

Feria distrital de educación artes y tecnología

Medidor de ambiente laboral

Alumnos expositores

Carvalho Erick Fernando, 7°D 94.596.632

Santarelli Hector Manuel, 7°D 47.629.744

Pylypchuk Santiago, 7°D 47.956.059

Secundaria 2

Técnico profesional

urbano

Ingeniería y tecnología - Categ. A

Asesor laquinta Pablo, 23.766.714

Asesor científico Romeo Francisco, 27.824.012

Instituto tecnológico San Bonifacio

Francisco Siritto 370

Lomas de Zamora Buenos Aires

30/06/2025

Medidor de ambiente laboral

Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Competencia en el mercado.....	6
Análisis FODA.....	8
Desarrollo.....	10
Casos de uso.....	12
Desarrollo del software.....	17
Desarrollo del hardware.....	26
Análisis del circuito.....	28
Estadísticas de viabilidad.....	33
Diagrama de Gantt.....	35
Resultados obtenidos.....	37
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	39
Agradecimientos.....	41

Resumen

Para poder evaluar de manera adecuada el bienestar dentro de un entorno de trabajo, es necesario reunir las condiciones que permitan medir los factores que afectan directamente al ambiente laboral. Actualmente, no hay mucha respuesta a estas necesidades por lo que es posible implementar un sistema que controle y registre los parámetros más relevantes del ambiente laboral.

Para lograr esto, es necesario diseñar un modelo de medidor ambiental que permita recopilar datos del entorno físico de un espacio de trabajo, tales como temperatura, humedad, nivel de ruido y oxígeno además de ofrecer una interfaz que facilite la visualización y análisis de estos datos. Esto permitirá identificar condiciones que podrían estar afectando negativamente el rendimiento o bienestar del personal.

Además de los sensores que se utilizarán para obtener las mediciones del ambiente, se integrará una plataforma electrónica que permita almacenar los datos y enviarlos a un sistema de visualización o aplicación. De esta forma, se podrá llevar un seguimiento continuo del estado del ambiente laboral y tomar decisiones en base a información objetiva.

Nuestro objetivo es desarrollar un prototipo de medidor de ambiente laboral automatizado que permite monitorear las condiciones del entorno en tiempo real. Para ello, debemos definir los parámetros más relevantes a medir en un ambiente laboral; evaluar y seleccionar los sensores y dispositivos electrónicos necesarios para el desarrollo del prototipo; y desarrollar el software de monitoreo y registro que facilite el uso de este sistema.

Introducción

El término de medidor de ambiente laboral se refiere generalmente al dispositivo electrónico que permite registrar y analizar las condiciones ambientales en espacios de trabajo cerrados. Sin embargo, para entender claramente qué es un medidor de este tipo, se define como un sistema capaz de medir de forma continua variables físicas y químicas como la temperatura, la humedad relativa, el nivel de ruido y la calidad del aire (CO₂ y COVs), con el objetivo de identificar riesgos o situaciones que puedan afectar el bienestar de los trabajadores.

Actualmente, en muchas oficinas o espacios laborales no se realiza un control efectivo de estos factores, lo cual puede causar molestias, disminución del rendimiento, aparición de enfermedades ocupacionales y aumento en el ausentismo. Las malas condiciones ambientales también afectan a los equipos, provocando fallas, y a la infraestructura, acelerando su deterioro. Por estas razones, decidimos diseñar un sistema automatizado que permita monitorear en tiempo real estas variables para tomar decisiones preventivas.

El medidor de ambiente que proponemos busca funcionar como una herramienta sencilla pero precisa, capaz de recopilar información del entorno y alertar cuando alguno de los parámetros supere los rangos saludables. Este dispositivo permitirá controlar el ambiente adecuado dentro de un espacio cerrado a través de sensores de temperatura, humedad y gases. De este modo, se podrán detectar condiciones adversas antes de que afecten directamente al personal.

