

**Implementación de un sistema de monitoreo de temperatura ambiente, humedad relativa y
calidad del ambiente en áreas críticas de una IPS**

Johan Salvador Pérez

Jorge Enrique Mejias Buitrago

Director

Liliana Esperanza Bautista Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2024

Resumen

En este documento se describe el desarrollo del proyecto “Implementación de un sistema de monitoreo de temperatura ambiente, humedad relativa y calidad del ambiente en áreas críticas de una IPS” el cuál aborda la optimización del monitoreo de las variables temperatura ambiente, humedad relativa y calidad del aire, de las áreas críticas de la Clínica Medical Duarte, identificando limitaciones en el proceso manual actual y proponiendo soluciones tecnológicas. Primero se realizó un análisis de las condiciones operativas en áreas críticas de la IPS. Se encontraron limitaciones en el proceso manual de registro de datos ambientales, como errores y falta de acceso remoto. Se implementó un software que permite la adquisición, procesamiento y transmisión de datos ambientales, utilizando Arduino y PHP para gestionar sensores y bases de datos. Se utilizó un enfoque metodológico que involucra la revisión de la normativa, diseño y construcción de un prototipo, implementación de software y evaluación de impacto. Se destaca la efectividad del dispositivo para el registro remoto de datos ambientales y su capacidad para generar análisis útiles. Se ofrecen recomendaciones para futuros trabajos, como medidas de seguridad, calibraciones periódicas y la inclusión de nuevas variables ambientales. En general, el proyecto demuestra mejoras significativas en la gestión de condiciones ambientales en las áreas críticas de la IPS.

Palabras clave: Internet, monitoreo, remoto, termohigrómetro, temperatura.

Abstract

This document describes the development of the project “Implementation of a monitoring system for ambient temperature, relative humidity and environmental quality in critical areas of an IPS” which addresses the optimization of the monitoring of the variables ambient temperature, relative humidity and quality of the environment. air, from the critical areas of the Medical Duarte Clinic, identifying limitations in the current manual process and proposing technological solutions. First, an analysis of the operating conditions in critical areas of the IPS was carried out. Limitations were found in the manual process of recording environmental data, such as errors and lack of remote access. Software was implemented that allows the acquisition, processing and transmission of environmental data, using Arduino and PHP to manage sensors and databases. A methodological approach was used that involves the review of regulations, design and construction of a prototype, software implementation and impact evaluation. The effectiveness of the device for remote recording of environmental data and its ability to generate useful analyzes is highlighted. Recommendations are offered for future work, such as safety measures, periodic calibrations, and the inclusion of new environmental variables. Overall, the project demonstrates significant improvements in the management of environmental conditions in critical areas of the IPS.

Keywords: Internet, monitoring, remote, thermohygrometer, temperature.

Tabla de contenido

Introducción	10
Justificación.....	11
Planteamiento del problema.....	13
Metodología	14
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Estado del Arte.....	18
Prototipo de sistema de monitorización y riego automático que mide la humedad y la temperatura para evaluar la vegetación.....	18
Diseño e implementación de un prototipo de monitoreo de temperatura, humedad y presión con comunicación vía radio e internet para mejorar la producción agrícola.....	18
Prototipo para el control de temperatura y humedad en el secado mecánico del café.....	19
Diseño de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura y humedad para un cultivo de invernadero	19
Marco Teórico.....	21
Internet de las cosas (Iot).....	22
Componentes electrónicos del prototipo	23
Marco Legal	30
Resultados	31

Conclusiones	58
Recomendaciones	59
Referencias Bibliográficas	60
Apéndices	63

Lista de tablas

Tabla 1 *Rangos de Temperatura y Humedad Relativa Establecidos por la IPS*..... 33

Tabla 2 *Características y Especificaciones de Componentes Electrónicos*..... 35

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Sensor DHT22</i>	23
Figura 2 <i>WeMos D1 Mini</i>	24
Figura 3 <i>Pantalla OLED 128x64</i>	25
Figura 4 <i>Sensor MQ-135</i>	25
Figura 5 <i>Módulo Elevador MT3608</i>	26
Figura 6 <i>Módulo TP4056</i>	26
Figura 7 <i>IDE de Arduino</i>	27
Figura 8 <i>Lenguaje PHP</i>	28
Figura 9 <i>Lenguaje MySQL</i>	28
Figura 10 <i>Lenguaje Java</i>	29
Figura 11 <i>XAMPP</i>	29
Figura 12 <i>Formato de control de temperatura y humedad relativa de la IPS</i>	32
Figura 13 <i>Toma de Datos por Parte del Personal de Farmacia de la IPS</i>	34
Figura 14 <i>Diseño del Circuito en EASYEDA</i>	36
Figura 15 <i>Vista Inferior de Diseño 3D de Carcasa</i>	37
Figura 16 <i>Vista Interior del Diseño de la Carcasa 3D</i>	38
Figura 17 <i>Dispositivo Final</i>	39
Figura 18 <i>Diagrama de Flujo del Envío de Datos</i>	40
Figura 19 <i>Código en Arduino</i>	41
Figura 20 <i>Programación PHP</i>	42
Figura 21 <i>Base de Datos en MySQL</i>	43
Figura 22 <i>Ventana de Inicio del Software</i>	44

Figura 23 <i>Ventana de Módulo de Reportes y Gráficas</i>	44
Figura 24 <i>Ventana de Módulo de Monitoreo de Temperatura y Humedad</i>	46
Figura 25 <i>Diagrama del Sistema General</i>	47
Figura 26 <i>Ubicación y Puesta en Marcha del Dispositivo Dentro del Servicio de Farmacia</i>	47
Figura 27 <i>Instalación del Software en los Computadores de la IPS</i>	48
Figura 28 <i>Tabla de los Datos Recolectados en Alto Costo del Servicio de Farmacia</i>	49
Figura 29 <i>Gráfica de los Datos Recolectados en Alto Costo del Servicio de Farmacia</i>	50
Figura 30 <i>Gráfica de los Datos Recolectados en Almacenamiento del Servicio de Farmacia</i>	51
Figura 31 <i>Gráfica de los Datos Recolectados en Almacenamiento del Servicio de Farmacia</i>	52
Figura 32 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 1</i>	53
Figura 33 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 2</i>	53
Figura 34 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 3</i>	54
Figura 35 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 4</i>	54
Figura 36 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 5</i>	55
Figura 37 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 6</i>	55
Figura 38 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 7</i>	56
Figura 39 <i>Resultados de la Encuesta Pregunta 8</i>	56

Lista de Apéndice

Apéndice A <i>Archivo de Excel Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento</i>	63
Apéndice B <i>Archivo De Excel Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Alto Costo</i>	63
Apéndice C <i>PDF Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento</i>	64
Apéndice D <i>PDF Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Alto Costo.....</i>	65
Apéndice E <i>PDF Generado por el Software de Eventualidades Registradas en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento</i>	66
Apéndice F <i>Esquemático de Display I28X64</i>	66
Apéndice G <i>Esquemático de WeMos D1 Mini.....</i>	67
Apéndice H <i>Datasheet DHT22</i>	68
Apéndice I <i>Datasheet MQ-135.....</i>	68
Apéndice J <i>Datasheet MT 3608.....</i>	76
Apéndice K <i>Datasheet TP4056.....</i>	83

Introducción

En la actualidad, la mayoría de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) enfrentan desafíos significativos en el monitoreo y mantenimiento de las condiciones ambientales en áreas críticas. La resolución 3100 de 2019 establece claramente la responsabilidad de garantizar condiciones óptimas de temperatura y humedad para el almacenamiento adecuado de medicamentos, dispositivos médicos y otros insumos asistenciales. Sin embargo, el proceso manual de toma de lecturas mediante termohigrómetros tradicionales presenta limitaciones evidentes, como el riesgo de errores en el registro y la falta de capacidad para acceder a los datos de forma remota.

En este contexto, surge la necesidad imperante de implementar una solución innovadora que no solo simplifique el proceso de monitoreo, sino que también minimice el riesgo de errores humanos y permita un acceso eficiente a los datos. La adopción de tecnologías avanzadas se presenta como una alternativa viable para mejorar la eficacia y la precisión en el control ambiental en las instalaciones de salud.

El presente proyecto aplicado tiene como objetivo principal explorar y desarrollar una solución tecnológica que supere las limitaciones de los termohigrómetros convencionales. Esta solución no solo optimizará el proceso de monitoreo de temperatura y humedad, sino que también proporcionará la capacidad de acceder a los datos de forma remota, garantizando así un cumplimiento continuo de las normativas establecidas por la resolución 3100 de 2019.

A lo largo de este documento, se abordarán los aspectos técnicos, las metodologías de implementación y los beneficios potenciales de la solución propuesta, destacando su capacidad para mejorar la eficiencia operativa y asegurar un control ambiental óptimo en las instalaciones de salud.

Justificación

La realidad observada en Cúcuta revela una brecha significativa en los procesos de monitoreo ambiental de los prestadores de servicios de salud. La dependencia de métodos manuales para evaluar y registrar los niveles de temperatura ambiente y humedad relativa presenta desafíos sustanciales que afectan directamente la calidad y seguridad de los productos y servicios médicos críticos. Este problema se agrava por la necesidad constante de mantener condiciones ambientales específicas en áreas hospitalarias, donde la fluctuación de estas variables puede comprometer la integridad de medicamentos, vacunas, sangre y tejidos, así como otros dispositivos y equipos médicos fundamentales.

La relevancia de un monitoreo constante las 24 horas, los 7 días de la semana, es evidente, especialmente en áreas críticas donde los niveles de temperatura y humedad deben permanecer dentro de márgenes específicos. La naturaleza manual del proceso actual no solo lo hace propenso a errores humanos, sino que también presenta limitaciones en cuanto a la disponibilidad y supervisión constante del personal encargado de la toma de lecturas.

Es crucial destacar que los posibles errores, ya sea en el registro de datos o en la manipulación de la información, podrían tener consecuencias graves en términos de seguridad y eficiencia en la gestión de las instalaciones de salud. Estos errores podrían traducirse en condiciones subóptimas de almacenamiento, afectando la efectividad de los tratamientos médicos y poniendo en riesgo la salud de los pacientes.

Por lo tanto, la implementación de un sistema automatizado de monitoreo para las condiciones de temperatura ambiente, humedad relativa y calidad del aire se presenta como una necesidad imperante. Este proyecto no solo aborda los desafíos actuales, sino que también establece las bases para un control ambiental más eficiente y confiable en las áreas críticas de las

IPS, asegurando el cumplimiento normativo y la calidad de la atención médica brindada.

Planteamiento del Problema

Las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) en la ciudad de Cúcuta enfrentan un desafío crucial en la gestión de las condiciones ambientales en áreas críticas. La toma manual de lecturas de temperatura ambiente y humedad relativa se realiza mediante un termohigrómetro, seguido por la documentación en un formato físico o digital. Sin embargo, este enfoque presenta limitaciones significativas, ya que depende en gran medida de la precisión y disponibilidad del personal a cargo, lo que aumenta la probabilidad de errores en la toma de lecturas y la transcripción de datos.

El proceso actual no solo carece de eficiencia, sino que también presenta riesgos potenciales para la integridad de productos médicos sensibles almacenados en estas áreas. La dependencia de una única persona para llevar a cabo el monitoreo manual implica la posibilidad de malos registros, omisiones involuntarias y la limitada frecuencia de toma de lecturas, lo que podría resultar en la falta de detección oportuna de desviaciones en las condiciones ambientales.

Ante esta problemática, se propone la implementación de una solución tecnológica innovadora y de bajo costo. La adopción de dispositivos de monitoreo automatizado permitiría programar intervalos regulares de muestreo, eliminando la necesidad de supervisión constante por parte del personal. Este enfoque no solo mejora la eficiencia del proceso, sino que también reduce significativamente el riesgo de errores humanos al tiempo que proporciona la posibilidad de enviar los datos a un espacio en la nube o un servidor autorizado. Este planteamiento busca superar las limitaciones actuales, garantizando un control ambiental más preciso, continuo y confiable en las áreas críticas de las IPS, cumpliendo con las normativas establecidas y mejorando la calidad de la atención médica brindada.

Metodología

Teniendo en cuenta que el objetivo del proyecto es implementación de un sistema de monitoreo, se implementó una metodología de tipo cuantitativa con enfoque descriptivo que consta de 4 fases que se describen a continuación:

Fase 1

Identificación de las características y condiciones de operatividad de las áreas críticas de una IPS

a. Revisión de la normativa

Identificar específicamente los requisitos de temperatura y humedad establecidos por la normativa en las áreas críticas.

Analizar las consecuencias de no cumplir con estas normativas en términos de seguridad y calidad de los productos médicos almacenados.

a. Revisión del método de monitoreo en la IPS

Realizar entrevistas con el personal encargado del monitoreo actual para comprender los desafíos y limitaciones experimentados.

Evaluar la confiabilidad de los registros manuales a lo largo del tiempo para identificar posibles patrones de error.

Fase 2

Construcción del prototipo del sistema a partir de los modelos de prueba validados previamente:

a. Diseño y selección de boceto y materiales para el prototipo:

Seleccionar materiales resistentes y compatibles con las condiciones ambientales específicas de las áreas críticas de las IPS.

b. Ensamblaje del modelo estructural.

c. Selección del lenguaje de programación:

Evaluar varios lenguajes de programación considerando la eficiencia, la flexibilidad y la escalabilidad

d. Programación de los sensores y envío de datos:

Desarrollar el código necesario para la integración y programación de los sensores de temperatura y humedad en el prototipo.

Establecer un protocolo de comunicación para el envío seguro de datos a la nube o al servidor autorizado, garantizando la confidencialidad y la integridad de la información.

Fase 3

Registro y almacenamiento remoto de los datos durante un periodo de 4 semanas.

a. Puesta en marcha del prototipo dentro de la IPS

Coordinar con el personal de la IPS para instalar y poner en funcionamiento el prototipo en áreas críticas identificadas.

Realizar pruebas iniciales para asegurar que el sistema esté operando correctamente y registrando datos de manera precisa.

b. Almacenamiento de datos

Configurar una plataforma de almacenamiento en la nube o un servidor autorizado para recibir y alojar los datos generados por el prototipo.

Implementar protocolos de seguridad para proteger la integridad y la confidencialidad de los datos almacenados.

Fase 4

Evaluar el impacto tecnológico, social y económico del sistema dentro de la institución.

a. Evaluación del Impacto Tecnológico:

Realizar pruebas de rendimiento adicionales para evaluar la estabilidad y eficiencia del sistema durante un periodo prolongado.

Identificar posibles mejoras tecnológicas para optimizar el funcionamiento del sistema.

b. Evaluación del Impacto Social:

Recopilar retroalimentación del personal de la IPS y otros usuarios sobre la experiencia de trabajar con el sistema.

Analizar cómo el sistema ha afectado la eficiencia operativa y la calidad del trabajo en las áreas críticas.

c. Evaluación del Impacto Económico:

Analizar los costos asociados con la implementación y mantenimiento del sistema en comparación con los beneficios obtenidos

Objetivos

Objetivo General

Implementar un dispositivo electrónico que permita el monitoreo de datos precisos y actualizados de temperatura ambiente, humedad relativa y calidad del aire, disponibles en todo momento para su revisión en área crítica de la Clínica Medical Duarte.

Objetivos Específicos

Identificar las características y condiciones de operatividad de las áreas críticas de la Clínica Medical Duarte mediante una revisión exhaustiva de la normativa y la evaluación del método de monitoreo actual.

Construir un prototipo del sistema a partir de modelos de prueba previamente validados, asegurando un diseño ergonómico y materiales resistentes para su integración efectiva en entornos hospitalarios.

Realizar el registro y almacenamiento remoto de datos durante un periodo de 4 semanas, implementando el prototipo en la IPS y configurando una plataforma segura en la nube o un servidor autorizado.

Evaluar el impacto tecnológico, social y económico del sistema dentro de la Clínica Medical Duarte, llevando a cabo pruebas de rendimiento, recopilando feedback del personal y analizando el costo-beneficio de la implementación.

Estado del Arte

Prototipo de Sistema de Monitorización y Riego Automático que Mide la Humedad y la Temperatura para Evaluar la Vegetación

En este proyecto, a pesar no estar enfocado en sector salud, los autores se plantean como solución a la problemática el desarrollo de un prototipo de sistema de monitorización y riego automático usando una tarjeta Arduino, cuyos sensores utilizados son: de humedad en el suelo, de humedad relativa y temperatura, y de iluminación, los cuales indican que se debe regar la planta y accionan el riego automático a través de una bomba de agua conectada cuando las condiciones sean poco favorables tales como altas temperaturas, alta iluminación y poca humedad en el suelo. El prototipo es desarrollado utilizando hardware de código abierto. Adicionalmente, incorpora una aplicación móvil para Android que sirve para transmitir los datos generados por el hardware, y un servidor web que almacena los datos generados en la aplicación (Santander, 2016).

Diseño e Implementación de un Prototipo de Monitoreo de Temperatura, Humedad y Presión con Comunicación Vía Radio e Internet para Mejorar la Producción Agrícola

El proyecto que proponen estos autores se encamina a diseñar e implementar un prototipo de monitoreo de temperatura, humedad y presión, con incursión en la comunicación vía radio e internet para mejorar la producción agrícola el cual se recopila información con respecto a los sensores que son compatibles con la unidad de procesamiento principal de un microcontrolador. El prototipo mide tres variables fundamentales en el cuidado agrícola (humedad, temperatura y presión atmosférica) y consiste en un set de 2 microcontroladores ESP32 LoRa que van a trabajar en conjunto, el microcontrolador transmisor (Tx) estará en el

campo de trabajo mostrando los datos obtenidos en la pantalla incorporada mientras que el microcontrolador receptor (Rx) recibirá la información obtenida reflejando la misma en la pantalla incorporada para verificar los datos sin la necesidad de estar en el campo de trabajo, además se tiene la posibilidad de ver los datos en cualquier parte del mundo porque los datos estarán reflejados también en la página web y además en el registro de la base de datos. Todo esto se puede lograr gracias a que los microcontroladores poseen módulos de Wi-Fi y radiofrecuencia (Estuardo, 2022).

Prototipo para el Control De Temperatura y Humedad en el Secado Mecánico del café

En este trabajo de investigación, los autores desarrollan un prototipo para el monitoreo de humedad y el control de la temperatura del secado del café en la Institución Educativa Agropecuaria La Capilla (Cajibío, Cauca). El prototipo fue desarrollado usando instrumentación electrónica y diseño asistido por computador. El sistema de control diseñado permite realizar de manera automática el proceso de secado. Se diseñó un equipo mecánico tipo silo, con una capacidad total de 5 kg de carga, el cual permite una disminución en el tiempo de secado en comparación con el secado manual (Bravo et al., 2022).

Diseño de un Sistema de Monitoreo, Registro y Control de Temperatura y Humedad para un Cultivo de Invernadero

En este proyecto desarrollado en la Universidad tecnológica de Pereira, los autores desarrollan una aplicación la cual permite monitoreo, registro y control de un cultivo en invernadero a través de la implementación de diversos dispositivos (microcontrolador, sensores y actuadores), para brindar al usuario un historial de las mediciones de las variables físicas más relevantes (Temperatura, humedad relativa, luminosidad y humedad del suelo) en todo el proceso

de desarrollo del cultivo. Para esto hicieron uso de diferentes tipos de sensores los cuales arrojan medidas calibradas de las variables de interés sensadas de forma reiterada en el transcurso del tiempo, estos sensores están conectados a un dispositivo microcontrolador de la familia Arduino, el cual recibe los datos y los enviará a través de Ethernet a un servidor, para posteriormente realizar una comunicación con la aplicación desarrollada en PHP para almacenar las medidas en una base de datos SQL, luego de esto se realiza una representación gráfica detallada en intervalos de tiempo y rangos de medida, para poder observar el comportamiento de las variables a través del tiempo, además le permite al usuario poder descargar gráficos en tiempo real y archivos en Excel de la base de datos para realizar análisis estadísticos (Wbeimar, 2016).

