[6] that the pull-up resistor.

7、Single-bus communication (ONE-WIRE)

7.1 Typical circuits for single bus

Microprocessor and AM2301 connection typical application circuit is shown in Figure 4. Single bus communication mode, pull the SDA microprocessor I / O port is connected.

Special instructions of the single-bus communication:

1. Typical application circuit recommended in the short cable length of 30 meters on the 5.1K pull-up resistor pullup resistor according to the actual situation of lower than 30 m.
2. With 3.3V supply voltage, cable length shall not be greater than 100cm. Otherwise, the line voltage drop will lead to the sensor power supply, resulting in measurement error.
3. Read the sensor minimum time interval for the 2S; read interval is less than 2S, may cause the temperature and humidity are not allowed or communication is unsuccessful, etc..
4. Temperature and humidity values are each read out the results of the last measurement For real-time data that need continuous read twice, we recommend repeatedly to read sensors, and each read sensor interval is greater than 2 seconds to obtain accurate data.

TECHNICAL DATA MQ-135 GAS SENSOR

FEATURES

Wide detecting scope
Stable and long life
Fast response and High sensitivity
Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of NH₃, NO_x, alcohol, Benzene, smoke, CO₂, etc.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R _L	Load resistance	can adjust	
R _{H1}	Heater resistance	33Ω±5%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 800mw	

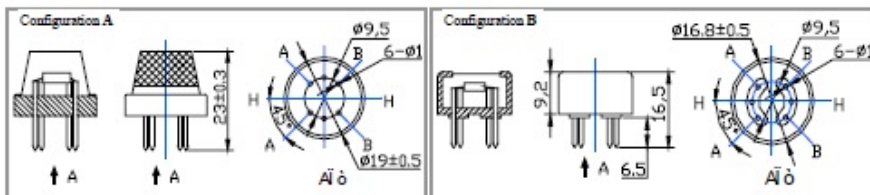
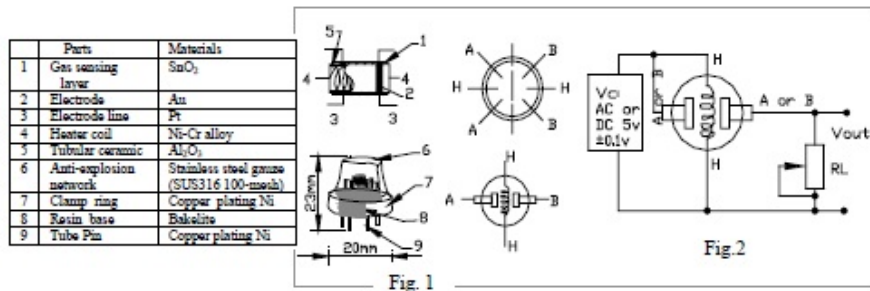
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10□-45□	
T _{as}	Storage Tem	-20□-70□	
R _{H1}	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R _s	Sensing Resistance	30KΩ-200KΩ (100ppm NH ₃)	Detecting concentration scope 10ppm-300ppm NH ₃ 10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm Alcohol
α (200/50) NH ₃	Concentration Slope rate	≤0.65	
Standard Detecting Condition	Temp: 20□±2□ Humidity: 65%±5%	V _c :5V±0.1 V _H : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



Structure and configuration of MQ-135 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive

components. The enveloped MQ-135 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-135

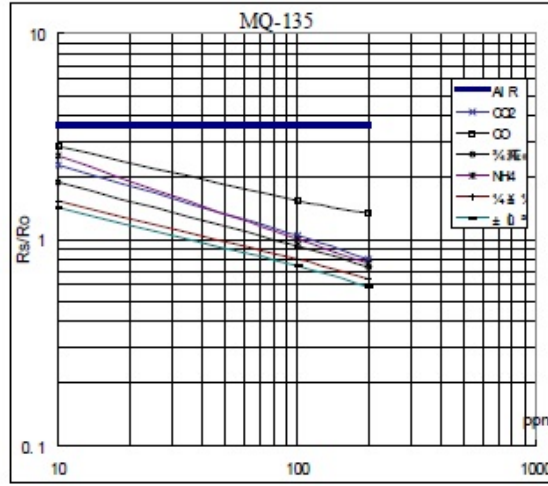


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases. in their: Temp: 200 ° Humidity: 65% O₂ concentration 21% RL=20kΩ Ro: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in the clean air. Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