Además de los sensores, también se incorporarán actuadores y sistemas de comunicación, como pantallas, para mostrar y enviar los datos registrados. De este modo, el sistema no sólo será de medición, sino también de gestión, ya que podrá encender ventiladores o emitir alertas en caso de detectar valores fuera del rango.

Nuestro objetivo es desarrollar un prototipo funcional de un medidor de ambiente laboral automatizado, que se pueda adaptar a distintos espacios como oficinas, talleres o laboratorios. Para ello debemos: definir las características del ambiente laboral saludable seleccionar sensores y componentes electrónicos adecuados para el monitoreo; y

desarrollar el software necesario para que el sistema funcione de manera autónoma y eficiente.

La contaminación del aire en interiores, sumada a la falta de control de temperatura y humedad, puede provocar fatiga, estrés térmico, dificultad para concentrarse y enfermedades respiratorias. Entre los contaminantes más comunes se encuentran el dióxido de carbono (CO₂), los compuestos orgánicos volátiles (COVs) como el benceno y el tolueno, y el exceso de ruido, todos presentes en mayor o menor medida según el tipo de actividad laboral.

Estos factores deben ser controlados para asegurar un ambiente saludable. Por ejemplo, una mala ventilación puede causar que los niveles de CO₂ aumenten por encima de los 1000 ppm, lo cual afecta directamente el rendimiento cognitivo. También es necesario mantener la humedad en rangos entre 40 y 60 %, ya que fuera de esos valores se favorece el crecimiento de microorganismos o se genera sequedad en ojos y garganta. Del mismo modo, un nivel de ruido constante por encima de 55 dB(A) se considera perjudicial para tareas que requieren concentración.

Para lograr una medición efectiva, es necesario que el sistema cuente con sensores de alta precisión y con capacidad de comunicarse con otros dispositivos. El sistema debe estar protegido dentro de una carcasa adecuada, que permita el paso del aire para que las Sistema de ventilación o ventilación pasiva para permitir circulación de aire hacia los sensores.

- Carcasa cerrada lateralmente para mantener la temperatura interna estable. mediciones sean representativas, pero que a la vez proteja los componentes internos del polvo y la humedad.
- El medidor automatizado deberá tener las siguientes características:
 -
 - Apertura superior o acceso fácil para mantenimiento y calibración.
- Interfaz visual clara que muestre los valores actuales y permita configurar límites de alerta.
- Posibilidad de enviar los datos a una computadora o aplicación móvil.

Con estas condiciones, se puede construir un medidor ambiental que se adapte a cualquier entorno laboral utilizando materiales accesibles y sensores disponibles en el mercado. Este proyecto no sólo busca medir, sino también crear conciencia sobre la importancia del ambiente laboral como parte fundamental del bienestar de las personas.

A través de este sistema se podrá reducir el impacto negativo de las malas condiciones ambientales, prevenir enfermedades y mejorar el rendimiento de las personas en sus espacios de trabajo. De este modo, al igual que en el paradigma de reducir, reusar y reciclar, se promueve también el cuidado de los recursos humanos, fomentando espacios laborales más saludables, sostenibles y eficientes.

Competencia del mercado

1. WO2020075189A1

Título: Sistema inteligente de monitoreo, control, y alerta de la calidad de aire

Enlace: Ver patente

Resumen: Esta patente describe un sistema automatizado que monitorea la calidad del aire en espacios cerrados mediante sensores de gases, temperatura, humedad y partículas. Incluye un algoritmo que analiza las condiciones en tiempo real y puede accionar ventilación o emitir alertas si se detectan valores fuera del rango normal. También puede conectarse a plataformas móviles para el control remoto del ambiente. Está orientado a hogares, oficinas y espacios públicos.

2. US7148796B2

Título: Dispositivo de monitoreo ambiental

Enlace: Ver patente

Resumen: Esta invención presenta un dispositivo portátil capaz de medir múltiples variables ambientales, como temperatura, humedad, calidad del aire y presión. Lo novedoso es su portabilidad y su capacidad para almacenar datos que luego pueden ser transferidos a una computadora para análisis detallado. Es ideal para inspecciones técnicas o estudios ambientales temporales, donde se necesita registrar condiciones de diferentes lugares de forma rápida y precisa.