Marco Teórico

El mantenimiento de la seguridad, pureza y eficacia de los fármacos, vacunas, sangre, tejidos y otros dispositivos médicos es esencial en el ámbito de la atención médica. En este contexto, los controles ambientales desempeñan un papel crucial, destacándose la importancia de monitorear la temperatura y humedad de manera precisa y constante. Una herramienta comúnmente utilizada para este propósito es el termohigrómetro. La Real Academia Española (RAE) define al termohigrómetro como un "instrumento que sirve para medir la temperatura y la humedad del aire atmosférico" (Rae, s. f.). Este dispositivo se presenta en dos formas: análogo y digital.

Los termohigrómetros análogos son dispositivos eléctricos que utilizan la deflexión de una aguja para indicar medidas. Su funcionamiento implica electrodos recubiertos por un material impregnado en una sustancia higroscópica. Este material, al calentarse, entra en equilibrio térmico con el vapor de agua en el aire, proporcionando una medida precisa de la saturación de humedad y la temperatura. Además, estos termohigrómetros análogos suelen incluir un termómetro adicional para indicar la temperatura (Arango y Guerrero, 2018).

Los termohigrómetros digitales son equipos electrónicos que ofrecen información numérica a través de un display. Su funcionamiento se basa en una unidad central de proceso que, mediante software, analiza los datos recopilados por la sonda de medida. Esta sonda puede ser capacitiva o resistiva, siendo sensible a la humedad y temperatura. La ventaja clave de los termohigrómetros digitales radica en su capacidad para proporcionar un monitoreo continuo de las condiciones ambientales, permitiendo ajustes según sea necesario mediante equipos especializados (Arango y Guerrero, 2018).

El uso de termohigrómetros, ya sean análogos o digitales, se ha convertido en una

práctica estándar en clínicas y hospitales para garantizar condiciones ambientales óptimas. Estos dispositivos desempeñan un papel fundamental en la prevención y control de factores ambientales que podrían afectar la calidad y eficacia de los productos médicos esenciales. En el próximo capítulo, se explorarán las limitaciones de los termohigrómetros convencionales y la necesidad de soluciones más avanzadas en el sector de la salud.

Internet de las Cosas (Iot)

Para el desarrollo de este proyecto, es esencial comprender el concepto de Internet de las Cosas (IoT), una tecnología que posibilita la conexión de elementos físicos cotidianos a la red, desde objetos domésticos como bombillas hasta dispositivos médicos utilizados en la atención de la salud. El término IoT engloba sistemas de dispositivos físicos que intercambian datos a través de redes inalámbricas con intervención humana mínima, gracias a la integración de dispositivos informáticos en diversos objetos (¿Qué es el Internet de las cosas (IoT) y cómo funciona?, s. f.).

En el contexto de la salud, la implementación de IoT ofrece una revolucionaria capacidad de monitoreo en tiempo real. El prototipo de sistema de monitoreo propuesto en este proyecto se adhiere a los principios fundamentales de IoT, permitiendo un seguimiento automático de las condiciones de temperatura ambiente, humedad relativa y calidad del aire en áreas críticas de la IPS. La obtención de datos precisos y actualizados en tiempo real facilitará la toma de decisiones informadas para garantizar condiciones ambientales óptimas en entornos de atención médica.

Este enfoque innovador no solo mejora la eficiencia del monitoreo ambiental en comparación con los métodos tradicionales, como los termohigrómetros convencionales, sino que también introduce un nivel de autonomía y conectividad que resulta crucial en entornos hospitalarios. La capacidad de recibir alertas instantáneas ante variaciones en las condiciones ambientales críticas brinda a los profesionales de la salud una herramienta poderosa para la

prevención y gestión proactiva de posibles riesgos.

Además de la monitorización, la conectividad IoT abre la puerta a la implementación de medidas correctivas automatizadas. Por ejemplo, en respuesta a condiciones fuera del rango aceptable, el sistema podría activar dispositivos especializados, como sistemas de ventilación o humidificación, para restaurar las condiciones deseadas.

Componentes Electrónicos del Prototipo

En el ámbito de la monitorización, la efectividad del sistema no solo radica en la capacidad de almacenar datos en la nube, sino también en la precisión y confiabilidad de los componentes electrónicos encargados de detectar y responder a los cambios físicos del entorno.

Uno de los componentes clave es el sensor DHT22 (también conocido como AM2302), especializado en medir tanto la temperatura como la humedad relativa del entorno. Con una impresionante precisión y un amplio rango de medición (-40°C a $+80^{\circ}\text{C}$ para la temperatura y 0% a 100% para la humedad), este sensor utiliza un enfoque combinado de sensor capacitivo de humedad y termistor para proporcionar lecturas digitales en el pin de datos. Compatible con plataformas como Arduino, su implementación en este proyecto se beneficia de librerías específicas y soporte para el protocolo "Single bus" (Sensor de Temperatura y Humedad Relativa DHT11, s. f.).

Figura 1

Sensor DHT22



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Para la comunicación inalámbrica esencial en este proyecto, se incorpora el WeMos D1 Mini, basado en el módulo WiFi ESP8266 (ESP-12F). Este componente no solo destaca por su compatibilidad con Arduino, sino también por su versatilidad en aplicaciones IoT. Con la capacidad de funcionar como servidor web, cliente MQTT y estación WiFi, el ESP8266 ofrece modos de bajo consumo, una característica crucial para aplicaciones alimentadas por batería. Su elección entre lenguajes Arduino y Lua proporciona flexibilidad en el desarrollo, y la activa comunidad de usuarios respalda su integración y solución de problemas (WeMoS D1 Mini ESP8266 WiFi, s. f.).

Figura 2

WeMos D1 Mini

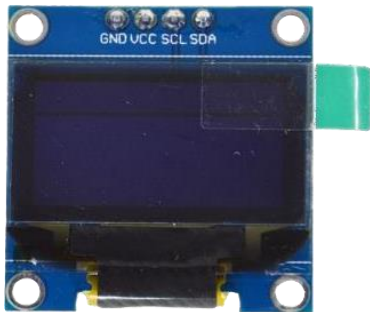


Nota. Adaptado (autor, 2024)

La pantalla OLED de 128x64 con interfaz I2C añade un componente visual al sistema. Esta pantalla, utilizada para mostrar información de manera compacta y atractiva, se comunica con Arduino a través del protocolo I2C, simplificando las conexiones a solo dos cables (Display Pantalla OLED LCD 128x64 Arduino i2C, s. f.).

Figura 3

Pantalla OLED 128x64



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Para la detección de la calidad del aire, se integra el sensor MQ-135, capaz de identificar gases nocivos como dióxido de carbono y monóxido de carbono. Con salidas analógicas y digitales, este sensor provee flexibilidad para su procesamiento por parte del microcontrolador (Sensor MQ-135 Gas Calidad de aire, s. f.).

Figura 4

Sensor MQ-135



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Finalmente, dos módulos completan la lista de componentes. El módulo elevador MT3608, o boost, eleva la tensión de la fuente de alimentación, mientras que el módulo cargador TP4056 facilita la carga de baterías de litio de manera segura (Elevador de voltaje DC-DC 2A MT3608 (Step-Up), s. f.; Moviltronics SAS, 2023).

Figura 5

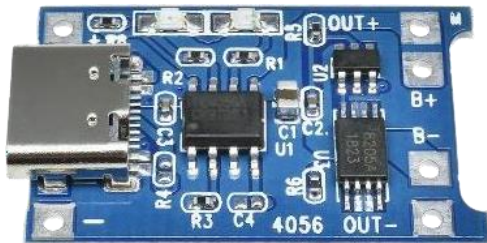
Módulo Elevador MT3608



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Figura 6

Módulo TP4056



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Este conjunto diverso y especializado de componentes electrónicos constituye la columna vertebral del prototipo, trabajando en conjunto para garantizar la captura precisa y eficiente de datos ambientales

Lenguajes de Programación

La programación del proyecto se basa en la integración de varios lenguajes para establecer una conexión efectiva entre el hardware y el software. Los lenguajes fundamentales empleados incluyen C++, el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, PHP y MySQL.

C++ se destaca como un lenguaje compilado multiparadigma, principalmente imperativo y orientado a objetos. Utilizado en la creación de programas como sistemas operativos (Windows, Mac OS X, Linux), navegadores (Google Chrome), aplicaciones de Adobe y Microsoft Office, entre otros, C++ ofrece compatibilidad con bibliotecas, facilitando la escritura de código y permitiendo la orientación a objetos para la configuración de parámetros y propiedades (El lenguaje C++ — Fundamentos de programación en C++, s. f.).

Para programar la placa Arduino, se utiliza el IDE de Arduino, un entorno de desarrollo que proporciona herramientas esenciales para escribir, depurar y grabar el código necesario en la placa. Su accesibilidad y simplicidad han contribuido al éxito de Arduino como plataforma de desarrollo (Aguayo, 2022).

Figura 7

IDE de Arduino



Nota. Adaptado (autor, 2024)

El lenguaje PHP, acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor, es esencial en el desarrollo web. A diferencia de los lenguajes del lado del cliente como JavaScript, PHP se

ejecuta en el servidor, generando HTML que se envía al cliente. Esto garantiza la seguridad del código subyacente. Además, PHP puede integrarse fácilmente en HTML y permite la configuración del servidor web para procesar todos los archivos HTML con PHP (PHP: ¿Qué es PHP? - manual, s. f.).

Figura 8

Lenguaje PHP



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En cuanto a MySQL, su elección se justifica por su eficacia en el manejo de bases de datos relacionales. Al trabajar con tablas interconectadas, organiza y almacena la información de manera eficiente. Su código abierto y la amplia comunidad de desarrolladores que lo respalda hacen de MySQL una opción popular y accesible en el desarrollo web (Barroso, s. f.).

Figura 9

Lenguaje MySQL



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Este conjunto de lenguajes y tecnologías se fusionan para crear un sistema integral que no solo monitorea eficientemente el entorno físico, sino que también permite la gestión y análisis efectivo de los datos recopilados en tiempo real.

Figura 10

Lenguaje Java



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Figura 11

XAMPP



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Marco Legal

En cuanto a marco normativo aplicable a este proyecto, se encontró la Resolución 3100 de 2019, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud, expresa que “El prestador de servicios de salud que cuente con reservas de medicamentos, homeopáticos, fitoterapéuticos, medicamentos biológicos, componentes anatómicos, dispositivos médicos (incluidos los sobre medida), reactivos de diagnóstico in vitro, y demás insumas asistenciales, debe garantizar que se almacenen en condiciones apropiadas de temperatura, humedad, ventilación, segregación y seguridad de acuerdo con las condiciones definidas por el fabricante o el banco del componente anatómico, según aplique, y contar con instrumento para medir humedad relativa y temperatura y evidenciar su registro, control y gestión” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019).

Por otra parte, en cuanto a derechos de autor, la Ley 1915 de 2018, establece disposiciones con relación a los derechos de autor y derechos conexos. (Congreso de la República, 2018). Esta ley se tiene en cuenta para el registro del software como autores de este para su protección.

Resultados

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos en cada una de las fases de la metodología descrita anteriormente.

Fase 1. Identificación de las Características y Condiciones de Operatividad de las Áreas Críticas de una IPS

Realizando una revisión de la normativa, se encontró en la resolución 3100 de 2019, que dice que el prestador de servicios de salud que cuente con reservas de medicamentos, homeopáticos, fitoterapéuticos, medicamentos biológicos, componentes anatómicos, dispositivos médicos (incluidos los sobre medida), reactivos de diagnóstico in vitro, y demás insumos asistenciales, debe garantizar que se almacenen en condiciones apropiadas de temperatura, humedad, ventilación, segregación y seguridad de acuerdo con las condiciones definidas por el fabricante o el banco del componente anatómico, según aplique, y contar con instrumento para medir humedad relativa y temperatura y evidenciar su registro, control y gestión. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019).

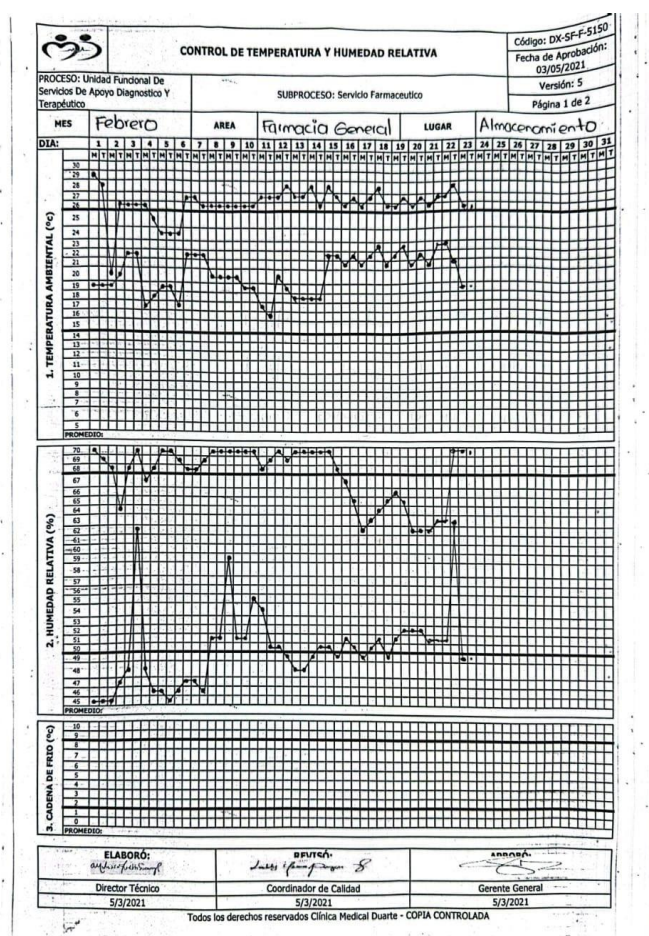
Teniendo en cuenta que el presente proyecto se enfoca en áreas críticas de la IPS, se eligieron 2 puntos estratégicos del servicio farmacéutico para realizar la monitorización, los cuáles son Almacenamiento y Alto Costo. En ese orden de ideas, se encontró la resolución 3157 de 2018, la cual expresa que los estudios de estabilidad para los medicamentos de síntesis química que se comercialicen en el territorio nacional deben cumplir con la temperatura de $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, y la humedad relativa de $75\% \text{ HR} + 5\% \text{ HR}$, de acuerdo con la Zona Climática IVb establecida por la Organización Mundial de la Salud - OMS, para Colombia. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

Posterior a esto, se obtuvo el análisis del método de monitoreo con el que cuenta

actualmente la institución. Para esto se realizó una visita al servicio de farmacia, donde se pudo hallar que cuentan con un formato donde se encuentran los datos de todo el mes de la temperatura ambiente y la humedad relativa que se toman, por medio de los datos arrojados por los termohigrómetros ubicados en los puntos de interés, en la mañana y en la tarde todos los días. En este formato, se resalta el límite en el que debe encontrarse cada una de estas variables, obteniendo a fin de mes una gráfica, como se observa en la siguiente imagen.

Figura 12

Formato de Control De Temperatura Y Humedad Relativa de la IPS



Nota. Adaptado (autor, 2024)

De la visita a la IPS, se socializó con el Químico acerca de los riesgos de no mantener las

temperaturas dentro de los rangos establecidos por la institución, con lo cual se pudo concluir que si tiene más de 25 grados se puede dar la proliferación y además puede elevar la humedad relativa. Hay medicamentos que son higroscópicos, esto quiere decir que pueden absorber humedad del medio ambiente y al absorber esta humedad pierden estabilidad y se puede comprometer la salud del paciente con un medicamento que no se le han cuidado sus condiciones ambientales. También, así como hay medicamentos que son termolábiles por temperaturas elevadas, también hay medicamentos que se ven afectados por temperaturas bajas, en este caso ya las temperaturas de congelación son las que afectarían estos medicamentos, pero en términos generales, temperaturas muy bajas pueden afectar la salud del personal que trabaja con estos medicamentos. En base a esto, los rangos establecidos por la institución son

Tabla 1

Rangos de Temperatura y Humedad Relativa Establecidos por la IPS

Variable	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura	15°C	25°C
Humedad	45%	67%

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Figura 13

Toma de Datos por Parte del Personal de Farmacia de la IPS



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Así fue como se pudo comprobar que el proceso manual de toma de lecturas mediante termohigrómetros tradicionales presenta limitaciones evidentes, como el riesgo de errores en el registro y la falta de capacidad para acceder a los datos de forma remota.

Fase 2. Construcción del Prototipo del Sistema a Partir de los Modelos de Prueba Validados Previamente

Para la realización de este proyecto, se integraron como variables la temperatura ambiente y la humedad relativa que son las que se monitorizan actualmente en la institución. A su vez, se integró una tercera variable de interés conocida como calidad del aire. Para la monitorización de cada una de estas en cuanto a Hardware se seleccionaron los sensores DHT22

encargado de sensar la temperatura ambiente y la humedad relativa y MQ-135 para la detección de la calidad del aire.

Los componentes electrónicos se resumen en la siguiente tabla

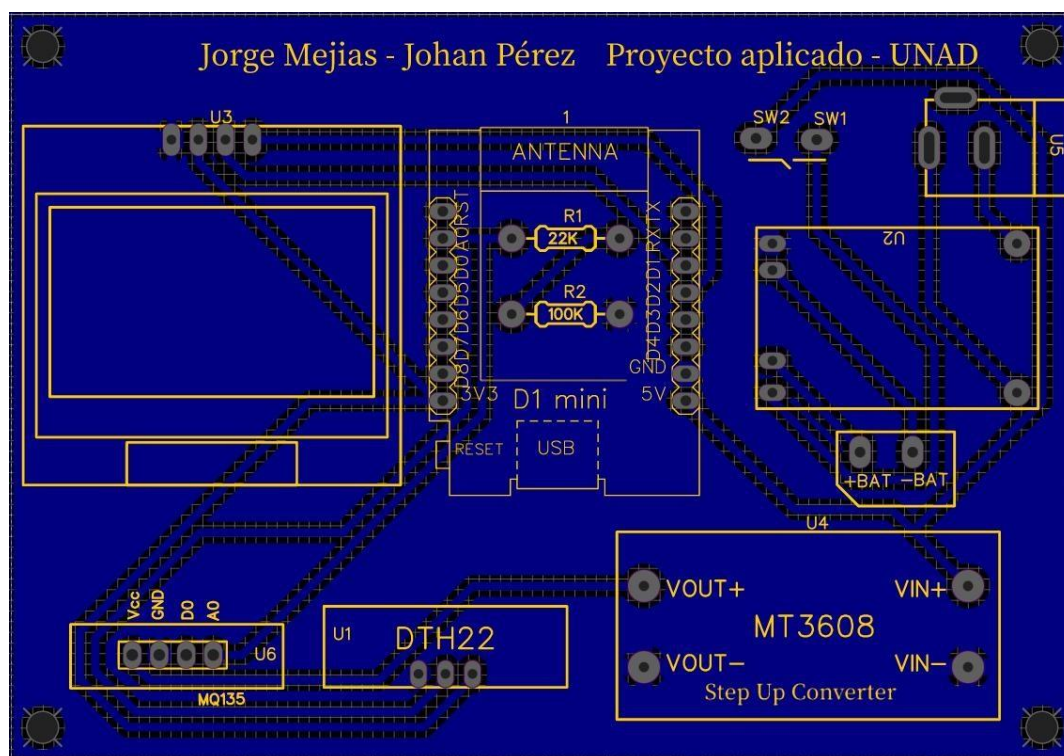
Tabla 2

Características y Especificaciones de Componentes Electrónicos

Componente electrónico	Voltaje de salida (DC)	Tamaño
Sensor DHT22	3.3V-6V	14*18*5.5mm
Sensor MQ-135	2.0V-4.0V	32*22*30mm
Módulo MT3608	5V a 28V	37,5 x 17,5 x 7mm
Display LCD OLED	3V ~ 5V	32 x 35.5 x 4.1mm
WeMos D1 Mini	5V	35x26x12 mm
Módulo TP4056	4.2V	25 x 19 x 10mm

Nota: Adaptado de datasheet.