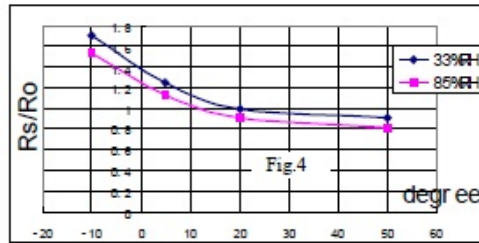


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity. Ro: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in air at 33%RH and 20 degree Rs: sensor resistance at 100ppm of NH₃ at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-135 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 100ppm NH₃ or 50ppm Alcohol concentration in air and use value of Load resistance that (R_L) about 20 KΩ (10KΩ to 47 KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.



TECHNICAL DATA MQ-7 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to carbon monoxide
- * Stable and long life

APPLICATION

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
VH (H)	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
VH (L)	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
RL	Load resistance	Can adjust	
RH	Heating resistance	33 Ω ± 5%	Room temperature
TH (H)	Heating time (high)	60±1 seconds	
TH (L)	Heating time (low)	90±1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

b. Environment conditions

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
Tao	Using temperature	-20℃-50℃	
Tas	Storage temperature	-20℃-50℃	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O ₂	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

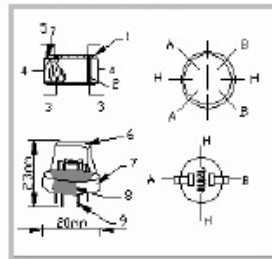
c. Sensitivity characteristic

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
α (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature	-20℃±2℃	relative humidity 65%±5% RL:10K Ω ±5%
	Vc:5V±0.1V VH:5V±0.1V VH:1.4V±0.1V		
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO_2
2 Electrode	An
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al_2O_3
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Epoxy resin
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1

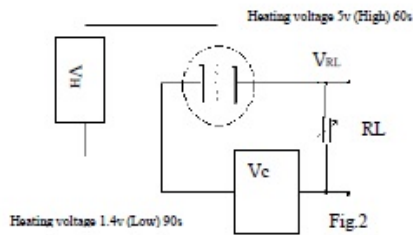
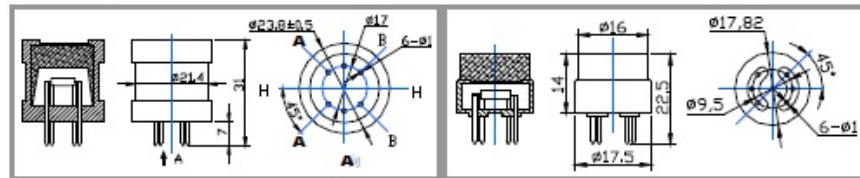


Fig.2

Standard circuit:

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

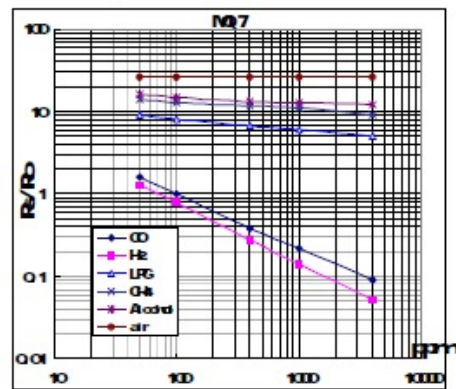


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

- in their: Temp: 20℃,
- Humidity: 65%.
- O_2 concentration 21%
- $\text{RL}=10\text{k}\Omega$

R_0 : sensor resistance at 100ppm CO in the clean air.
 R_s : sensor resistance at various concentrations of gases.