3. US20150052975A1

Título: Sistema de monitoreo de la calidad del aire en red

Enlace: Ver patente

Resumen: Describe un sistema distribuido en red donde múltiples sensores de calidad de aire están ubicados en diferentes zonas de un edificio o espacio. Estos sensores se comunican con un servidor central que recopila y procesa la información, permitiendo un monitoreo integral y en tiempo real. El sistema puede generar alertas, mapas de calidad ambiental por zonas y ajustar automáticamente dispositivos HVAC (calefacción, ventilación,

aire acondicionado) según necesidad. Muy útil en grandes instalaciones como hospitales, escuelas o fábricas.

4. US20210116144A1

Título: Sistemas y métodos para el monitoreo de la calidad del aire interior y de los ocupantes

Enlace: [Ver patente](#)

Resumen: Esta patente propone un sistema avanzado que no solo mide la calidad del aire interior, sino que también detecta la presencia y comportamiento de los ocupantes en el lugar. Usa sensores de CO₂, COVs, temperatura y movimiento, junto con cámaras y algoritmos de aprendizaje automático, para determinar si un ambiente es seguro o saludable para quienes lo habitan. Puede adaptar la ventilación según la cantidad de personas presentes. Es ideal para espacios inteligentes con enfoque en eficiencia energética y salud.

Si bien las patentes analizadas abordan distintos aspectos del monitoreo ambiental, ninguna de ellas cubre de manera integral las necesidades específicas de un entorno de trabajo. En general, estos desarrollos se enfocan principalmente en la calidad del aire interior desde una perspectiva doméstica o de salud individual, sin considerar factores clave como el confort térmico, el nivel de ruido o la vibración, que influyen directamente en la productividad y el bienestar laboral.

Tampoco contemplan la posibilidad de integrar variables ergonómicas, ni ofrecen una visión contextualizada del entorno de trabajo basada en turnos, tipos de tareas o distribución espacial de los puestos. Asimismo, la mayoría de estas soluciones carece de escalabilidad en red, lo que limita su aplicación en espacios con múltiples estaciones.

En muchos casos, la actuación automática sobre el entorno es limitada o inexistente, y no se incluyen herramientas de análisis inteligente ni generación de reportes que faciliten la toma de decisiones preventivas.

Por lo tanto, se identifica un vacío claro en soluciones que aborden el monitoreo ambiental desde una perspectiva integral, adaptada específicamente a los desafíos del ámbito laboral. En sí, ninguna de estas soluciones está orientada tanto para los trabajadores, como para los empleadores. Tampoco se enfocan en medir los distintos factores que afectan a la salud y a la productividad laboral a largo plazo. Y menos contando con un sistema de red que permite crear reportes estadísticos que reflejen el estado del ambiente a lo largo del tiempo.

FODA	Aspectos
Fortalezas	- Monitoreo integral de variables ambientales (temperatura, humedad, CO 2, ruido, vibración).
	- Automatización para ajustar condiciones del ambiente y emitir alertas.
	- Escalabilidad para múltiples estaciones o áreas de trabajo.
	- Análisis inteligente y generación de reportes preventivos.
	- Mejora de la salud y productividad laboral.
Oportunidades	- Creciente interés en salud ocupacional y bienestar laboral.
	- Normativas que exigen control ambiental y buenas condiciones laborales.
	- Integración con IoT y sistemas inteligentes para gestión remota.
	- Aplicabilidad en diversos sectores: oficinas, fábricas, hospitales, escuelas, etc.
Debilidades	- Costo inicial elevado para pequeñas empresas.
	- Requiere personal capacitado para instalación y mantenimiento.
	- Necesidad de adaptación a distintos ambientes y sectores industriales.
	- Dependencia de la red y sensores para monitoreo continuo.
Amenazas	- Resistencia al cambio por parte de usuarios y empleadores.
	- Cambios en regulaciones que afecten funcionalidades o exigencias.
	- Riesgos en seguridad y privacidad de datos manejados por el sistema.