Una vez se obtuvieron los materiales electrónicos mencionados anteriormente, se dio inicio al diseño de la PCB donde estarían integrados cada uno de estos

Figura 14*Diseño del Circuito en EASYEDA*

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Para energizar el dispositivo se tiene la fuente regulada por un cargador de 1 amperio y 5 voltios, que conecta al módulo cargador de batería de litio TP4056. Además, este mismo módulo es alimentado con un Pack de 3 baterías de litio en paralelo, dicho módulo regula la carga para proteger las baterías y así permitir la mayor durabilidad de estas. Es así como con el cargador se obtiene la energía mientras permanezca conectado a la red y cuando hay ausencia de energía de red las baterías se encargan de suplir el consumo de energía que necesita el equipo hasta por 4 días continuos, y en caso de llegar al límite de descarga de las mismas, el módulo TP4056 desactiva la energía de baterías para así protegerlas de daños por exceso de descarga.

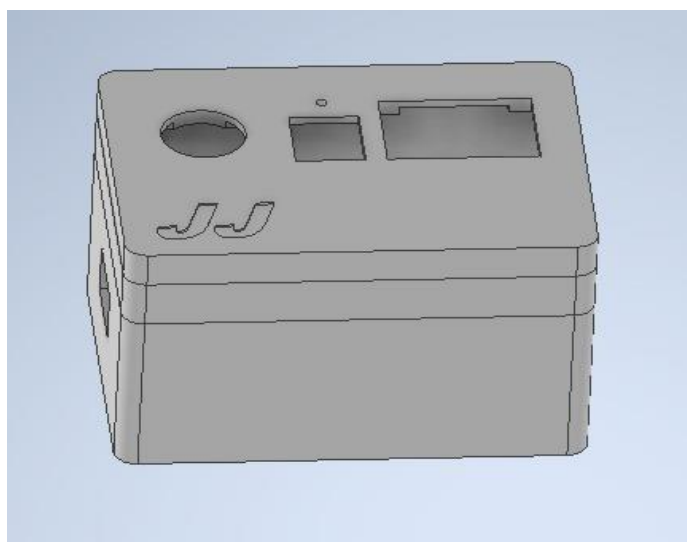
Luego de la entrega de energía, pasa por el switch de corte y luego al módulo elevador de

potencia MT3608, esto porque el módulo anterior entrega voltajes de 3,7 a 4,2 y se requiere mantener un voltaje de 5 voltios ya que todos los componentes electrónicos funcionan a ese voltaje. Luego de esta transición, el D1 mini, es el dispositivo encargado de procesar las señales de los sensores, calibrarlas y enviar los datos por medio de wifi al servidor. La pantalla oled de 1,3 pulgadas, es la encargada de visualizar directamente del dispositivo los parámetros de temperatura, humedad y calidad de aire. El sensor de humedad y temperatura por medio del pin central de salida y entrada de datos se comunica con el D1 mini y entrega sus datos para proporcionar la medida de humedad y temperatura y el sensor de calidad de aire al estar conectado a la alimentación de 5 voltios solo entrega sus datos de calidad de aire por medio del pin digital 1 y el Di mini los recibe por el pin 2 procesando sus datos.

Luego de obtener el diseño final del sistema electrónico, se realizó el diseño simulado en 3D de la estructura de la carcasa para el dispositivo de medición como se muestra a continuación

Figura 15

Vista Inferior de Diseño 3D de Carcasa

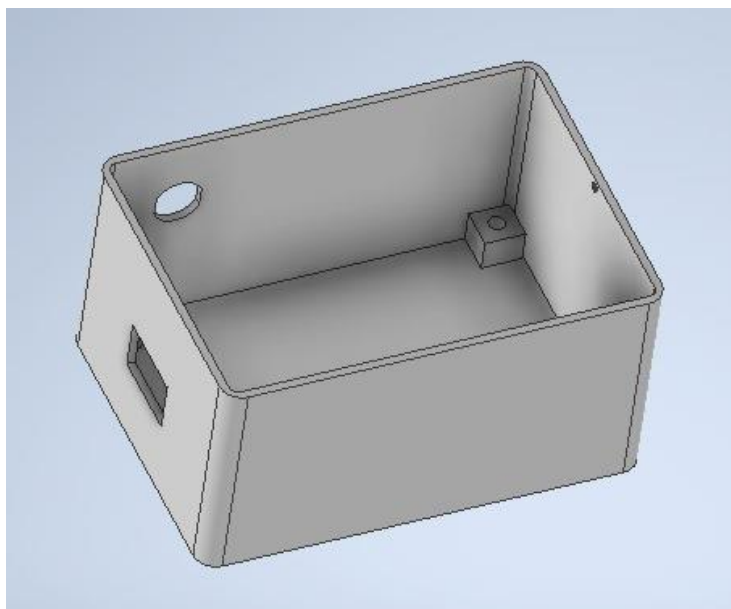


Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la parte superior, se puede observar los 3 agujeros diseñados de tal forma que, en la parte izquierda se ubica el sensor MQ 135 que corresponderá a la lectura de la calidad del aire. En el agujero central estará ubicado el sensor DHT22 correspondiente al sensor de temperatura y humedad. Finalmente, en el agujero de la derecha se tendrá el display en el cual se podrán visualizar los datos.

Figura 16

Vista Interior del Diseño de la Carcasa 3D



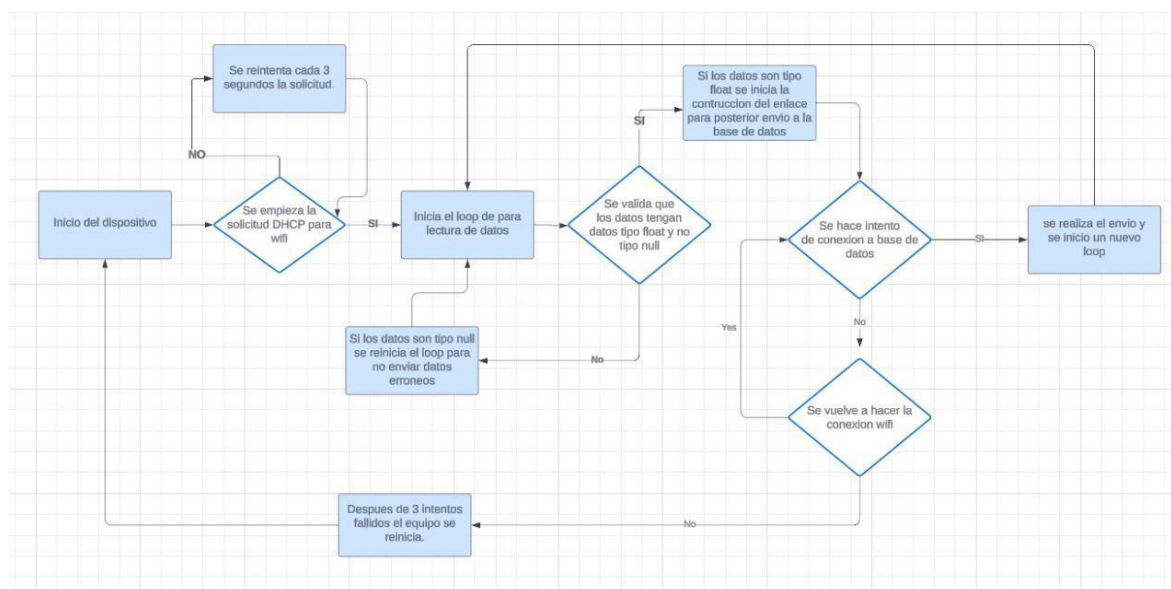
Nota. Adaptado (autor, 2024)

Finalmente, una vez se obtuvo el diseño final de la carcasa, se realizó la impresión 3D del mismo, realizando así el ensamble del sistema electrónico dentro del prototipo, obteniendo el dispositivo final como se muestra a continuación

Figura 17*Dispositivo Final*

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Una vez se obtuvo el hardware del dispositivo, se procedió a realizar la programación. Esta inicia con la recolección de datos. El código en Arduino se centra en la adquisición y transmisión de datos ambientales. Comienza con la configuración de conexiones y parámetros, como la red WiFi y la dirección IP del servidor. Utiliza un sensor DHT22 para medir la temperatura y humedad, así como un sensor MQ-135 para detectar varios gases. La calibración del MQ-135 se realiza durante la inicialización.

Figura 18*Diagrama de Flujo del Envío de Datos*

Nota. Adaptado (autor, 2024)

El programa establece una conexión WiFi y, a intervalos regulares, lee los datos de los sensores y los envía al servidor a través de una solicitud HTTP GET. Además, utiliza una pantalla OLED para mostrar información local y mensajes promocionales. El código demuestra manejo de errores, como la reconexión WiFi, y clasifica la calidad del aire según las lecturas de CO2. En resumen, el código integra sensores, conexión WiFi, y visualización en una aplicación que monitorea y comparte información ambiental

Figura 19

Código en Arduino

```

Conexion_completa_Alt
#include <Wire.h>
#include <Ug211b.h>
#include <DS18B20.h>
#include <DHT.h>
#include <MQ113Sensor.h>

const char* ssid = "Telemetria T?"; // Nombre de tu red WiFi
const char* password = "m4d1c4s1414143?"; // Contraseña de tu red WiFi
const char* host = "192.168.10.100"; // Dirección IP del servidor
const int port = 80; // Puerto del servidor
const int watchdog = 5000; // Intervalo de tiempo entre envío de datos (en milisegundos)
unsigned long previousMillis = 0;

#define DHTTYPE DHT22
#define DHTPIN 13
#define OLED_ADDR 0x3C
#define OLED_SDA 20
#define OLED_SCL 19
#define placa "ESP8266"
#define Voltage_Resolution 3.3
#define pin_A0 // Analog input 0 of your arduino
#define type "MQ-135" //MQ135
#define ADC_Bit_Resolution 10 // For arduino UNO/MEGA/DUANO
#define HMItoMQ113Sensor 3.6/10 / 10 = 3.6 g/m

MQ113Sensor MQ113(placa, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, pin, type);

```

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Del código de Arduino se obtiene una URL, que a través del protocolo JSON intercambia estos datos con el archivo de PHP que está en el servidor.

Este código PHP recibe parámetros GET desde una solicitud HTTP, los cuales incluyen información sobre la zona, temperatura, humedad, calidad del aire y un dato adicional. Luego, imprime estos valores en la respuesta. Además, realiza conexiones a una base de datos MySQL para almacenar los datos. Aquí hay un resumen detallado:

Recepción de Datos: Recibe parámetros GET como zona, temperatura, humedad, calidad y datos desde la solicitud HTTP.

Impresión de Datos: Muestra los valores recibidos en un formato legible en la respuesta HTTP.

Conexión a la Base de Datos: Establece una conexión a una base de datos MySQL utilizando el servidor, usuario y base de datos proporcionados.

Inserción de Datos: Realiza una inserción en la tabla 'datos' con información como la fecha actual, zona, temperatura, humedad, calidad y fecha de consulta. También, si el dato es igual a "1", realiza una segunda inserción en la tabla 'datosexportar' con datos adicionales como

la hora.

Manejo de Zona y Datos: Utiliza las variables de zona y dato para determinar la lógica de inserción en la base de datos.

Figura 20

Programación PHP

```
<?php
$zona = $_GET['zona'];
$temperatura = $_GET['temp'];
$humedad = $_GET['hum'];
$calidad = $_GET['calidad'];
$dato = $_GET['dato'];

echo "La zona es: ".$zona. " <br>La temperatura es: ".$temperatura." <br>La humedad es: ".$humedad." <br>Las calidad es: ".$calidad."<br>El dato es: ".$dato;

$usuario = "root";
$contrasena = "";
$servidor = "localhost";
$basededatos = "temp";

$conexion = mysqli_connect($servidor, $usuario, "" ) or die ("No se ha podido conectar al servidor de Base de datos");

$db = mysqli_select_db( $conexion, $basededatos ) or die ( "No se ha podido seleccionar la base de datos" );
date_default_timezone_set ("America/Bogota");
$fecha = date ("Y-m-d H:i");
$fconsulta = date ("Y-m-d");
$hora = date("H:i:s");

if ($dato == "1") {
    $consulta = "INSERT INTO datos (fecha, zona, temperatura, humedad, calidad, fconsulta) VALUES ('$fecha', '$zona', ".$temperatura.", ".$humedad.", ".$calidad.", '$fconsulta')";
    $consulta2 = "INSERT INTO datosexportar (fecha, zona, temperatura, humedad, calidad, hora) VALUES ('$fconsulta', '$zona', ".$temperatura.", ".$humedad.", ".$calidad.", '$hora')";
    $resultado = mysqli_query( $conexion, $consulta2 );
} else{
    $consulta = "INSERT INTO datos (fecha, zona, temperatura, humedad, calidad, fconsulta) VALUES ('$fecha', '$zona', ".$temperatura.", ".$humedad.", ".$calidad.", '$fconsulta')";
}
}
```

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Luego de obtener los datos en PHP, estos datos se envían a la base de datos, la cual está gestionada por XAMPP. XAMPP es una suite de software de código abierto que incluye principalmente MySQL como sistema de gestión de bases de datos, Apache como servidor web, y los intérpretes de lenguajes de script PHP y Perl. Su nombre proviene de un acrónimo que representa sus componentes clave: X para los sistemas operativos, Apache para el servidor web, MariaDB/MySQL para la gestión de bases de datos, PHP para el lenguaje de programación, y Perl como otro intérprete de scripts.

Figura 21

Base de Datos en MySQL

Showing rows 0 - 24 (75009 total. Query took 0.0083 seconds.)

SELECT * FROM `datos`

Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

	id	fecha	zona	temperatura	humedad	calidad	fconsulta
<input type="checkbox"/>	1	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.2	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	2	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	25	60.3	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	3	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25	71.4	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	4	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	25	60.2	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	5	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.1	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	6	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	24.9	60.6	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	7	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.1	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	8	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	24.9	60.4	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	9	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.3	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	10	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	25	60.8	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	11	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.5	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	12	2023-11-16 11:53	Almacenamiento	24.9	60.5	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	13	2023-11-16 11:53	AltoCosto	25.1	71.4	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	14	2023-11-16 11:54	Almacenamiento	25	60.4	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	15	2023-11-16 11:54	AltoCosto	25.2	71.4	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	16	2023-11-16 11:54	Almacenamiento	25	60.7	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	17	2023-11-16 11:54	AltoCosto	25.2	71.2	Excelente	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	18	2023-11-16 11:54	Almacenamiento	24.9	60.3	Mala	2023-11-16
<input type="checkbox"/>	19	2023-11-16 11:54	AltoCosto	25.2	71.3	Excelente	2023-11-16

Nota. Adaptado (autor, 2024)

Una vez guardados los datos en esta base de datos, JAVA consulta estos datos dependiendo el módulo que se solicite.

Posteriormente, se obtuvo el software, el cual consta de 3 ventanas las cuales se pueden apreciar en las siguientes imágenes:

En la figura 22 se observa la ventana principal o ventana de inicio del software donde se encuentra el nombre de la IPS y 2 opciones de ventanas a visualizar, a la izquierda la ventana del módulo de reportes y gráficas y a la derecha, la ventana del módulo de monitoreo de temperatura y humedad.

Figura 22

Ventana de Inicio del Software



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En caso de que se haya seleccionado la ventana de la izquierda, se abrirá la ventana donde el usuario podrá adquirir la información de interés como se muestra en la figura 23.

Figura 23

Ventana de Módulo de Reportes y Gráficas



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la parte superior se encuentra el botón para regresar al módulo principal con el cual se regresa a la ventana que se muestra en la figura 22.

En la parte media de la ventana, se encuentran las opciones de búsqueda, donde se puede seleccionar la fecha “desde” y “hasta” cuando se necesite recolectar los datos a través de un calendario. También, se encuentra el menú desplegable “zona” donde se podrá seleccionar entre las opciones “almacén” y “alto costo”. Igualmente, se encuentran los botones que le ofrecen herramientas útiles al usuario para visualizar la información de mejor manera, como por ejemplo generar un archivo excel, un archivo PDF o generar un gráfico de los datos de interés. Y finalmente, se encuentra el botón donde se puede reportar algún tipo de eventualidad llamado “R de eventualidades”.

En la parte inferior de la ventana, se proyectarán las temperaturas entre las fechas seleccionadas, encontrando 10 valores que hacen referencia de la siguiente manera:

T. Ma. M. = Temperatura Máxima en la Mañana

T. Ma. T. = Temperatura Máxima en la Tarde

H. Ma. M. = Humedad Máxima en la Mañana

H. Ma. T. = Humedad Máxima en la Tarde

T. Mi. M. = Temperatura Mínima en la Mañana

T. Mi. T. = Temperatura Mínima en la Tarde

H. Mi. M. = Humedad Mínima en la Mañana

H. Mi. T. = Humedad Mínima en la Tarde

C. Aire/M = Calidad del Aire en la Mañana

C. Aire/T = Calidad del Aire en la Tarde

En caso de que se haya seleccionado la ventana de la derecha, se abrirá la ventana donde

se podrá visualizar las mediciones en vivo que se están registrando en el dispositivo de temperatura, la humedad relativa y la calidad del aire como se puede observar en la figura 24. Además, esta ventana cuenta con un menú desplegable al centro de la parte superior donde se podrá seleccionar entre “almacenamiento” y “alto costo” según se requiera y un botón en la parte inferior “cerrar” para volver a la ventana de inicio.

Figura 24

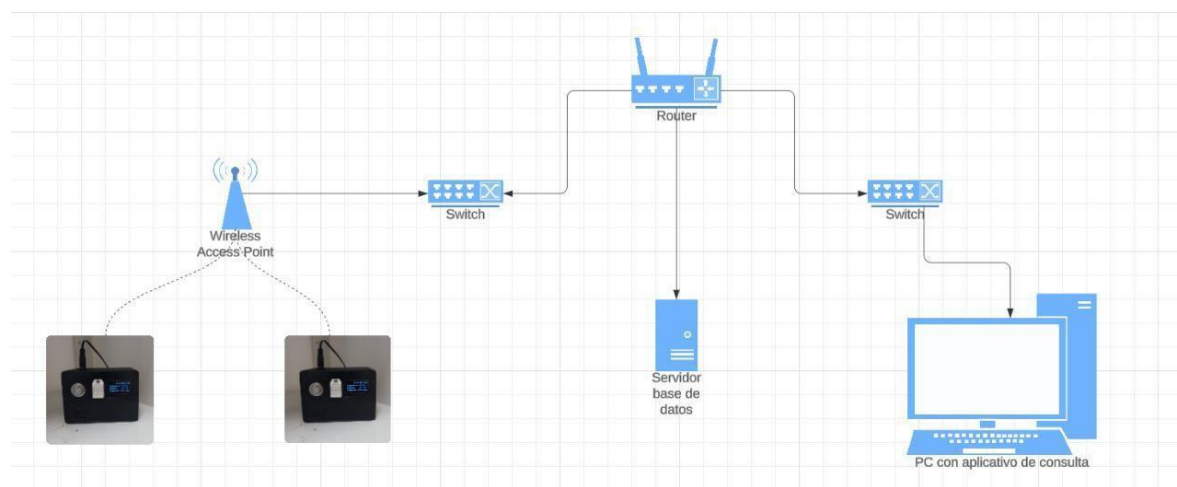
Ventana de Módulo de Monitoreo de Temperatura y Humedad



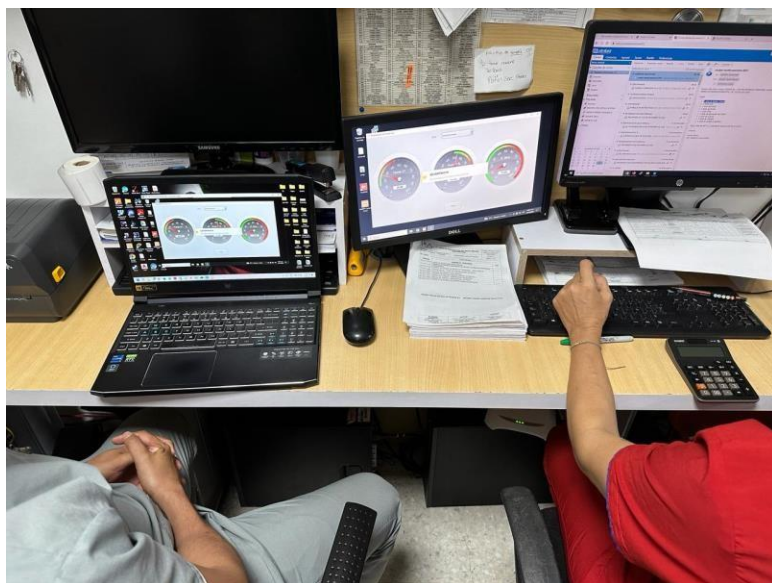
Nota. Adaptado (autor, 2024)

Fase 3. Registro y almacenamiento remoto de los datos durante un periodo de 4 semanas

Una vez obtenido el dispositivo funcional, se inició la puesta en marcha de este en las instalaciones de la IPS. Para esto, se instalaron 2 dispositivos dentro del servicio de farmacia, uno en el área de almacenamiento y el otro en el área de alto costo.