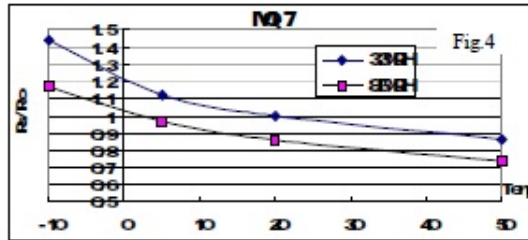


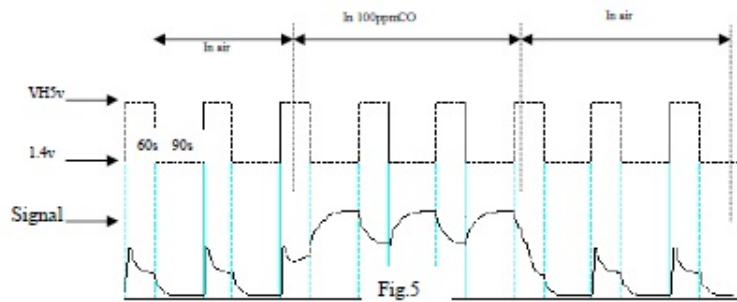
Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.
 R0: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.
 Rs: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor R_s is obtained through effected voltage signal output of the load resistance R_L which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s \setminus R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of R_L signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of SnO₂ with stability, So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that(R_L) about 10 K Ω (5K Ω to 47 K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- a. Connect the sensor to the application circuit.
- b. Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- c. Adjust the load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- d. Adjust the another load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds .

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

ML8511

UV Sensor with Voltage Output

GENERAL DISCRIPTION

The ML8511 is a UV sensor, which is suitable for acquiring UV intensity indoors or outdoors. The ML8511 is equipped with an internal amplifier, which converts photo-current to voltage depending on the UV intensity. This unique feature offers an easy interface to external circuits such as ADC. In the power down mode, typical standby current is 0.1 μ A, thus enabling a longer battery life.

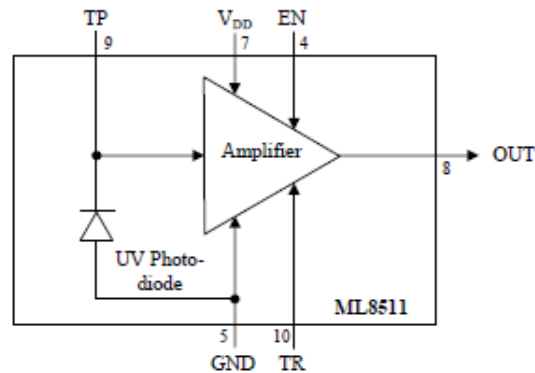
FEATURES

- Photodiode sensitive to UV-A and UV-B
- Embedded operational amplifier
- Analog voltage output
- Low supply current (300 μ A typ.) and low standby current (0.1 μ A typ.)
- Small and thin surface mount package (4.0mm x 3.7mm x 0.73mm, 12-pin ceramic QFN)

APPLICATIONS

- Smart phone, Watch, Weather station, Bicycle navigation, Accessory, Gaming

BLOCK DAIAGRAM



PIN CONFIGURATIONS

Pin	Symbol	I/O	Function
7	VDD	PW	Supply voltage. Decouple this pin to ground with 0.1 μ F capacitor.
5	GND	PW	Ground
4	EN	I	Active high enable pin. (High: Active mode, Low: Standby mode)
8	OUT	O	Output (Low in power down or standby mode)
9	TP	I/O	Test pin. Do not connect.
10	TR	I/O	Internal reference voltage. Decouple this pin to ground with 1 nF capacitor.
1,2,3, 6,11,12	NC	-	No Connection. Do not connect.

FEDL8511-05

LAPIS Semiconductor Co., Ltd.