Desarrollo

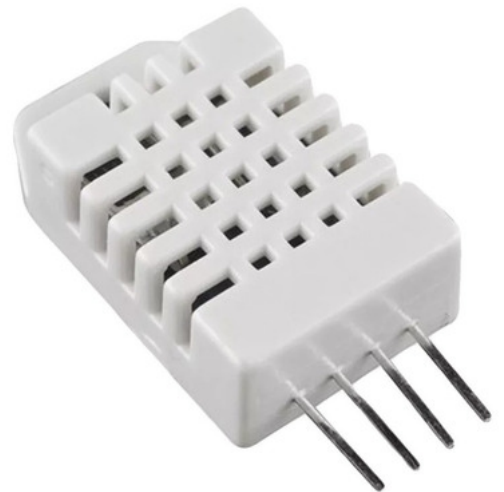
Sensor DHT22 – Temperatura y Humedad de Alta Precisión

El DHT22 es una versión mejorada del DHT11, con mayor rango y precisión: mide de -40°C a 80°C y 0–100 % HR, ideal para monitoreo preciso de condiciones ambientales.

Salida: digital

Alimentación: 3.3 V a 6 V

Precisión: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ / $\pm 2\%$ HR



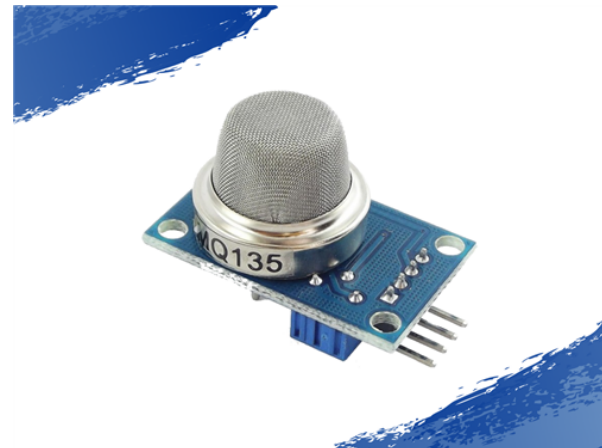
Sensor MQ-135 – Calidad del Aire

El sensor MQ-135 permite detectar gases contaminantes como amoníaco (NH_3), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), alcohol y humo.

Salida: analógica (AO) y digital (DO)

Voltaje: 5 V

Aplicación: detectar ambientes con gases nocivos o mala ventilación.



Sensor SEN02322 – Oxígeno (O₂)

El SEN0322 es un sensor electroquímico capaz de medir con precisión la concentración de oxígeno en el aire (0–25 %), conectado mediante I2C.

Alimentación: 3.3–5.5 V

Resolución: 0.15 % Vol

Tiempo de respuesta: ≤15 s

Aplicación: detectar bajos niveles de O₂ que pueden afectar la salud en entornos cerrados.

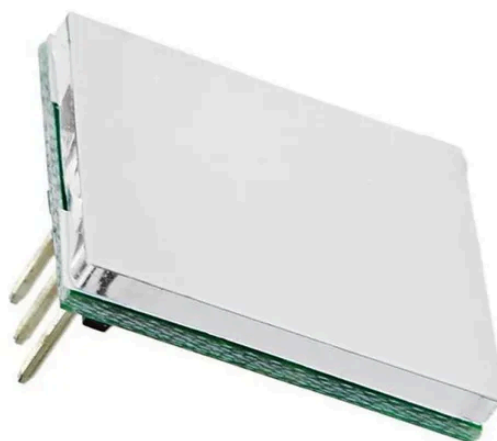
Sensor Táctil – Interfaz de Usuario

El sensor HTTM es un botón táctil capacitivo con LED azul, que permite al usuario interactuar con el sistema sin contacto físico mecánico.

Pines: VCC, GND, OUT

Salida: digital HIGH cuando se toca

Aplicación: encendido de pantalla, confirmación de acciones, cambio de menú.