Figura 25*Diagrama del Sistema General**Nota.* Adaptado (autor, 2024)**Figura 26***Ubicación y Puesta en Marcha del Dispositivo Dentro del Servicio de Farmacia**Nota.* Adaptado (autor, 2024)

Ya instalados los dispositivos se continuó con la capacitación al personal sobre el uso del software y este se dejó instalado en 2 dispositivos para una mejor visualización de los datos como se puede apreciar a continuación

Figura 27*Instalación del Software en los Computadores de la IPS*

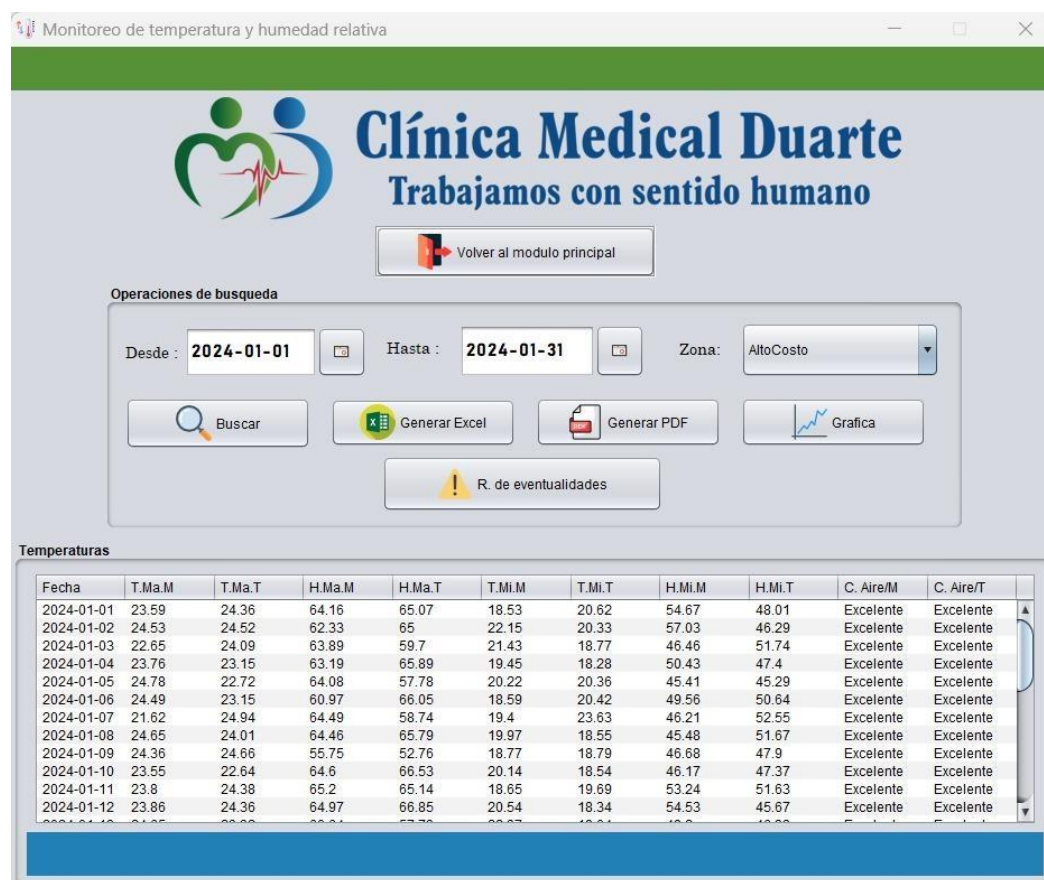
Nota. Adaptado (autor, 2024)

Finalmente se presentan a continuación los datos recolectados durante el 01 de enero de 2024 y el 31 de enero del 2024.

Para el área de Alto costo, como se puede observar en la siguiente imagen la temperatura oscilo entre los 25°C y 17°C tanto en la mañana como en la tarde. Por parte de la humedad, en el periodo del mes de prueba se mantuvo entre el 66% y 49%. Manteniendo así los rangos máximos y mínimos establecidos por la IPS.

Figura 28

Tabla de los Datos Recolectados en Alto Costo del Servicio de Farmacia

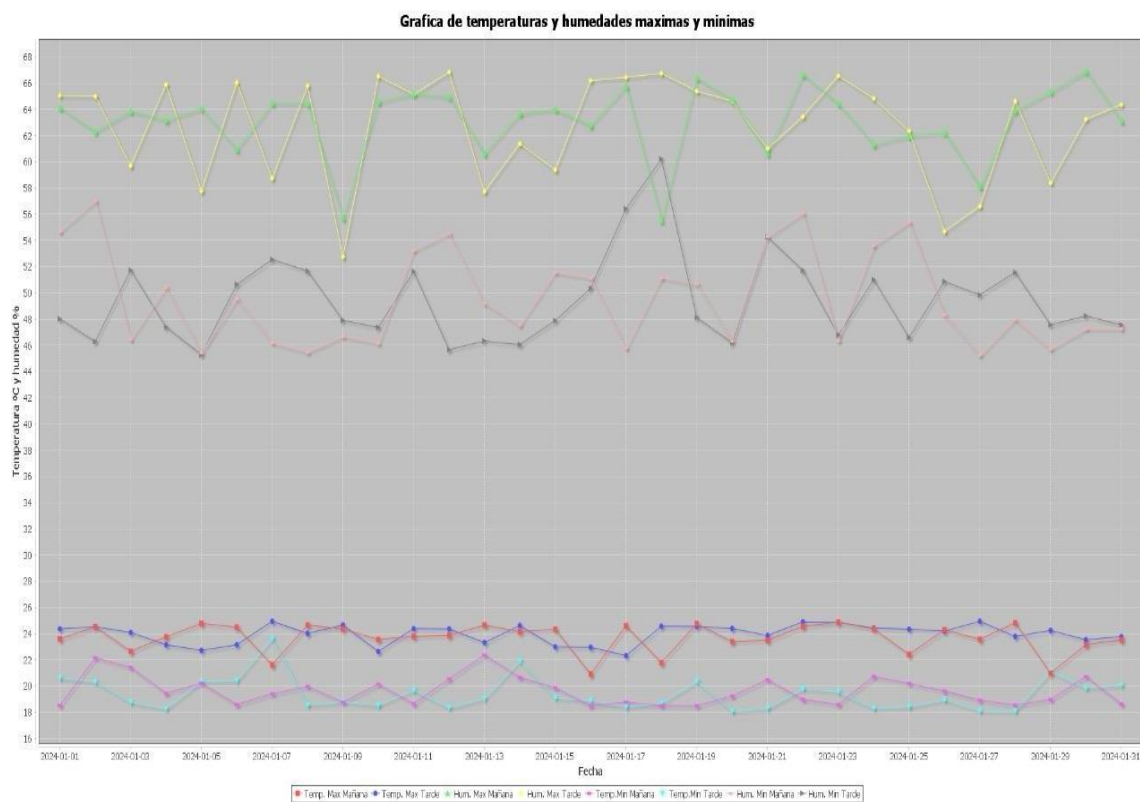


Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la figura que se muestra a continuación, se puede apreciar de forma visual el comportamiento de los valores de Humedad en la parte superior y de Temperatura en la parte inferior. En el eje Y se encuentran los valores de 0-100 tanto para °C como de % de humedad. En el eje X se encuentran los días desde el 01/01/2024 hasta el 31/01/2024.

Figura 29

Gráfica de los Datos Recolectados en Alto Costo del Servicio de Farmacia

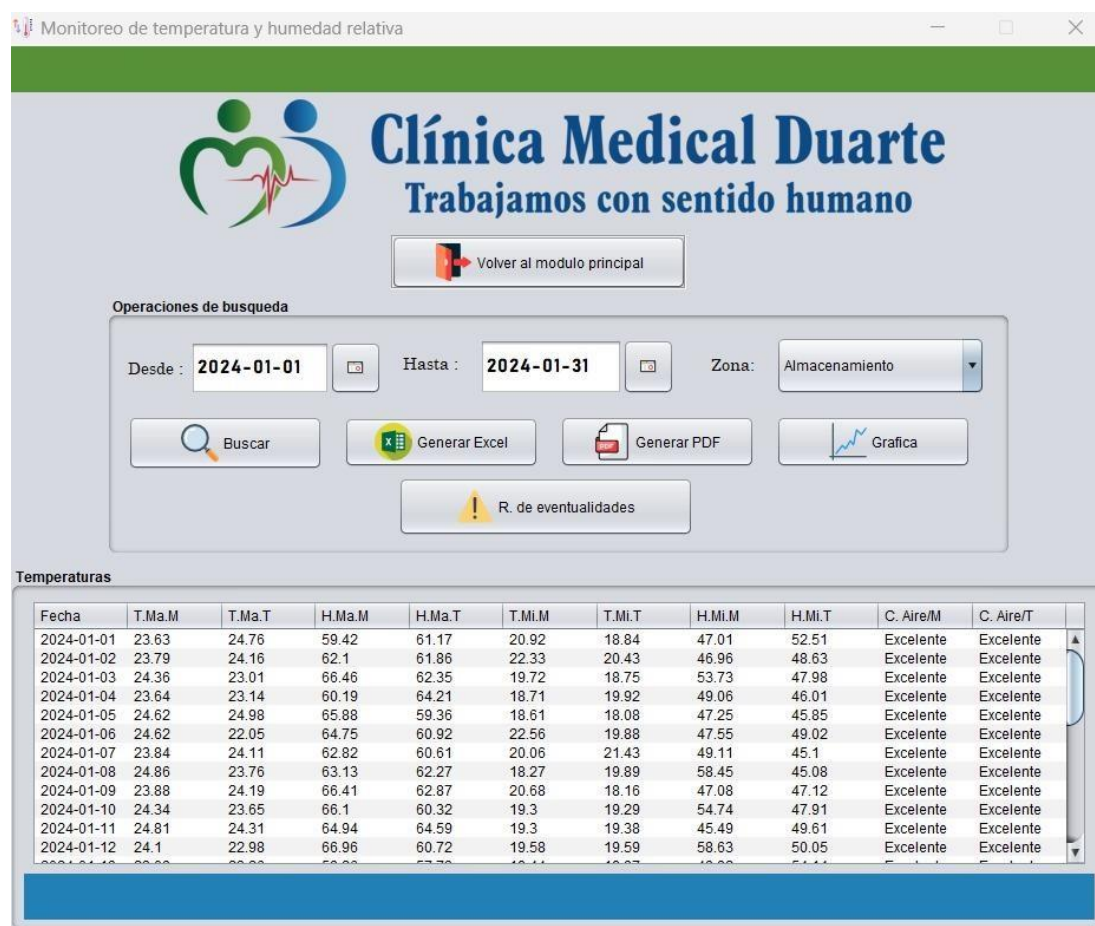


Nota. Adaptado (autor, 2024)

Para el área de Almacenamiento, como se puede observar en la siguiente imagen la temperatura oscilo entre los 25°C y 17°C tanto en la mañana como en la tarde. Por parte de la humedad, en el periodo del mes de prueba se mantuvo entre el 66% y 49%. Manteniendo así los rangos máximos y mínimos establecidos por la IPS.

Figura 30

Gráfica de los Datos Recolectados en Almacenamiento del Servicio de Farmacia

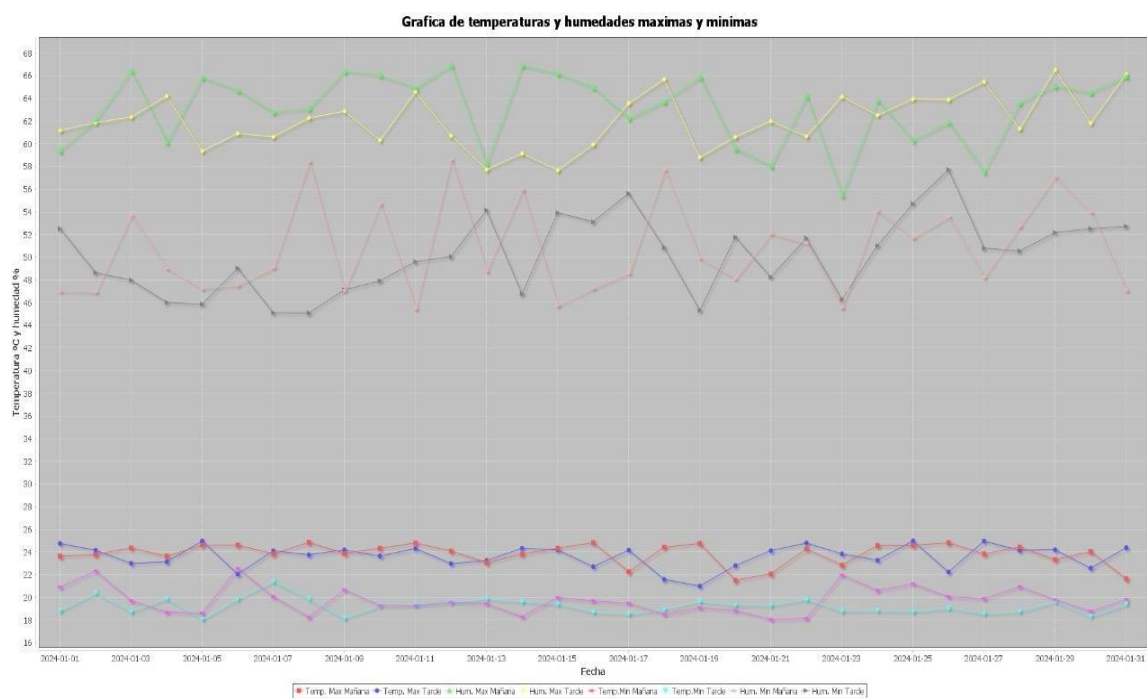


Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la figura que se muestra a continuación, se puede apreciar de forma visual el comportamiento de los valores de Humedad en la parte superior y de Temperatura en la parte inferior. En el eje Y se encuentran los valores de 0-100 tanto para °C como de % de humedad. En el eje X se encuentran los días desde el 01/01/2024 hasta el 31/01/2024.

Figura 31

Gráfica de los Datos Recolectados en Almacenamiento del Servicio de Farmacia



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Fase 4. Evaluación del impacto tecnológico, social y económico del sistema dentro de la institución

Se diseñó una evaluación de aceptación al software, la cual consta de 8 preguntas de selección múltiple y 1 pregunta abierta, las cuales están basadas en sí las personas estaban de acuerdo o no con lo que se les preguntaba. Esta encuesta se aplicó al personal que lidera el servicio de farmacia conformado por 5 personas. Los resultados obtenidos para cada pregunta se muestran a continuación:

En la gráfica 1, se dan los resultados de los encuestados sobre si se sentían más informados sobre las condiciones ambientales y su impacto en los medicamentos gracias a este proyecto, a lo que el 100% respondió que sí. Con lo que se refleja la satisfacción de los

encuestados respecto a la mejora en la información recibida con la implementación del dispositivo.

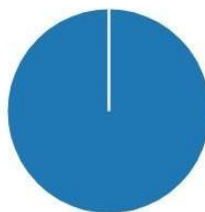
Figura 32

Resultados de la Encuesta Pregunta 1

1. ¿Te sientes más informado sobre las condiciones ambientales y su impacto en los medicamentos gracias a este proyecto?

[More Details](#)

● Si	5
● No	0
● No estoy seguro	0



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la gráfica 2, se aprecia como el 100% de los encuestados están de acuerdo con que el monitoreo ambiental puede aumentar la conciencia sobre la importancia de las condiciones ambientales en el almacenamiento de medicamentos.

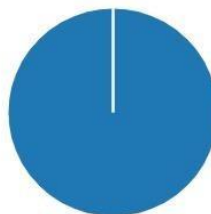
Figura 33

Resultados de la Encuesta Pregunta 2

2. ¿Crees que el monitoreo ambiental puede aumentar la conciencia sobre la importancia de las condiciones ambientales en el almacenamiento de medicamentos?

[More Details](#)

● Si	5
● No	0
● No estoy seguro	0



Nota. Adaptado (autor, 2024)

La gráfica 3 muestra que los encuestados en su 100% consideran que un monitoreo preciso del entorno puede contribuir a la seguridad y calidad de los medicamentos en la farmacia.

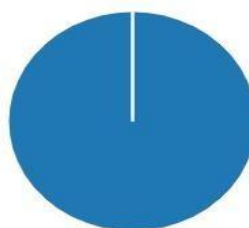
Figura 34

Resultados de la Encuesta Pregunta 3

3. ¿Consideras que un monitoreo preciso del entorno puede contribuir a la seguridad y calidad de los medicamentos en la farmacia?

[More Details](#)

● Si	5
● No	0
● No estoy seguro	0



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Respecto a la pregunta sobre si pensaban que el acceso a datos confiables sobre las condiciones ambientales puede mejorar la confianza de los pacientes en los servicios farmacéuticos de la clínica, la Gráfica 4 muestra que el 80% de los encuestados piensan que sí y el 20% no estaban seguros.

Figura 35

Resultados de la Encuesta Pregunta 4

4. ¿Opinas que el acceso a datos confiables sobre las condiciones ambientales puede mejorar la confianza de los pacientes en los servicios farmacéuticos de la clínica?

[More Details](#)

● Si	4
● No	0
● No estoy seguro	1



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la Gráfica 5, se muestra que el 100% de los encuestados piensan que el monitoreo ambiental podría influir en la gestión de inventario y la eficiencia económica en la farmacia positivamente.

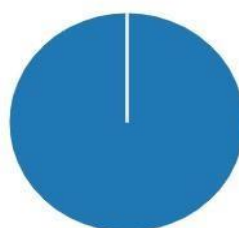
Figura 36

Resultados de la Encuesta Pregunta 5

5. ¿Cómo crees que el monitoreo ambiental podría influir en la gestión de inventario y la eficiencia económica en la farmacia?

[More Details](#)

● Positivamente	5
● Negativamente	0
● No estoy seguro	0
● Other	0



Nota. Adaptado (autor, 2024)

En la gráfica 6, se aprecia como el 100% de los encuestados están de acuerdo con que el proyecto podría reducir pérdidas económicas relacionadas con la degradación de medicamentos debido a condiciones ambientales inadecuadas.