ML8511

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Symbol	Condition	Rating	unit
Supply Voltage	V _{DD}	Ta=25 °C	-0.3 to +4.6	V
Input Voltage	V _I	Ta=25 °C	-0.3 to +4.6	V
Output Short Current	I _{OS}	Ta=25 °C	5	mA
Power Dissipation	P _D	Ta=25 °C	30	mW
Storage Temperature	T _{stg}	-	-30 to +85	°C

RECOMENDED OPERATION CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	unit
Operating Voltage	V _{DD}	2.7	3.3	3.6	V
Operating Temperature	Ta	-20	-	70	°C

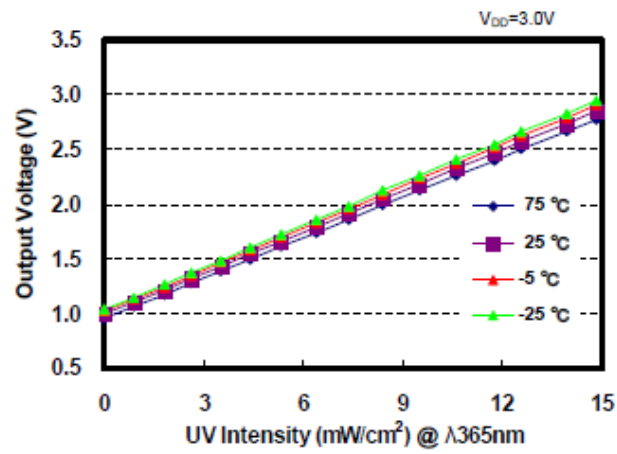
ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD}=+2.7V to +3.6V, Ta= -20°C to +70°C)

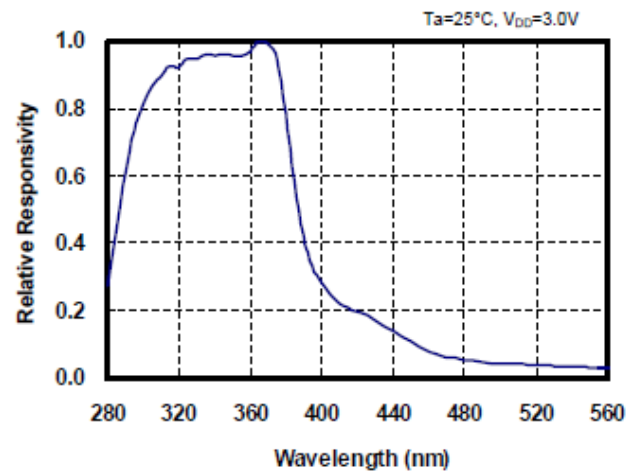
Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	unit
Supply Current (active mode)	I _{DDA}	V _{EN} =V _{DD}	-	300	500	μA
Supply Current (standby mode)	I _{DDB}	V _{EN} =0	-	0.1	1	μA
Input Voltage (High level)	V _{IH}	-	V _{DD} × 0.8	-	V _{DD} + 0.3	V
Input Voltage (Low level)	V _{IL}	-	-0.2	-	0.72	V
High level input current	I _{IH}	V _{EN} =V _{DD}	-	-	1	μA
Low level input current	I _{IL}	V _{EN} =0	-1	-	-	μA
Wavelength of maximum sensitivity	λ _p	Ta=25°C	-	365	-	nm
Output Setup Time	T _{SU}	V _{EN} =V _{DD}	-	-	1	ms
Output Voltage (Shading) *	V _{REF}	Ta=25°C, V _{EN} =V _{DD}	0.95	1.0	1.05	V
Output Voltage (10mW/cm ² at λ _p) *	V _O	Ta=25°C, V _{EN} =V _{DD}	2.08	2.2	2.32	V

* Load resistance of OUT port is recommended more than 100 kΩ.