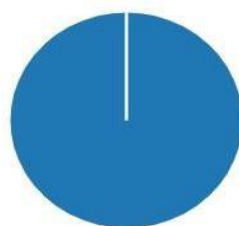
Figura 37

Resultados de la Encuesta Pregunta 6

6. ¿Consideras que el proyecto podría reducir pérdidas económicas relacionadas con la degradación de medicamentos debido a condiciones ambientales inadecuadas?

[More Details](#)

● Si	5
● No	0
● No estoy seguro	0
● Other	0



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Respecto a la pregunta sobre cómo perciben la implementación de tecnologías de monitoreo automático en comparación con la gestión manual actual en términos de eficiencia y control, la Gráfica 7 muestra que el 80% de los encuestados piensan que es una mejora significativa y el 20% que es una mejora moderada.

Figura 38

Resultados de la Encuesta Pregunta 7

7. ¿Cómo percibes la implementación de tecnologías de monitoreo automático en comparación con la gestión manual actual en términos de eficiencia y control?

[More Details](#)



Nota. Adaptado (autor, 2024)

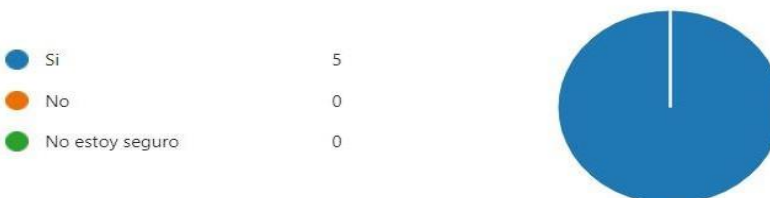
La gráfica 8 muestra que los encuestados en su 100% consideran que la adopción de tecnologías avanzadas puede facilitar la conformidad con las regulaciones y estándares en el almacenamiento de medicamentos.

Figura 39

Resultados de la Encuesta Pregunta 8

8. ¿Crees que la adopción de tecnologías avanzadas puede facilitar la conformidad con las regulaciones y estándares en el almacenamiento de medicamentos?

[More Details](#)



Nota. Adaptado (autor, 2024)

Finalmente, dentro de esta encuesta también se aplicó una pregunta abierta, en la cual se preguntó a los encuestados si podrían compartir cualquier comentario adicional o sugerencia sobre cómo este proyecto específico podría impactar en la gestión de medicamentos en la zona de farmacia de la clínica, a lo que 4 personas respondieron:

Persona 1: “Es un impacto positivo ya que genera alarmas si la temperatura o humedad sale de rango y reduce el monitoreo constante por el personal de farmacia”

Persona 2: “La monitorización de las temperaturas en el área de farmacia garantiza que el almacenamiento de los medicamentos se encuentra en temperaturas adecuadas y por ende se evitan pérdidas del principio activo del medicamento, inefectividad del medicamento en el paciente entre otras afecciones. Por ello es muy importante innovar en la monitorización de temperatura.”

Persona 3: “La data adquirida con este tipo de sistemas es robusta y confiable para generar planes de mejora e insumo para llevar el sistema a un paso más adelante y es el control de estas condiciones ambientales.”

Persona 4: “Calificación de equipos de medición por empresa certificada.”

Conclusiones

Luego del análisis realizado a las características y condiciones de operatividad de las áreas críticas de la IPS, se evidenció que el proceso manual de toma de lecturas mediante termohigrómetros tradicionales presenta limitaciones claras, como el riesgo de errores en el registro y la falta de capacidad para acceder a los datos de forma remota.

La revisión de la normativa (resolución 3100 de 2019 y resolución 3157 de 2018) proporcionó directrices claras sobre las condiciones de almacenamiento de productos médicos y farmacéuticos, destacando la importancia de mantener niveles específicos de temperatura y humedad.

Como solución a la problemática de la posibilidad de errores en el registro manual de datos y la falta de acceso remoto a la información recolectada, se logró implementar un software que abarca la adquisición, procesamiento y transmisión de datos ambientales. Esto incluyó la programación en Arduino para la gestión de sensores y conexión WiFi, así como el desarrollo de scripts PHP para la comunicación con la base de datos MySQL y la generación de respuestas HTTP, permitiendo almacenar y gestionar eficientemente los datos recopilados.

El análisis de los datos recolectados proporcionó información valiosa sobre las fluctuaciones de temperatura, humedad y calidad del aire en las áreas de interés. Este análisis puede ayudar a identificar patrones, tendencias y posibles problemas ambientales que requieran atención.

La Fase 3 del proyecto demostró la efectividad del dispositivo para el registro y almacenamiento remoto de datos ambientales, así como la capacidad para generar visualizaciones y análisis útiles para la gestión de las condiciones ambientales en las áreas críticas de la IPS.

Recomendaciones

Para trabajos futuros se exponen las siguientes recomendaciones:

Se recomienda implementar medidas de seguridad para proteger la integridad y confidencialidad de la información recopilada.

Se recomienda considerar el uso de tecnologías de bajo consumo energético y la implementación de técnicas de gestión de energía eficientes.

Se recomienda realizar calibraciones periódicas de los sensores y verificar su funcionamiento para garantizar resultados precisos a lo largo del tiempo para mejorar la precisión y fiabilidad.

Se recomienda evaluar la posibilidad de incorporar nuevas variables ambientales relevantes para obtener una imagen más completa de las condiciones del entorno. Por ejemplo, se podría considerar la medición de niveles de luz, presión atmosférica, ruido ambiental, entre otros, según las necesidades específicas del lugar de implementación.

Se recomienda incorporar sistemas de alertas y notificaciones automáticas para informar a los usuarios sobre condiciones ambientales fuera de los rangos aceptables o situaciones de riesgo. Así como también establecer umbrales de alarma personalizables y definir protocolos de acción para responder rápidamente a eventos adversos.

Referencias Bibliográficas

¿Qué es el Internet de las cosas (IoT) y cómo funciona? (s. f.).

[https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot#:~:text=El%20Internet%20de%20las%20cosas%20\(IoT\)%20es%20el%20proceso%20que,accesorios%20personales%20inteligentes%3B%20e%20incluso](https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot#:~:text=El%20Internet%20de%20las%20cosas%20(IoT)%20es%20el%20proceso%20que,accesorios%20personales%20inteligentes%3B%20e%20incluso)

¿Qué es y para qué sirve el Internet de las cosas? | Noticias | Universidad Ean. (s. f.).

Universidad EAN. <https://universidadean.edu.co/noticias/que-es-y-para-que-sirve-el-internet-de-las-cosas>

Aguayo, P. (2022, 8 julio). *Software de arduino* | *Arduino.cl* - Compra tu arduino en línea.

Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea. <https://arduino.cl/programacion/>

Alzate Arango, O.E. and Guerrero Orrego, J.A. (2018) *Diseño e Implementación de un Prototipo*

de control de Humedad Relativa para una cámara existente en el Laboratorio de

Metrología de variables eléctricas de la universidad tecnológica de Pereira, Handle

Proxy. Available at: <https://hdl.handle.net/11059/9996>.

Barroso, A. V. (s. f.). *MySQL*. <https://viperstrike.com.ar/?p=782>

Bravo, W. A., Bravo, D., & Pito, J. C. (2022). Prototipo para el control de temperatura y

humedad en el secado mecánico del café. *Ingeniería y Desarrollo*, 40(01), 28-46.

<https://doi.org/10.14482/inde.40.01.621.004>

Display Pantalla OLED LCD 128x64 Arduino i2C. (s. f.).

https://electrohobbies3d.mercadoshops.com.co/MCO-534856704-display-pantalla-oled-lcd-128x64-arduino-i2c-096-bi-color-_JM

El lenguaje C++ — Fundamentos de programación en C++. (s. f.).

https://www2.eii.uva.es/fund_inf/cpp/temas/1_introduccion/introduccion.html

Elevador de voltaje DC-DC 2A MT3608 (Step-Up). (s. f.). <https://www.ardobot.co/elevador-de-voltaje-dc-dc-2a-mt3608-step-up.html>

Estuardo, C. R. L. (2022). *Diseño e implementación de un prototipo de monitoreo de temperatura, humedad y presión con comunicación vía radio e internet para mejorar la producción agrícola*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22634>

Ministerio de Salud Y Protección Social (2018) *Resolución 3157 de 2018*. Available at: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución No. 3157 de 2018.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%20No.%203157%20de%202018.pdf).

Ministerio de Salud y Protección Social, 2019. Resolución número 3100 de 2019. [ebook] Available at:

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100.

Moviltronics SAS. (2023, 28 febrero). *Módulo cargador TP4056 - Moviltronics*. Moviltronics.

<https://moviltronics.com/tienda/modulo-cargador-tp4056/>

PHP: ¿Qué es PHP? - manual. (s. f.). <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>

Rae. (s. f.). *Termohigrómetro | Diccionario Histórico de la Lengua Española*. «Diccionario histórico de la lengua española». <https://www.rae.es/dhle/termohigr%C3%B3metro>

Santander, F. W. (2016). *Prototipo de sistema de monitorización y riego automático que mide la humedad y la temperatura para evaluar la vegetación*. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/20.500.12749/1308>

Sensor de Temperatura y Humedad Relativa DHT11. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú.

<https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa->

[dht11.html#:~:text=El%20DHT11%20es%20un%20sensor%20digital%20de%20temperatura%20y%20humedad,\(no%20posee%20salida%20anal%C3%B3gica\).](https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html#:~:text=El%20DHT11%20es%20un%20sensor%20digital%20de%20temperatura%20y%20humedad,(no%20posee%20salida%20anal%C3%B3gica).)

Sensor MQ-135 Gas Calidad de aire. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú.

<https://naylampmechatronics.com/sensores-gas/73-sensor-mq-135-gas-calidad-aire.html>

Wbeimar, P. P. J. (2016). *Diseño de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura y humedad para un cultivo de invernadero.* <https://hdl.handle.net/11059/7436>

WeMoS D1 Mini ESP8266 WiFi. (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú.

<https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/291-wemos-d1-mini-esp8266-wifi.html>

Apéndices

Apéndice A

Archivo de Excel Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento

Fecha	T Ma M	T Ma T	H Ma M	H Ma T	T M M	T M T	H M M	H M T	C Aire M	C Aire T
2024-01-01	23.60	24.16	62.11	61.17	20.92	18.84	47.01	52.51	Excelente	Excelente
2024-01-02	23.79	24.16	62.11	61.86	22.33	20.43	46.96	48.63	Excelente	Excelente
2024-01-03	24.36	23.01	66.46	62.35	19.72	18.75	53.73	47.98	Excelente	Excelente
2024-01-04	23.64	23.14	60.19	54.21	18.71	19.92	49.06	45.01	Excelente	Excelente
2024-01-05	24.62	24.98	65.88	59.36	18.61	18.08	47.25	45.85	Excelente	Excelente
2024-01-06	24.62	22.05	64.75	60.92	22.56	19.88	47.55	49.02	Excelente	Excelente
2024-01-07	23.84	24.11	62.82	60.61	20.06	21.43	49.11	45.1	Excelente	Excelente
2024-01-08	24.86	23.76	63.13	62.27	18.27	19.89	58.45	45.08	Excelente	Excelente
2024-01-09	23.86	24.19	66.41	62.67	20.68	18.16	47.08	47.12	Excelente	Excelente
2024-01-10	24.34	23.65	66.1	60.32	19.3	19.29	54.74	47.91	Excelente	Excelente
2024-01-11	24.81	24.31	64.94	64.59	19.3	19.38	45.49	49.61	Excelente	Excelente
2024-01-12	24.1	22.98	66.96	60.72	19.58	19.59	58.63	50.05	Excelente	Excelente
2024-01-13	23.08	23.06	59.26	57.73	19.44	19.87	49.82	54.14	Excelente	Excelente
2024-01-14	23.62	24.33	66.94	59.15	18.31	19.64	55.97	46.76	Excelente	Excelente
2024-01-15	24.35	24.19	66.22	57.66	20	19.44	45.75	53.92	Excelente	Excelente
2024-01-16	24.84	22.71	64.89	58.93	19.7	18.72	47.28	53.12	Excelente	Excelente
2024-01-17	22.27	24.17	62.28	63.57	19.49	18.55	49.61	55.51	Excelente	Excelente
2024-01-18	24.43	21.59	63.75	65.69	18.51	18.96	57.72	50.85	Excelente	Excelente
2024-01-19	24.77	21.51	65.91	58.81	19.1	19.66	49.96	45.31	Excelente	Excelente
2024-01-20	21.52	22.81	59.61	60.6	18.87	19.33	49.15	51.77	Excelente	Excelente
2024-01-21	22.08	24.13	60.08	60.08	19.06	19.3	52.08	50.8	Excelente	Excelente
2024-01-22	24.29	24.8	64.23	60.65	18.15	19.84	51.26	51.67	Excelente	Excelente
2024-01-23	22.86	23.84	65.49	64.15	21.99	18.8	45.58	46.27	Excelente	Excelente
2024-01-24	24.58	23.28	63.86	62.52	20.62	18.85	54.14	51.01	Excelente	Excelente
2024-01-25	24.59	24.99	60.31	63.95	21.21	18.77	51.74	54.71	Excelente	Excelente
2024-01-26	24.83	22.24	61.92	63.89	20.07	19.06	53.59	57.71	Excelente	Excelente
2024-01-27	23.84	24.97	67.56	65.48	18.89	18.58	48.25	50.8	Excelente	Excelente
2024-01-28	24.45	24.16	63.64	61.33	20.96	18.77	52.74	50.55	Excelente	Excelente
2024-01-29	23.34	24.2	65.1	66.52	19.8	19.64	57.12	52.17	Excelente	Excelente
2024-01-30	24.04	24.58	64.54	61.82	17.77	18.34	53.99	52.51	Excelente	Excelente
2024-01-31	21.64	24.39	65.96	66.14	19.83	19.43	47.1	52.72	Excelente	Excelente


Apéndice B

Archivo De Excel Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Alto Costo

Fecha	T Ma M	T Ma T	H Ma M	H Ma T	T M M	T M T	H M M	H M T	C Aire M	C Aire T
2024-01-01	23.59	24.36	64.16	65.07	18.53	20.62	54.67	48.91	Excelente	Excelente
2024-01-02	24.53	24.52	62.33	65	22.15	20.33	57.03	49.59	Excelente	Excelente
2024-01-03	22.65	24.09	63.89	59.7	21.43	19.77	46.46	51.74	Excelente	Excelente
2024-01-04	24.76	23.15	63.19	63.89	19.45	18.28	50.43	47.4	Excelente	Excelente
2024-01-05	24.78	22.72	64.08	57.78	20.22	20.36	45.41	45.59	Excelente	Excelente
2024-01-06	24.49	23.15	60.97	66.05	18.59	20.42	49.56	50.64	Excelente	Excelente
2024-01-07	21.62	24.84	64.49	66.74	19.4	23.03	45.21	52.55	Excelente	Excelente
2024-01-08	24.65	24.01	64.46	65.79	19.97	19.55	45.43	51.67	Excelente	Excelente
2024-01-09	24.36	24.66	55.75	62.76	18.77	18.79	46.68	47.9	Excelente	Excelente
2024-01-10	23.55	22.64	64.6	66.53	20.14	18.54	46.17	47.37	Excelente	Excelente
2024-01-11	23.8	24.38	65.2	65.14	18.65	19.69	53.24	51.63	Excelente	Excelente
2024-01-12	23.86	24.36	64.97	66.85	20.54	18.34	54.53	45.67	Excelente	Excelente
2024-01-13	24.65	23.92	60.64	57.73	22.37	19.04	49.2	46.53	Excelente	Excelente
2024-01-14	24.15	24.61	63.71	61.39	20.66	21.93	47.55	46.06	Excelente	Excelente
2024-01-15	24.33	22.99	64.02	59.39	19.87	19.11	51.57	47.68	Excelente	Excelente
2024-01-16	20.91	22.96	62.8	66.2	18.5	18.89	51.15	50.34	Excelente	Excelente
2024-01-17	24.59	22.32	65.78	66.45	18.77	18.4	45.8	56.41	Excelente	Excelente
2024-01-18	21.79	24.56	65.96	66.76	18.5	18.68	51.15	60.21	Excelente	Excelente
2024-01-19	24.75	24.55	66.4	65.39	18.49	20.35	50.69	48.12	Excelente	Excelente
2024-01-20	23.39	24.39	64.77	64.65	19.24	18.08	46.31	46.19	Excelente	Excelente
2024-01-21	23.9	23.86	60.65	61.01	20.48	18.31	44.3	54.27	Excelente	Excelente
2024-01-22	24.55	24.9	66.66	63.45	18.88	19.8	56.1	51.71	Excelente	Excelente
2024-01-23	24.87	24.85	66.47	65.36	18.59	19.37	46.36	46.78	Excelente	Excelente
2024-01-24	24.37	24.42	61.33	64.84	20.73	18.3	53.61	51	Excelente	Excelente
2024-01-25	22.41	24.34	61.99	62.35	20.2	18.42	55.39	46.6	Excelente	Excelente
2024-01-26	24.29	24.19	62.25	64.69	18.62	18.96	46.32	50.87	Excelente	Excelente
2024-01-27	23.57	24.84	58.14	56.61	18.92	18.12	45.25	49.85	Excelente	Excelente
2024-01-28	24.83	23.79	63.93	64.63	18.54	18.1	47.99	51.57	Excelente	Excelente
2024-01-29	20.88	24.4	65.36	66.39	18.97	21.09	45.72	47.57	Excelente	Excelente
2024-01-30	23.15	23.53	66.93	63.25	20.72	19.85	47.26	48.24	Excelente	Excelente
2024-01-31	23.52	23.77	63.15	64.37	18.64	20.08	47.26	47.36	Excelente	Excelente


Apéndice C

PDF Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento

	CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA						Codigo:				
							Fecha de aprobacion: 0000/00/00				
PROCESO: Unidad Funcional De Servicios de Apoyo Diagnostico Y Terapéutico				SUBPROCESO: Servicio Farmaceutico				Version:			
INFORMACION BASICA								Pagina 1 de 1			
Area: Servicio Farmaceutico						Zona : Almacenamiento					
REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA											
Fecha de impresion : 2024-06-27						Fecha de busqueda: 2024-01-01 hasta 2024-01-31					
INDICADORES MAXIMOS Y MINIMOS											
FECHA	TEMPERATURA MAXIMA °C		HUMEDAD MAXIMA %		TEMPERATURA MINIMA °C		HUMEDAD MINIMA %		CALIDAD DEL AIRE		
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
2024-01-01	23.63	24.76	59.42	61.17	20.92	18.84	47.01	52.51	Excelente	Excelente	
2024-01-02	23.79	24.16	62.1	61.86	22.33	20.43	46.96	48.63	Excelente	Excelente	
2024-01-03	24.36	23.01	66.46	62.35	19.72	18.75	53.73	47.98	Excelente	Excelente	
2024-01-04	23.64	23.14	60.19	64.21	18.71	19.92	49.06	46.01	Excelente	Excelente	
2024-01-05	24.62	24.98	65.88	59.36	18.61	18.08	47.25	45.85	Excelente	Excelente	
2024-01-06	24.62	22.05	64.75	60.92	22.56	19.88	47.55	49.02	Excelente	Excelente	
2024-01-07	23.84	24.11	62.82	60.61	20.06	21.43	49.11	45.1	Excelente	Excelente	
2024-01-08	24.86	23.76	63.13	62.27	18.27	19.89	58.45	45.08	Excelente	Excelente	
2024-01-09	23.88	24.19	66.41	62.87	20.68	18.16	47.08	47.12	Excelente	Excelente	
2024-01-10	24.34	23.65	66.1	60.32	19.3	19.29	54.74	47.91	Excelente	Excelente	
2024-01-11	24.81	24.31	64.94	64.59	19.3	19.38	45.49	49.61	Excelente	Excelente	
2024-01-12	24.1	22.98	66.96	60.72	19.58	19.59	58.63	50.05	Excelente	Excelente	
2024-01-13	23.08	23.26	58.26	57.73	19.44	19.87	48.82	54.14	Excelente	Excelente	
2024-01-14	23.82	24.33	66.94	59.15	18.31	19.64	55.97	46.75	Excelente	Excelente	
2024-01-15	24.35	24.19	66.22	57.66	20	19.44	45.75	53.92	Excelente	Excelente	
2024-01-16	24.84	22.71	64.99	59.93	19.7	18.72	47.28	53.12	Excelente	Excelente	
2024-01-17	22.27	24.17	62.28	63.57	19.49	18.55	48.61	55.61	Excelente	Excelente	
2024-01-18	24.43	21.59	63.75	65.69	18.51	18.95	57.72	50.85	Excelente	Excelente	
2024-01-19	24.77	21	65.91	58.81	19.1	19.66	49.96	45.31	Excelente	Excelente	
2024-01-20	21.52	22.81	59.61	60.6	18.87	19.33	48.15	51.77	Excelente	Excelente	
2024-01-21	22.08	24.13	58.09	61.99	18.06	19.3	52.09	48.24	Excelente	Excelente	
2024-01-22	24.29	24.8	64.23	60.65	18.15	19.84	51.26	51.67	Excelente	Excelente	
2024-01-23	22.86	23.84	55.49	64.15	21.99	18.8	45.58	46.27	Excelente	Excelente	
2024-01-24	24.58	23.28	63.86	62.52	20.62	18.85	54.14	51.01	Excelente	Excelente	
2024-01-25	24.59	24.99	60.31	63.95	21.21	18.77	51.74	54.71	Excelente	Excelente	
2024-01-26	24.83	22.24	61.92	63.89	20.07	19.06	53.59	57.71	Excelente	Excelente	
2024-01-27	23.84	24.97	57.56	65.48	19.89	18.58	48.25	50.8	Excelente	Excelente	
2024-01-28	24.45	24.16	63.64	61.33	20.96	18.77	52.74	50.55	Excelente	Excelente	
2024-01-29	23.34	24.2	65.1	66.52	19.8	19.64	57.12	52.17	Excelente	Excelente	
2024-01-30	24.04	22.58	64.54	61.82	18.77	18.34	53.99	52.51	Excelente	Excelente	
2024-01-31	21.64	24.39	65.96	66.14	19.83	19.43	47.1	52.72	Excelente	Excelente	


Apéndice D

PDF Generado por el Software del Registro de Temperatura, Humedad Relativa y Calidad del Aire en el Mes de Enero en el Área de Alto Costo

	CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA						Codigo:		Fecha de aprobacion: 0000/00/00	
							Version: Pagina 1 de 1			
PROCESO: Unidad Funcional De Servicios de Apoyo Diagnostico Y Terapéutico			SUBPROCESO: Servicio Farmaceutico							
INFORMACION BASICA										
Area: Servicio Farmaceutico					Zona : AltoCosto					
REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA										
Fecha de impresion : 2024-06-27					Fecha de busqueda: 2024-01-01 hasta 2024-01-31					
INDICADORES MAXIMOS Y MINIMOS										
FECHA	TEMPERATURA MAXIMA °C		HUMEDAD MAXIMA %		TEMPERATURA MINIMA °C		HUMEDAD MINIMA %		CALIDAD DEL AIRE	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
2024-01-01	23.59	24.36	64.16	65.07	18.53	20.62	54.67	48.01	Excelente	Excelente
2024-01-02	24.53	24.52	62.33	65	22.15	20.33	57.03	46.29	Excelente	Excelente
2024-01-03	22.65	24.09	63.89	59.7	21.43	18.77	46.46	51.74	Excelente	Excelente
2024-01-04	23.76	23.15	63.19	65.89	19.45	18.28	50.43	47.4	Excelente	Excelente
2024-01-05	24.78	22.72	64.08	57.78	20.22	20.36	45.41	45.29	Excelente	Excelente
2024-01-06	24.49	23.15	60.97	66.05	18.59	20.42	49.56	50.64	Excelente	Excelente
2024-01-07	21.62	24.94	64.49	58.74	19.4	23.63	46.21	52.55	Excelente	Excelente
2024-01-08	24.65	24.01	64.46	65.79	19.97	18.55	45.48	51.67	Excelente	Excelente
2024-01-09	24.36	24.66	55.75	52.76	18.77	18.79	46.68	47.9	Excelente	Excelente
2024-01-10	23.55	22.64	64.6	66.53	20.14	18.54	46.17	47.37	Excelente	Excelente
2024-01-11	23.8	24.38	65.2	65.14	18.65	19.69	53.24	51.63	Excelente	Excelente
2024-01-12	23.86	24.36	64.97	66.85	20.54	18.34	54.53	45.67	Excelente	Excelente
2024-01-13	24.65	23.32	60.64	57.73	22.37	19.04	49.2	46.33	Excelente	Excelente
2024-01-14	24.15	24.61	63.71	61.39	20.66	21.93	47.55	46.06	Excelente	Excelente
2024-01-15	24.33	22.99	64.02	59.39	19.87	19.11	51.57	47.88	Excelente	Excelente
2024-01-16	20.91	22.96	62.8	66.2	18.5	18.89	51.15	50.34	Excelente	Excelente
2024-01-17	24.59	22.32	65.78	66.45	18.77	18.4	45.8	56.41	Excelente	Excelente
2024-01-18	21.79	24.56	55.56	66.76	18.5	18.68	51.15	60.21	Excelente	Excelente
2024-01-19	24.75	24.55	66.4	65.39	18.49	20.35	50.69	48.12	Excelente	Excelente
2024-01-20	23.39	24.39	64.77	64.65	19.24	18.08	46.31	46.19	Excelente	Excelente
2024-01-21	23.5	23.86	60.65	61.01	20.48	18.31	54.3	54.27	Excelente	Excelente
2024-01-22	24.55	24.9	66.66	63.45	18.98	19.8	56.1	51.71	Excelente	Excelente
2024-01-23	24.87	24.86	64.47	66.56	18.59	19.57	46.36	46.78	Excelente	Excelente
2024-01-24	24.37	24.42	61.33	64.84	20.73	18.3	53.61	51	Excelente	Excelente
2024-01-25	22.41	24.34	61.99	62.35	20.2	18.42	55.39	46.6	Excelente	Excelente
2024-01-26	24.29	24.19	62.25	54.69	19.62	18.96	48.32	50.87	Excelente	Excelente
2024-01-27	23.57	24.94	58.14	56.61	18.92	18.12	45.25	49.85	Excelente	Excelente
2024-01-28	24.83	23.79	63.93	64.63	18.54	18.1	47.99	51.57	Excelente	Excelente
2024-01-29	20.98	24.24	65.36	58.39	18.97	21.09	45.72	47.57	Excelente	Excelente
2024-01-30	23.15	23.53	66.93	63.25	20.72	19.85	47.26	48.24	Excelente	Excelente
2024-01-31	23.52	23.77	63.15	64.37	18.64	20.08	47.26	47.56	Excelente	Excelente

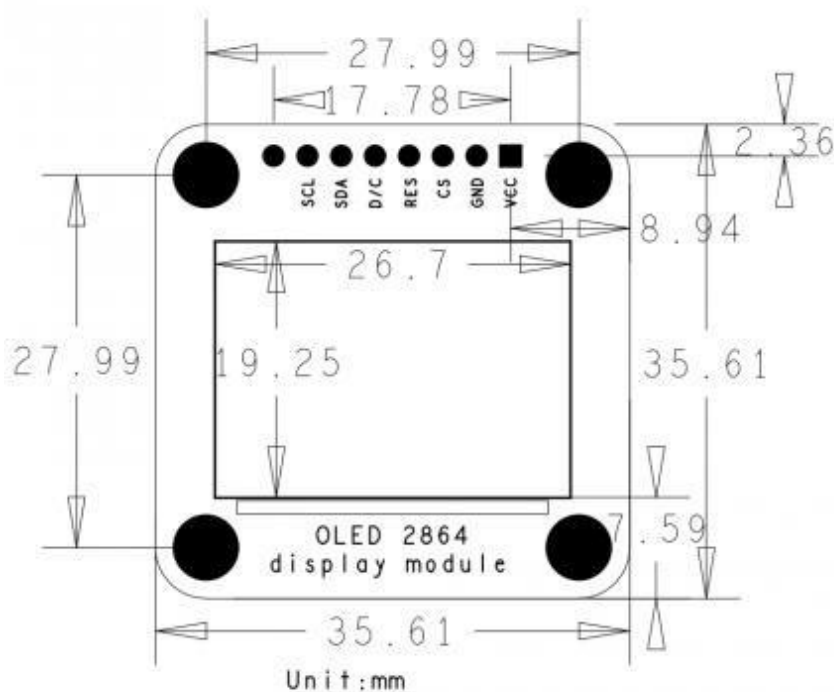
Apéndice E

PDF Generado por el Software de Eventualidades Registradas en el Mes de Enero en el Área de Almacenamiento

	CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA		Codigo:
			Fecha de aprobacion: 0000/00/00
PROCESO: Unidad Funcional De Servicios de Apoyo Diagnostico Y Terapéutico	SUBPROCESO: Servicio Farmaceutico		Version:
INFORMACION BASICA			Pagina 1 de 1
Area: Farmacia		Zona : Almacenamiento	
REGISTRO DE TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA			
Fecha de impresion : 2024-06-27		Fecha de busqueda: 2024-03-01 hasta 2024-03-01	
INDICADORES DE EVENTOS REGISTRADOS			
FECHA	Temperatura	Humedad	Hora
2024-03-01	26	78	08:48:20
2024-03-01	27.8	65.8	17:20:31

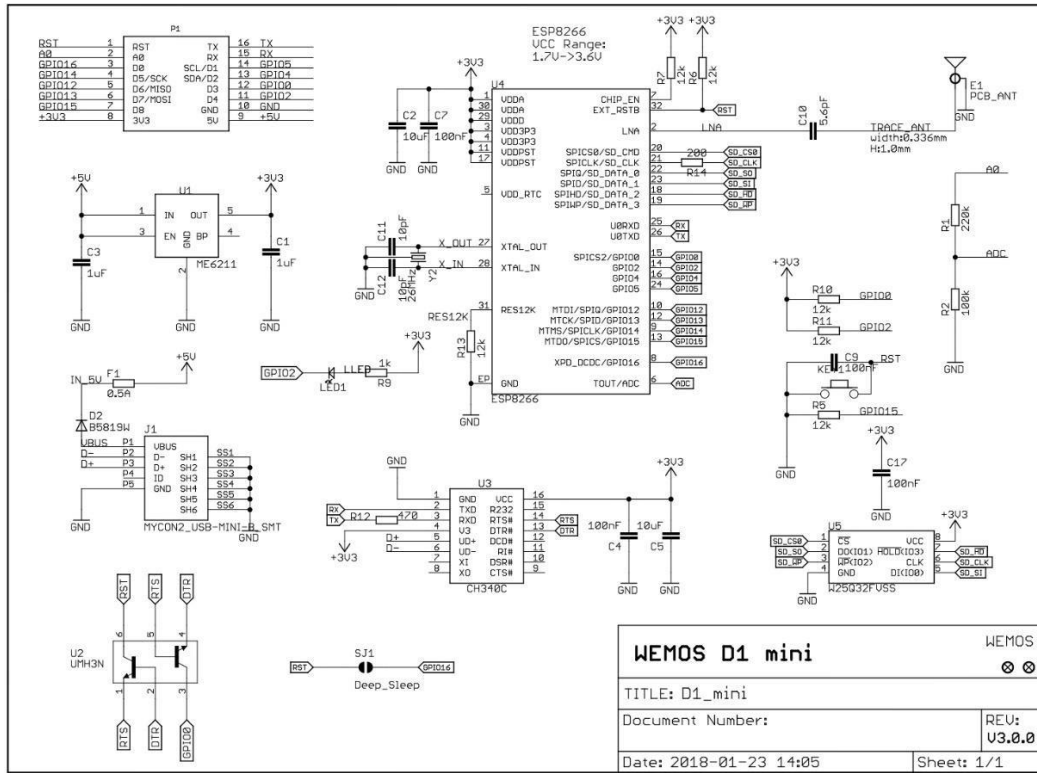
Apéndice F

Esquemático de Display 128X64



Apêndice G

Esquemático de WeMos D1 Mini



Apéndice H

Datasheet DHT22

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Standard AM2302/DHT22



AM2302/DHT22 with big case and wires

Digital relative humidity & temperature sensor AM2302/DHT22

1. Feature & Application:

- *High precision
- *Capacitive type
- *Full range temperature compensated
- *Relative humidity and temperature measurement
- *Calibrated digital signal
- *Outstanding long-term stability
- *Extra components not needed
- *Long transmission distance, up to 100 meters
- *Low power consumption
- *4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

AM2302 output calibrated digital signal. It applies exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(100m) enable AM2302 to be suited in all kinds of harsh application occasions. Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

Model	AM2302	
Power supply	3.3-5.5V DC	
Output signal	digital signal via 1-wire bus	
Sensing element	Polymer humidity capacitor	
Operating range	humidity 0-100%RH;	temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH (Max +-5%RH);	temperature +-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH;	temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH;	temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+-0.3%RH	
Long-term Stability	+-0.5%RH/year	
Interchangeability	fully interchangeable	

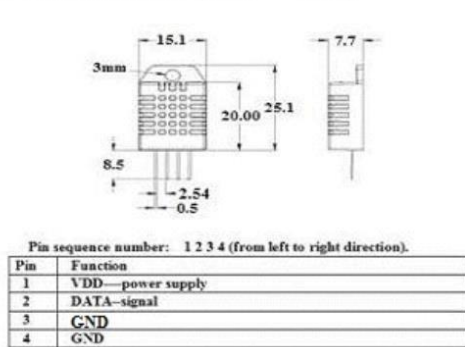
Thomas Liu (Sales Manager)

- 1 -

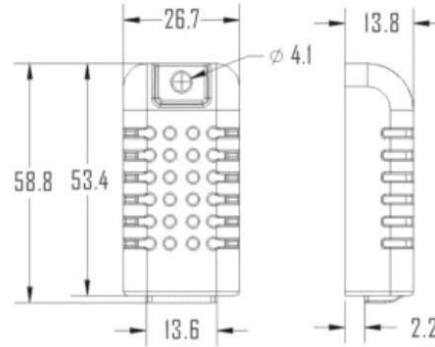
Email: thomasliu198518@aliyun.com

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

4. Dimensions: (unit—mm)



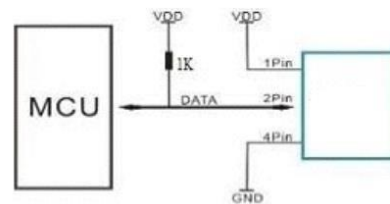
Standard AM2302's dimensions as above



Big case's dimensions as above

**Red wire—power supply, Black wire—GND
Yellow wire—Data output**

5. Electrical connection diagram:



6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-5.5V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

(2) Communication and signal

1-wire bus is used for communication between MCU and AM2302. (Our 1-wire bus is specially designed, it's different from Maxim/Dallas 1-wire bus, so it's incompatible with Dallas 1-wire bus.)

Illustration of our 1-wire bus:

Thomas Liu (Sales Manager)

- 2 -

Email: thomasliu198518@aliyun.com

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

DATA=16 bits RH data+16 bits Temperature data+8 bits check-sum

Example: MCU has received 40 bits data from AM2302 as

0000 0010 1000 1100 0000 0001 0101 1111 1110 1110
 16 bits RH data 16 bits T data check sum

Here we convert 16 bits RH data from binary system to decimal system,

0000 0010 1000 1100 → 652

Binary system Decimal system

RH=652/10=65.2%RH

Here we convert 16 bits T data from binary system to decimal system,

0000 0001 0101 1111 → 351

Binary system Decimal system

T=351/10=35.1°C

When highest bit of temperature is 1, it means the temperature is below 0 degree Celsius.

Example: 1000 0000 0110 0101, T= minus 10.1°C

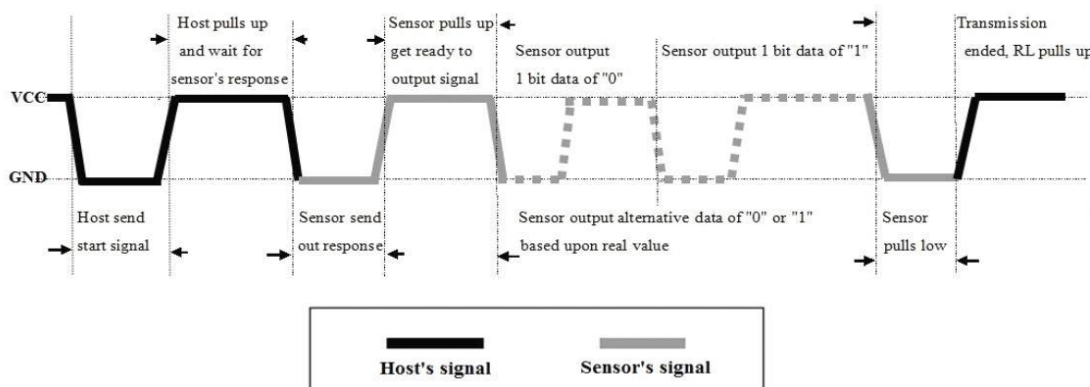
16 bits T data

Sum=0000 0010+1000 1100+0000 0001+0101 1111=1110 1110

Check-sum=the last 8 bits of Sum=1110 1110

When MCU send start signal, AM2302 change from standby-status to running-status. When MCU finishes sending the start signal, AM2302 will send response signal of 40-bit data that reflect the relative humidity and temperature to MCU. Without start signal from MCU, AM2302 will not give response signal to MCU. One start signal for one response data from AM2302 that reflect the relative humidity and temperature. AM2302 will change to standby status when data collecting finished if it don't receive start signal from MCU again.

See below figure for overall communication process, **the interval of whole process must beyond 2 seconds.**



1) Step 1: MCU send out start signal to AM2302 and AM2302 send response signal to MCU

Thomas Liu (Sales Manager)

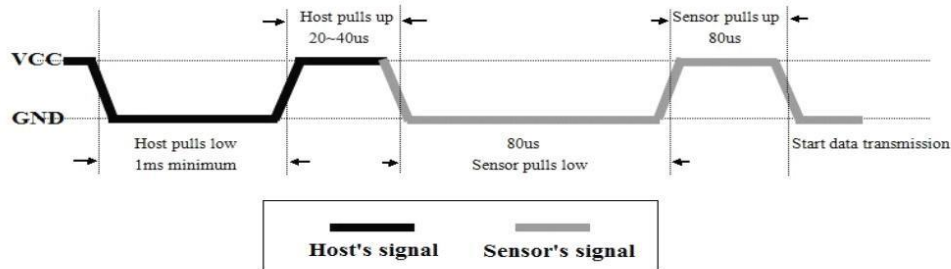
- 3 -

Email: thomasliu198518@aliyun.com

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

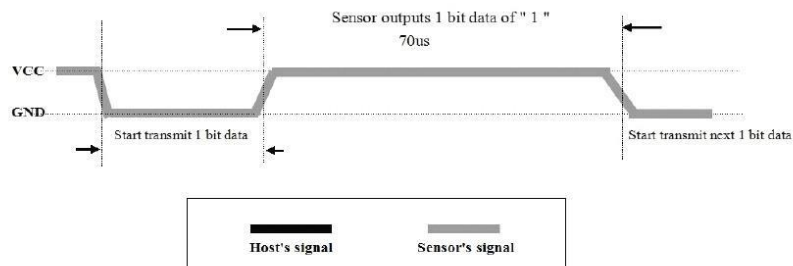
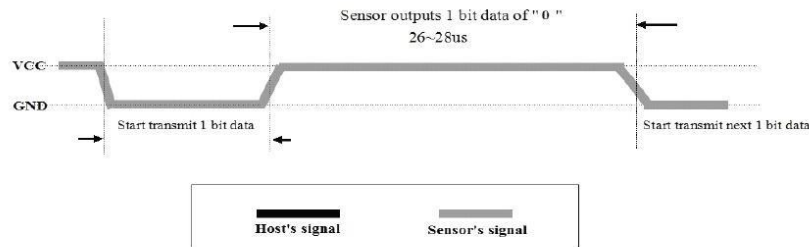
Data-bus's free status is high voltage level. When communication between MCU and AM2302 begins, MCU will pull low data-bus and this process must beyond at least 1~10ms to ensure AM2302 could detect MCU's signal, then MCU will pull up and wait 20~40us for AM2302's response.