OUTPUT VOLTAGE- UV INTENSITY CHARACTERISTICS



SPECTRAL RESPONSIVITY CHARACTERISTICS



Apéndice C

Código fuente arduino

```
1 // LIBRERIAS
2 #include <DHT.h>
3 #include <SPI.h>
4 #include <Ethernet.h>
5
6 // CONFIGURACION THINGSPEAK
7 #ifdef SPARK
8 #include "ThingSpeak/ThingSpeak.h"
9 #else
10 #include "ThingSpeak.h"
11 #endif
12 #define WRITE_DELAY_FOR_THINGSPEAK 15000
13
14 //CONFIGURACION SENSOR DHT21
15 #define DHTPIN 2
16 #define DHTTYPE DHT22
17 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
18
19 // DECLARACION VARIABLES
20 int LDR = A2;
21 int REF_3V3 = A3;
22
23 // CALIBRACION SENSOR CO2 AL NIVEL 0
24 #define co2Input A0
25 #define co2Zero 55
26
27 //CONFIGURACION SENSOR CO
```

68

```
28 const int coInput=1;
29 int limit;
30 int sensorValueCO;
31
32 // CONFIGURACION CONEXION ETHERNET
33 byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE,0xED };
34 IPAddress ip(192,168,1,60);
35 EthernetClient client;
36
37 // CONFIGURACION ENLACE A THINGSPEAK
38 unsigned long mySensorsChannelNumber = 823432;
39 unsigned long myCommandsChannelNumber = 1109164;
40
41 const char * myWriteAPIKey_sensors = "5GWUZZZGVXVVKCRY";
42 const char * myWriteAPIKey_commands = "6MWBOLIWFRHVMI77";
43
44 long lastWriteTime=0;
45 long lastReadTime=0;
46 float responseValue=0;
47
48 void setup ()
49 {
50 Serial.begin(9600);
51 Ethernet.begin(mac, ip);
52 ThingSpeak.begin(client);
53 dht.begin();
54
55 pinMode(LDR, INPUT);
56 pinMode(REF_3V3, INPUT);
57 pinMode(co2Input ,INPUT);
58 }
59
60 void loop ()
61 {
62 // TIEMPOS DE LECTURA
63 if ( millis()-lastWriteTime >300005)
64 {
65 // DECLARAR VARIABLES
66 Serial.println("LECTURA DE VALORES: ");
67 float h = dht.readHumidity();
68 float t = dht.readTemperature()-7;
69
70 Serial.println(t);
```

```
71 int ldrLevel = averageAnalogRead(LDR);
72 int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);
73 float outputVoltage = 3.3 / refLevel * ldrLevel;
74 float idrIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0);
75
76 // TRANSFORMACION VALORES CO2 A PPM
77 int co2now[10];
78 int co2raw = 0;
79 int co2comp = 0;
80 int sensorValue = 0;
81 int zzz = 0;
82
83 for (int x = 0;x<10;x++)
84 {
85 co2now[x]=analogRead(A0);
86 delay(200);
87 }
88
89 for (int x = 0;x<10;x++)
90 {
91 zzz=zzz + co2now[x];
92 }
93 co2raw = zzz/10;
94 co2comp = co2raw - co2Zero;
95 sensorValue = map(co2comp,0,1023,400,5000);
96 sensorValueCO= analogRead(coInput);
97
98 if (isnan(t) || isnan(h))
99 {
100 Serial.println("Failed to read from DHT");
101 }
102 else
103 {
104 Serial.println("Temp="+String(t)+" *C");
105 Serial.println("Humidity="+String(h)+" %");
106 Serial.println("CO2="+String(sensorValue)+" ppm");
107 Serial.println("CO="+String(sensorValueCO)+" ppm");
108 Serial.println("UV="+String(idrIntensity)+" mW/h");
109
110 ThingSpeak.setField(1,t);
111 ThingSpeak.setField(2,h);
112 ThingSpeak.setField(3,sensorValue);
113 ThingSpeak.setField(4,sensorValueCO);
```

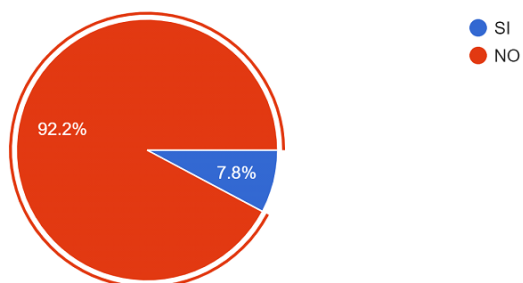
```
114 ThingSpeak.setField(5, idrIntensity);
115
116 ThingSpeak.writeFields(mySensorsChannelNumber, myWriteAPIKey_sensors);
117 astWriteTime=millis();
118 }
119 Serial.println(t);
120 }
121 }
122
123 // LECTURA DE DATOS
124 int averageAnalogRead(int pinToRead)
125 {
126 byte numberOfReadings = 8;
127 unsigned int runningValue = 0;
128
129 for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
130 runningValue += analogRead(pinToRead);
131 runningValue /= numberOfReadings;
132 return(runningValue);
133 }
134 float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
135 {
136 return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
137 }
```

Apéndice D

Encuestas realizadas

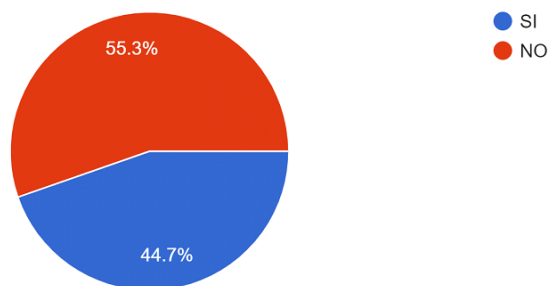
1. ¿Conoce usted los niveles de contaminación de monóxido (CO) y dióxido (CO₂) de carbono del ambiente al ingreso a la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues?

103 respuestas

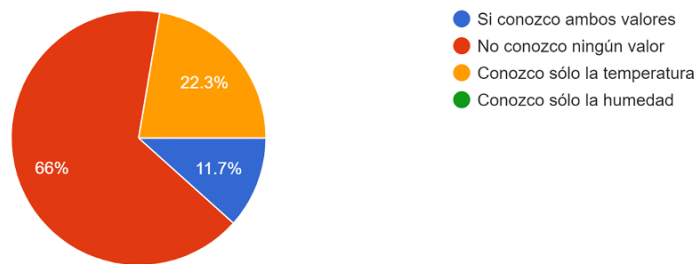


2. ¿Conoce usted los daños que ocasiona a la salud la exposición a los gases CO y CO₂?

103 respuestas



3. ¿Conoce usted los valores de temperatura y humedad que se presentan a diario en la zona?
103 respuestas



4. ¿Cree usted que sería importante implementar un dispositivo que permita monitorear, registrar y mostrar estos datos a la sociedad? Por favor argumente su respuesta.

103 respuestas

Si ya que las apps celulares no permiten ver esos valores

Es importante ya que aporta a mejorar la salud

No, porque creo q sencillamente tomando consciencia de la contaminación ambiental podríamos tomar consciencia de el cuidado del ambiente

sería importante ya que permite saber el daño de estos gases segun sus valores

Sería interesante porque en el celular solo se puede observar el clima pero no esos valores

Si, ya que ayuda a la salud

Mediante mi telefono puedo ver los valores de temperatura y humedad pero no se pueden ver los de co y co2, por lo que sería algo novedoso.

Si, por salud

Tesis - Diego Mogrovejo Rev2

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE
INTERNET

%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, DIEGO GABRIEL MOGROVEJO ROMERO, portador (a) de la cédula de ciudadanía Nro. 0302321617. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**SISTEMA Y ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE CO, CO2, TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, SEDE AZOGUES**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de Los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 28 de septiembre de 2020

F:

DIEGO GABRIEL MOGROVEJO ROMERO
0302321617

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que: **MOGROVEJO ROMERO DIEGO GABRIEL**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302321617**, de la Carrera de: **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

No adeuda libros, a esta fecha: **04 de septiembre del 2020.**



Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"