When AM2302 detect the start signal, AM2302 will pull low the bus 80us as response signal, then AM2302 pulls up 80us for preparation to send data. See below figure:



2). Step 2: AM2302 send data to MCU

When AM2302 is sending data to MCU, every bit's transmission begin with low-voltage-level that last 50us, the following high-voltage-level signal's length decide the bit is "1" or "0". See below figures:



Attention:

If signal from AM2302 is always high-voltage-level, it means AM2302 is not working properly, please check the electrical connection status.

Thomas Liu (Sales Manager)

- 4 -

Email: thomasliu198518@aliyun.com

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

7. Electrical Characteristics:

Items	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

8. Attentions of application:

(1) Operating and storage conditions

We don't recommend the applying RH-range beyond the range stated in this specification. The AM2302 sensor can recover after working in abnormal operating condition to calibrated status, but will accelerate sensors' aging.

(2) Attentions to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere AM2302's sensitive-elements and debase AM2302's sensitivity.

(3) Disposal when (1) & (2) happens

Step one: Keep the AM2302 sensor at condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two: After step one, keep the AM2302 sensor at condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Attention to temperature's affection

Relative humidity strongly depend on temperature, that is why we use temperature compensation technology to ensure accurate measurement of RH. But it's still be much better to keep the sensor at same temperature when sensing.

AM2302 should be mounted at the place as far as possible from parts that may cause change to temperature.

(5) Attentions to light

Long time exposure to strong light and ultraviolet may debase AM2302's performance.

(6) Attentions to connection wires

The connection wires' quality will effect communication's quality and distance, high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

* Welding temperature should be bellow 260Celsius.

* Avoid using the sensor under dew condition.

* Don't use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of AM2302 may cause personal injury.

Apéndice I

Datasheet MQ-135

HANWEI ELECTRONICS CO.,LTD

MQ-135

<http://www.hwsensor.com>

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 _H	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 800mw	

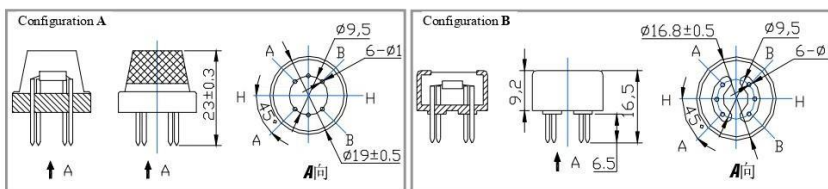
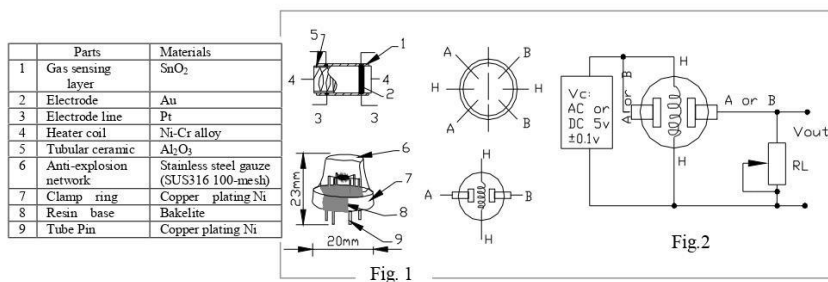
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10℃-45℃	
Tas	Storage Tem	-20℃-70℃	
R _H	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	Ramark 2
R _s	Sensing Resistance	30K Ω -200K Ω (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

TEL: 86-371-67169070 67169080

FAX: 86-371-67169090

E-mail: sales@hwsensor.com

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

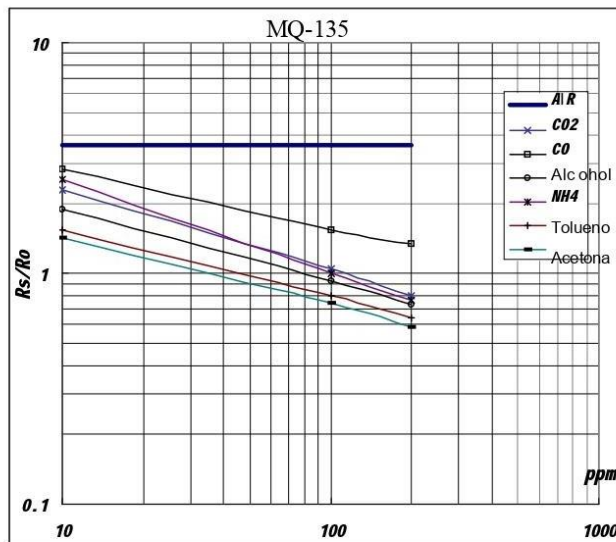


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases.

in their: Temp: 20℃、
Humidity: 65%、
O₂ concentration 21%
RL=20kΩ

R_o: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in the clean air.

R_s:sensor resistance at various concentrations of gases.

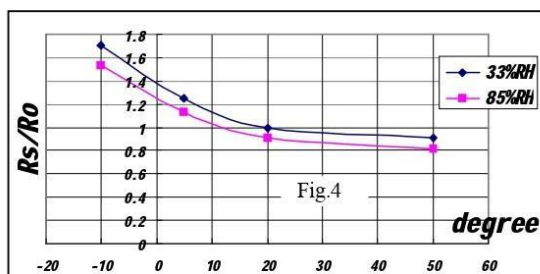


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity.

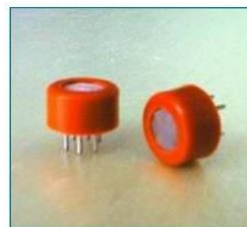
R_o: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in air at 33%RH and 20 degree.

R_s: 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.



Notification

1 Following conditions must be prohibited

1.1 Exposed to organic silicon steam

Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond, fixture, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

1.2 High Corrosive gas

If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2S , SO_x , Cl_2 , HCl etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorin.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when splattered or dipped in water.

1.5 Freezing

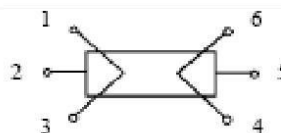
Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

1.6 Applied voltage higher

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, if apply voltage on 1、3 pins or 4、6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2、4 pins



2 Following conditions must be avoided

2.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor' sensitivity will be decreased.

2.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, if will affect sensors characteristic.

2.3 Long time storage

The sensors resistance produce reversible drift if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof without silicon gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long aging time for stbilty before using.

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then reapture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

2.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

2.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

2.7.3 Warm-up temperature: $100 \pm 20^\circ C$

2.7.4 Welding temperature: $250 \pm 10^\circ C$

2.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.

Apéndice J

Datasheet MT 3608



AEROSEMI

MT3608

High Efficiency 1.2MHz 2A Step Up Converter

FEATURES

- Integrated 80mΩ Power MOSFET
- 2V to 24V Input Voltage
- 1.2MHz Fixed Switching Frequency
- Internal 4A Switch Current Limit
- Adjustable Output Voltage
- Internal Compensation
- Up to 28V Output Voltage
- Automatic Pulse Frequency Modulation Mode at Light Loads
- up to 97% Efficiency
- Available in a 6-Pin SOT23-6 Package

APPLICATIONS

- Battery-Powered Equipment
- Set-Top Boxed
- LCD Bias Supply
- DSL and Cable Modems and Routers
- Networking cards powered from PCI or PCI express slots

GENERAL DESCRIPTION

The MT3608 is a constant frequency, 6-pin SOT23 current mode step-up converter intended for small, low power applications. The MT3608 switches at 1.2MHz and allows the use of tiny, low cost capacitors and inductors 2mm or less in height. Internal soft-start results in small inrush current and extends battery life.

The MT3608 features automatic shifting to pulse frequency modulation mode at light loads. The MT3608 includes under-voltage lockout, current limiting, and thermal overload protection to prevent damage in the event of an output overload. The MT3608 is available in a small 6-pin SOT-23 package.

TYPICAL APPLICATION

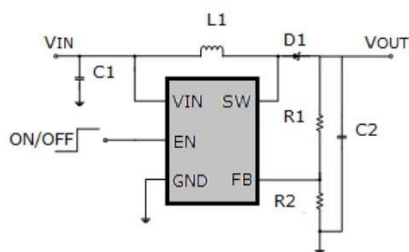


Figure 1. Basic Application Circuit

Efficiency

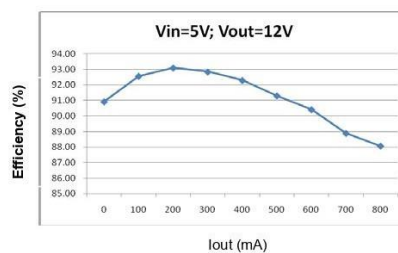


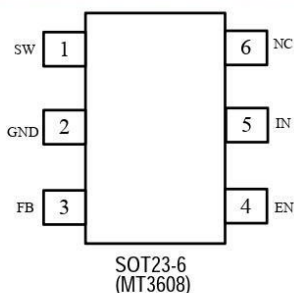
Figure 2. Efficiency Curve

MT3608

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, EN voltages	-0.3V to 26V	SW Voltage	-0.3V to 30V
Operating Temperature.....	-40°C to +85°C	Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
FB Voltages	-0.3V to 6V	Peak SW Sink and Source Current	4A
Junction Temperature	160°C	Lead Temperature (Soldering, 10s) ...	+300°C

PACKAGE/ORDER INFORMATION



PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	SW	Power Switch Output. SW is the drain of the internal MOSFET switch. Connect the power inductor and output rectifier to SW. SW can swing between GND and 28V.
2	GND	Ground Pin
3	FB	Feedback Input. The FB voltage is 0.6V. Connect a resistor divider to FB.
4	EN	Regulator On/Off Control Input. A high input at EN turns on the converter, and a low input turns it off. When not used, connect EN to the input supply for automatic startup.
5	IN	Input Supply Pin. Must be locally bypassed.
6	NC	NC

MT3608

ELECTRICAL CHARACTERISTICS(V_{IN}=V_{EN}=5V, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Parameter	Conditions	MIN	TYP	MAX	unit
Operating Input Voltage		2		24	V
Under Voltage Lockout				1.98	V
Under Voltage Lockout Hysteresis			100		mV
Current (Shutdown)	V _{EN} = 0V		0.1	1	μA
Quiescent Current (PFM)	V _{FB} =0.7V, No switch		100	200	μA
Quiescent Current (PWM)	V _{FB} =0.5V, switch		1.6	2.2	mA
Switching Frequency			1.2		MHz
Maximum Duty Cycle	V _{FB} = 0V	90			%
EN Input High Voltage		1.5			V
EN Input Low Voltage				0.4	V
FB Voltage		0.588	0.6	0.612	V
FB Input Bias Current	V _{FB} = 0.6V	-50	-10		nA
SW On Resistance (1)			80	150	mΩ
SW Current Limit (1)	V _{IN} = 5V, Duty cycle=50%		4		A
SW Leakage	V _{SW} = 20V			1	μA
Thermal Shutdown			155		°C

Note:

1) Guaranteed by design, not tested.

MT3608

OPERATION

The MT3608 uses a fixed frequency, peak current mode boost regulator architecture to regulate voltage at the feedback pin. The operation of the MT3608 can be understood by referring to the block diagram of Figure 3. At the start of each oscillator cycle the MOSFET is turned on through the control circuitry. To prevent sub-harmonic oscillations at duty cycles greater than 50 percent, a stabilizing ramp is added to the output of the current sense amplifier and the result is fed into the negative input of the PWM comparator. When this voltage equals

The output voltage of the error amplifier the power MOSFET is turned off. The voltage at the output of the error amplifier is an amplified version of the difference between the 0.6V bandgap reference voltage and the feedback voltage. In this way the peak current level keeps the output in regulation. If the feedback voltage starts to drop, the output of the error amplifier increases. These results in more current to flow through the power MOSFET, thus increasing the power delivered to the output. The MT3608 has internal soft start to limit the amount of input current at startup and to also limit the amount of overshoot on the output.

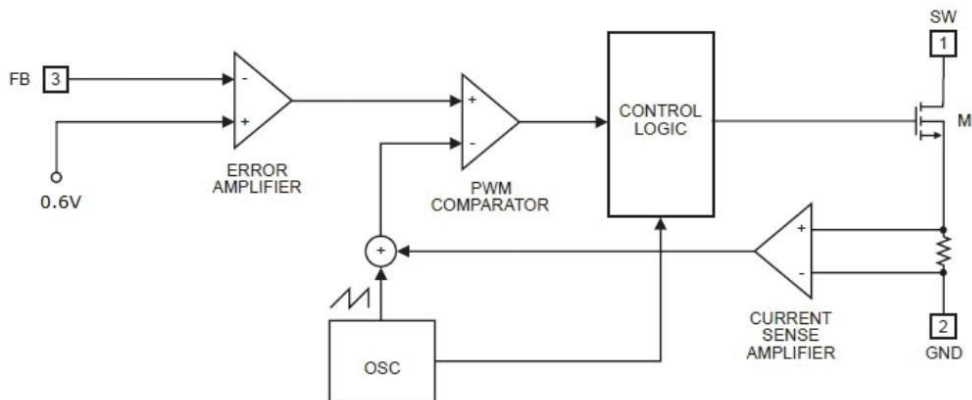
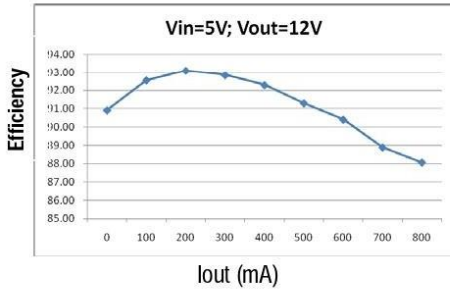


Figure 3. Functional Block Diagram

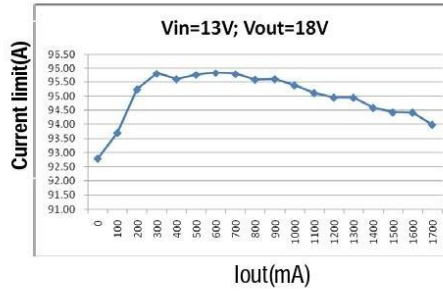
MT3608

TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

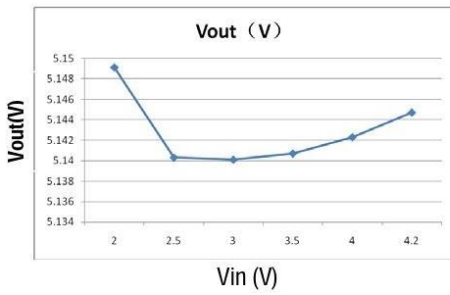
Efficiency Curve



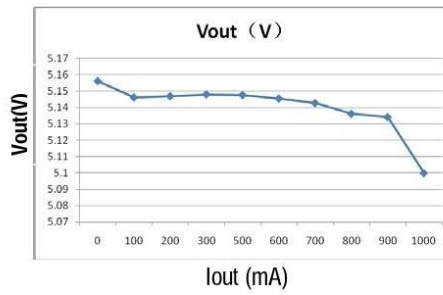
Efficiency Curve



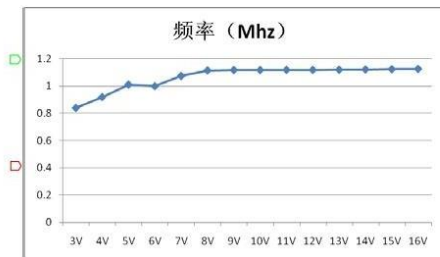
line Regulation



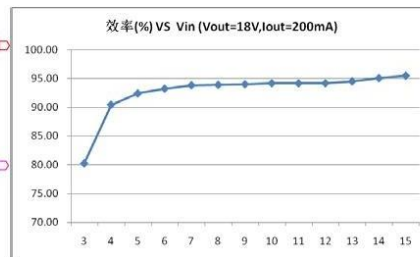
Load regulation



Freq VS Vin



Efficiency VS Vin



MT3608

APPLICATION INFORMATION

Setting the Output Voltage

The internal reference VREF is 0.6V (Typical). The output voltage is divided by a resistor divider, R1 and R2 to the FB pin. The output voltage is given by

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

Inductor Selection

The recommended values of inductor are 4.7 to 22μH. Small size and better efficiency are the major concerns for portable device, such as MT3608 used for mobile phone. The inductor should have low core loss at 1.2MHz and low DCR for better efficiency. To avoid inductor saturation current rating should be considered.

Capacitor Selection

Input and output ceramic capacitors of 22μF are recommended for MT3608 applications. For better voltage filtering, ceramic capacitors with low ESR are recommended. X5R and X7R types are suitable because of their wider voltage and temperature ranges.

Diode Selection

Schottky diode is a good choice for MT3608 because of its low forward voltage drop and fast reverse recovery. Using Schottky diode can get better efficiency. The high speed rectification is also a good characteristic of Schottky diode for high switching frequency. Current rating of the diode must meet the root mean square of the peak current and output average current multiplication as following :

$$I_D(RMS) \approx \sqrt{I_{OUT} \times I_{PEAK}}$$

The diode's reverse breakdown voltage should be larger than the output voltage.

Layout Consideration

For best performance of the MT3608, the following guidelines must be strictly followed.

- Input and Output capacitors should be placed close to the IC and connected to ground plane to reduce noise coupling.
- The GND should be connected to a strong ground plane for heat sinking and noise protection.
- Keep the main current traces as possible as short and wide.
- SW node of DC-DC converter is with high frequency voltage swing. It should be kept at a small area.
- Place the feedback components as close as possible to the IC and keep away from the noisy devices.

MT3608

PACKAGE DESCRIPTION

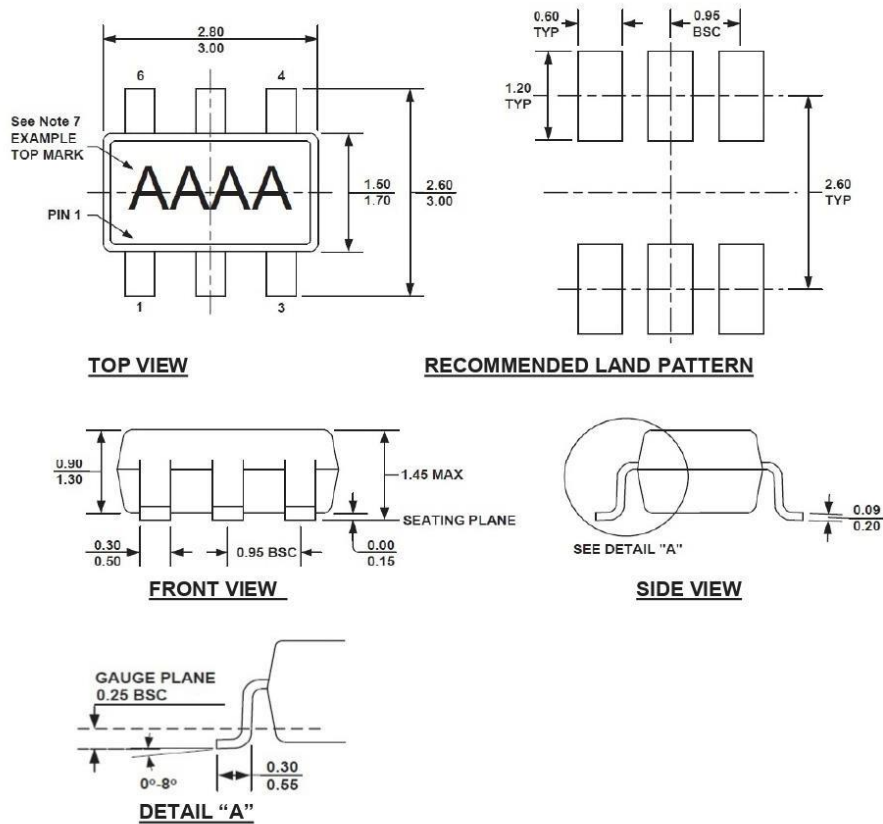


Figure 4. TSOT23-6/SOT23-6 Physical Dimensions

NOTE:

- 1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- 2) PACKAGE LENGTH DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSION OR GATE BURR.
- 3) PACKAGE WIDTH DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION.
- 4) LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
- 5) DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO-193, VARIATION AB.
- 6) DRAWING IS NOT TO SCALE.
- 7) PIN 1 IS LOWER LEFT PIN WHEN READING TOP MARK FROM LEFT TO RIGHT, (SEE EXAMPLE TOP MARK)

MT3608/V1.0

Xi' an Aerosemi Technology Co., Ltd
 Tel: 029-88868021 0755-82879616 021-51905952
 Fax: 029-88445284 0755-82877171 021-51905952
 Http://www.aerosemi.com
 E-mail: sales@aerosemi.com

Apéndice K

Datasheet TP4056



南京拓微集成电路有限公司
NanJing Top Power ASIC Corp.

TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8

DESCRIPTION

The TP4056 is a complete constant-current/constant-voltage linear charger for single cell lithium-ion batteries. Its SOP package and low external component count make the TP4056 ideally suited for portable applications. Furthermore, the TP4056 can work within USB and wall adapter.


No blocking diode is required due to the internal PMOSFET architecture and have prevent to negative Charge Current Circuit. Thermal feedback regulates the charge current to limit the die temperature during high power operation or high ambient temperature. The charge voltage is fixed at 4.2V, and the charge current can be programmed externally with a single resistor. The TP4056 automatically terminates the charge cycle when the charge current drops to 1/10th the programmed value after the final float voltage is reached.

TP4056 Other features include current monitor, under voltage lockout, automatic recharge and two status pin to indicate charge termination and the presence of an input voltage.

FEATURES

- Programmable Charge Current Up to 1000mA
- No MOSFET, Sense Resistor or Blocking Diode Required
- Complete Linear Charger in SOP-8 Package for Single Cell Lithium-Ion Batteries
- Constant-Current/Constant-Voltage
- Charges Single Cell Li-Ion Batteries Directly from USB Port
- Preset 4.2V Charge Voltage with 1.5% Accuracy
- Automatic Recharge
- two Charge **Status** Output Pins
- C/10 Charge Termination
- 2.9V Trickle Charge Threshold (TP4056)
- Soft-Start Limits Inrush Current
- Available Radiator in 8-Lead SOP Package, the Radiator need connect GND or impending

PACKAGE/ORDER INFORMATION

TEMP1		8	CE
PROG2		7	CHRG
GND3		6	STDBY
Vcc4		5	BAT
SOP-8			
photo		ORDER PART NUMBER	
		TP4056-42-SOP8-PP	
		PART MARKING TP4056	

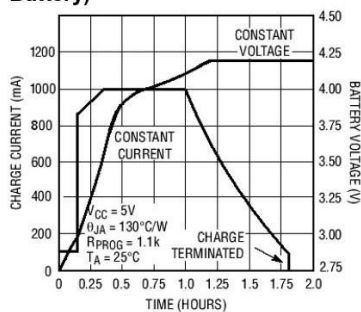
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

- Input Supply Voltage(V_{CC}): $-0.3V \sim 8V$
- TEMP: $-0.3V \sim 10V$
- CE: $-0.3V \sim 10V$
- BAT Short-Circuit Duration: Continuous
- BAT Pin Current: 1200mA
- PROG Pin Current: 1200uA
- Maximum Junction Temperature: $145^{\circ}C$
- Operating Ambient Temperature Range: $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
- Lead Temp.(Soldering, 10sec): $260^{\circ}C$

APPLICATIONS

- Cellular Telephones, PDAs, GPS
- Charging Docks and Cradles
- Digital Still Cameras, Portable Devices
- USB Bus-Powered Chargers, Chargers

Complete Charge Cycle (1000mAh Battery)





南京拓微集成电路有限公司
NanJing Top Power ASIC Corp.

TEMP(Pin 1) :Temperature Sense Input Connecting TEMP pin to NTC thermistor's output in Lithium ion battery pack. If TEMP pin's voltage is below 45% or above 80% of supply voltage V_{IN} for more than 0.15S, this means that battery's temperature is too high or too low, charging is suspended. The temperature sense function can be disabled by grounding the TEMP pin.

PROG(Pin 2): Constant Charge Current Setting and Charge Current Monitor Pin charge current is set by connecting a resistor R_{ISET} from this pin to GND. When in precharge mode, the ISET pin's voltage is regulated to 0.2V. When in constant charge current mode, the ISET pin's voltage is regulated to 2V. In all modes during charging, the voltage on ISET pin can be used to measure the charge current as follows:

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \times 1200 \quad (V_{PROG}=1V)$$

GND(Pin3): Ground Terminal

Vcc(Pin 4): Positive Input Supply Voltage V_{IN} is the power supply to the internal circuit. When V_{IN} drops to within 30mv of the BAT pin voltage, TP4056 enters low power sleep mode, dropping BAT pin's current to less than 2uA.

BAT(Pin5): Battery Connection Pin. Connect the positive terminal of the battery to BAT pin. BAT pin draws less than 2uA current in chip disable mode or in sleep mode. BAT pin provides charge current to the battery and provides regulation voltage of 4.2V.

STDBY(Pin6): Open Drain Charge Status Output When the battery Charge Termination, the \overline{STDBY} pin is pulled low by an internal switch, otherwise \overline{STDBY} pin is in high impedance state.

CHRG (Pin7): Open Drain Charge Status Output When the battery is being charged, the \overline{CHRG} pin is pulled low by an internal switch, otherwise \overline{CHRG} pin is in high impedance state.

CE(Pin8): Chip Enable Input. A high input will put the device in the normal operating mode.

Pulling the CE pin to low level will put the YP4056 into disable mode. The CE pin can be driven by TTL or CMOS logic level.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

The ● denotes specifications which apply over the full operating temperature range, otherwise specifications are at $T_A=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=5V$, unless otherwise noted.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{CC}	Input Supply Voltage		● 4.0	5	8.0	V
I_{CC}	Input Supply Current	Charge Mode, $R_{PROG} = 1.2k$	●	150	500	μA
		Standby Mode (Charge Terminated)	●	55	100	μA
		Shutdown Mode (R_{PROG} Not Connected, $V_{CC} < V_{BAT}$, or $V_{CC} < V_{UV}$)	●	55	100	μA
V_{FLOAL}	Regulated Output (Float) Voltage	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$, $I_{BAT}=40\text{mA}$	4.137	4.2	4.263	V
I_{BAT}	BAT Pin Current Text condition: $V_{BAT}=4.0V$	$R_{PROG} = 2.4k$, Current Mode	● 450	500	550	mA
		$R_{PROG} = 1.2k$, Current Mode	● 950	1000	1050	mA
		Standby Mode, $V_{BAT} = 4.2V$	● 0	-2.5	-6	μA
I_{TRIKL}	Trickle Charge Current	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$, $R_{PROG}=1.2K$	● 120	130	140	mA
V_{TRIKL}	Trickle Charge Threshold Voltage	$R_{PROG}=1.2K$, V_{BAT} Rising	2.8	2.9	3.0	V
V_{TRHYS}	Trickle Charge Hysteresis Voltage	$R_{PROG}=1.2K$	60	80	100	mV
T_{LIM}	Junction Temperature in Constant Temperature Mode			145		$^\circ\text{C}$



南京拓微集成电路有限公司
NanJing Top Power ASIC Corp.

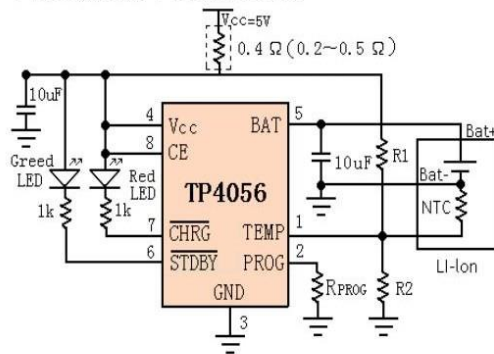
indicator light state

Charge state	Red LED $\overline{\text{CHRG}}$	Green LED $\overline{\text{STDBY}}$
charging	bright	extinguish
Charge Termination	extinguish	bright
Vin too low; Temperature of battery too low or too high; no battery	extinguish	extinguish
BAT PIN Connect 10u Capacitance; No battery	Green LED bright, Red LED Coruscate T=1-4 S	

Rprog Current Setting

R _{PROG} (k)	I _{BAT} (mA)
10	130
5	250
4	300
3	400
2	580
1.66	690
1.5	780
1.33	900
1.2	1000

TYPICAL APPLICATIONS



Apéndice L

Código en Arduino

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <U8g2lib.h>
```

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <DHT.h>
```

```
#include <MQUnifiedsensor.h>
```

```
// Definición de las credenciales WiFi y otros parámetros de configuración
```

```
const char* ssid = "Telemetria T"; // Nombre de tu red WiFi
```

```
const char* password = "m3d1c4lsiis12"; // Contraseña de tu red WiFi
```

```
const char* host = "192.168.10.30"; // Dirección IP del servidor
```

```
const int port = 80; // Puerto del servidor
```

```
const int watchdog = 5000; // Intervalo de tiempo entre envío de datos (en milisegundos)
```

```
unsigned long previousMillis = millis(); // Variable para almacenar el tiempo anterior
```

```
// Definición de los pines y tipos de sensores
```

```
#define DHTTYPE DHT22
```

```
#define DHTPIN 13
```

```
#define OLED_ADDR 0x3C
```

```
#define OLED_SDA 20
```

```
#define OLED_SCL 19
```

```
#define placa "ESP8266"
```

```

#define Voltage_Resolution 3.3

#define pin A0 // Entrada analógica 0 de Arduino

#define type "MQ-135" // Tipo de sensor MQ-135

#define ADC_Bit_Resolution 10 // Para Arduino UNO/MEGA/NANO

#define RatioMQ135CleanAir 3.6 // RS / R0 = 3.6 ppm

// Inicialización de los sensores y pantalla

MQUnifiedsensor MQ135(placa, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, pin, type);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE, 27);

U8G2_SH1106_128X64_NONAME_F_HW_I2C u8g2(U8G2_R0, OLED_SCL, OLED_SDA,
U8X8_PIN_NONE);

String zona = "AltoCosto"; // Nombre de la zona

int contador = 0; // Contador de iteraciones

int iterador = 1; // Iterador para envío de datos

bool mostrarMensaje = true; // Bandera para mostrar el mensaje promocional

String calidad=""; // Calidad del aire

// Función para reconectar WiFi

void reconnectWiFi() {

// Intenta reconectar WiFi

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

Serial.println("Conectando a WiFi...");

```

```
IPAddress ip(192, 168, 10, 60); // Asigna la dirección IP estática deseada

IPAddress gateway(192, 168, 10, 1); // Asigna la dirección de la puerta de enlace

IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); // Asigna la máscara de subred

WiFi.config(ip, gateway, subnet);

WiFi.begin(ssid, password);

delay(1000); // Espera 1 segundo

// Si no se puede conectar después de un tiempo, reinicia la placa
if (millis() - previousMillis > 30000) {
  Serial.println("No se pudo conectar a WiFi. Reiniciando...");
  ESP.restart();
}

Serial.println("Conexión WiFi establecida");
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Configuración del sensor MQ-135
  MQ135.setRegressionMethod(1); // _PPM = a*ratio^b
```

```
MQ135.init();

MQ135.setRL(1); // RL 1k

Serial.print("Calibrating please wait.");

float calcR0 = 0;

for(int i = 1; i <= 10; i++) {

    MQ135.update(); // Actualiza los datos, el Arduino leerá el voltaje del pin analógico

    calcR0 += MQ135.calibrate(RatioMQ135CleanAir);

    Serial.print(".");

}

MQ135.setR0(calcR0 / 10);

Serial.println(" done!");

if(isinf(calcR0)) {

    Serial.println("Warning: Connection issue, R0 is infinite (Open circuit detected) please check
your wiring and supply");

    while(1);

}

if(calcR0 == 0) {

    Serial.println("Warning: Connection issue found, R0 is zero (Analog pin shorts to ground)
please check your wiring and supply");

    while(1);

}
```

```
Serial.println("** Values from MQ-135 ****");

Serial.println("| CO | Alcohol | CO2 | Toluen | NH4 | Aceton |");

// Mensaje promocional

if (mostrarMensaje) {

u8g2.begin();

u8g2.setFont(u8g2_font_profont17_tf);

// Definir la posición inicial fuera de la pantalla

int xPos = u8g2.getWidth();

// Bucle para desplazar el mensaje de derecha a izquierda

while (xPos >= -u8g2.getStrWidth("JORGE MEJIAS - JOHAN PEREZ")) {

u8g2.clearBuffer();

// Establecer la posición del texto en la pantalla

u8g2.setCursor(xPos, 20);

// Imprimir el mensaje promocional

u8g2.print("PROYECTO APLICADO UNAD");

// Establecer la posición del texto en la pantalla

u8g2.setCursor(xPos, 40);

// Imprimir el mensaje promocional
```

```
u8g2.print("JORGE MEJIAS - JOHAN PEREZ");

// Establecer la posición del texto en la pantalla
u8g2.setCursor(xPos, 60);

// Imprimir el mensaje promocional
u8g2.print("TUTORA : LILIANA BAUTISTA");

// Enviar el búfer a la pantalla
u8g2.sendBuffer();

// Retraso para controlar la velocidad de desplazamiento
delay(1);

// Decrementar la posición horizontal
xPos--;

// Si el texto ha alcanzado la posición final, romper el bucle
if (xPos <= -u8g2.getStrWidth("JORGE MEJIAS - JOHAN PEREZ")) {
    break;
}
}

mostrarMensaje = false;
```

```
}

// Conecta WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi conectado");
Serial.println("Dirección IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

dht.begin();
}

void loop() {
  // Leer temperatura y humedad
  float temperatura = dht.readTemperature() - 4;
  float humedad = dht.readHumidity();

  // Leer datos del sensor MQ-135
  MQ135.update(); // Actualiza los datos, el Arduino leerá el voltaje del pin analógico
```

MQ135.setA(605.18); MQ135.setB(-3.937); // Configura la ecuación para calcular la concentración de CO

float CO = MQ135.readSensor(); // El sensor leerá la concentración en PPM usando el modelo, valores a y b configurados previamente o desde el setup

MQ135.setA(77.255); MQ135.setB(-3.18); // Configura la ecuación para calcular la concentración de Alcohol

float Alcohol = MQ135.readSensor(); // El sensor leerá la concentración en PPM usando el modelo, valores a y b configurados previamente o desde el setup

MQ135.setA(110.47); MQ135.setB(-2.862); // Configura la ecuación para calcular la concentración de CO2

float CO2 = MQ135.readSensor() + 400; // El sensor leerá la concentración en PPM usando el modelo, valores a y b configurados previamente o desde el setup

MQ135.setA(44.947); MQ135.setB(-3.445); // Configura la ecuación para calcular la concentración de Toluen

float Toluen = MQ135.readSensor(); // El sensor leerá la concentración en PPM usando el modelo, valores a y b configurados previamente o desde el setup

MQ135.setA(102.2); MQ135.setB(-2.473); // Configura la ecuación para calcular la concentración de NH4

```
float NH4 = MQ135.readSensor(); // El sensor leerá la concentración en PPM usando el modelo,  
valores a y b configurados previamente o desde el setup
```

```
MQ135.setA(34.668); MQ135.setB(-3.369); // Configura la ecuación para calcular la  
concentración de Aceton
```

```
float Aceton = MQ135.readSensor(); // El sensor leerá la concentración en PPM usando el  
modelo, valores a y b configurados previamente o desde el setup
```

```
// Imprime los valores de los sensores en el serial
```

```
Serial.print("| "); Serial.print(CO);
```

```
Serial.print(" | "); Serial.print(Alcohol);
```

```
Serial.print(" | "); Serial.print(CO2);
```

```
Serial.print(" | "); Serial.print(Toluen);
```

```
Serial.print(" | "); Serial.print(NH4);
```

```
Serial.print(" | "); Serial.print(Aceton);
```

```
Serial.println(" |");
```

```
// Evaluar la calidad del aire basada en la concentración de CO2
```

```
if (CO2 >= 400 && CO2 <= 600) {
```

```
    calidad = "Excelente";
```

```
} else if (CO2 > 600 && CO2 <= 800) {
```

```
    calidad = "Buena";
```

```
} else if (CO2 > 800 && CO2 <= 1000) {
```

```
    calidad = "Aceptable";
} else if (CO2 > 1000) {
    calidad = "Mala";
}

// Actualizar la pantalla OLED con los datos de los sensores
u8g2.firstPage(); // Inicia la primera página de la pantalla
do {
    u8g2.setFont(u8g2_font_profont12_tf); // Tamaño de fuente 12 para temperatura y humedad
    u8g2.setCursor(0, 25); // Ubicación ajustada para bajar el texto de temperatura
    u8g2.print("Temperatura: ");
    u8g2.print(temperatura, 1);
    u8g2.print(" C");

    u8g2.setCursor(0, 40);
    u8g2.print("Humedad:  ");
    u8g2.print(humedad, 1);
    u8g2.print(" %");

    u8g2.setCursor(0, 55);
    u8g2.print("C.Ambiente: ");
    u8g2.print(String(calidad));
```

```

u8g2.setFont(u8g2_font_profont10_tf); // Tamaño de fuente 10 para la dirección IP
u8g2.setCursor(8, 8); // Ubicación ajustada para la dirección IP en la esquina superior derecha
u8g2.print("    IP:");
u8g2.print(WiFi.localIP());
} while (u8g2.nextPage()); // Siguiete página si es necesario

// Enviar datos al servidor
unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis > watchdog) {
  previousMillis = currentMillis;

  WiFiClient client;

  if (!client.connect(host, port)) {
    Serial.println("Fallo al conectar");

    // Verifica la conexión WiFi y reconecta si es necesario
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      Serial.println("Conexión WiFi perdida. Intentando reconectar...");
      reconnectWiFi();
    }
  }

  return;
}

if (contador >= 20) {
  iterador = 1;
  contador = 0;
}

```

```
} else {  
    iterador = 0;  
}  
  
Serial.println(contador);  
  
String url = "/jorge/jorge.php?zona=";  
url += zona;  
url += "&temp=";  
url += temperatura;  
url += "&hum=";  
url += humedad;  
url += "&calidad=";  
url += calidad;  
url += "&dato=";  
url += iterador;  
  
// Enviar la petición al servidor  
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +  
    "Host: " + host + "\r\n" +  
    "Connection: close\r\n\r\n");  
  
unsigned long timeout = millis();
```

```
while (client.available() == 0) {  
    if (millis() - timeout > 5000) {  
        Serial.println(">>> Client Timeout !");  
        client.stop();  
  
        // Verifica la conexión WiFi y reconecta si es necesario  
        if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
            Serial.println("Conexión WiFi perdida. Intentando reconectar...");  
            reconnectWiFi();  
        }  
        return;  
    }  
}  
  
// Leer la respuesta del servidor  
while (client.available()) {  
    String line = client.readStringUntil('\r');  
    Serial.print(line);  
}  
}  
  
contador++;  
}
```