Pantalla OLED I2C 0.96" – Visualización de Datos

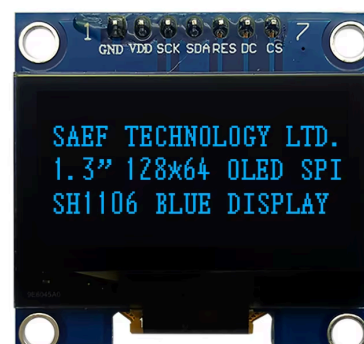
La pantalla OLED de 0.96 pulgadas permite mostrar en tiempo real los valores medidos por todos los sensores del sistema: temperatura, humedad, CO₂, O₂, ruido, etc.

Interfaz: I2C (SDA y SCL)

Resolución: 128x64 píxeles

Color: blanco o azul

Ventaja: bajo consumo, alta visibilidad, ocupa solo 2 pines del Arduino



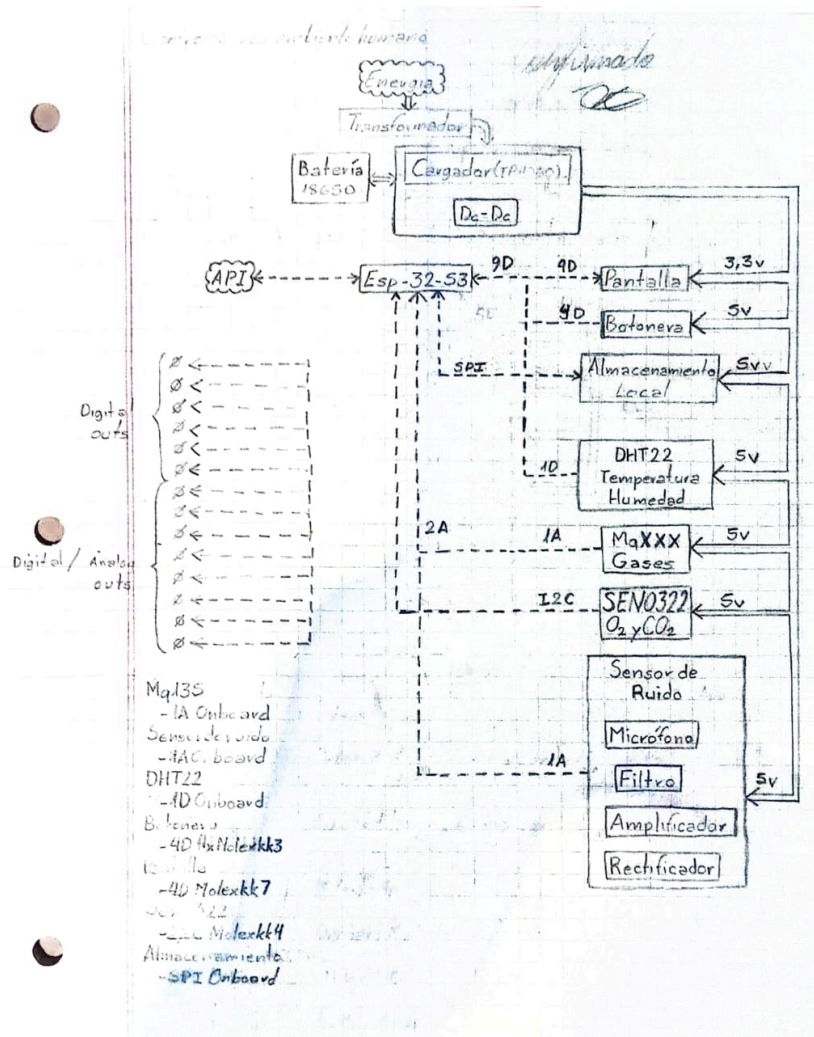
ESP32-S3

Para el procesamiento y conectividad del sistema se utilizará el **ESP32-S3**, una placa de desarrollo avanzada con **WiFi y Bluetooth integrados**, múltiples entradas analógicas y digitales, y gran capacidad de procesamiento. A diferencia del Arduino Uno, el ESP32-S3 permite el desarrollo de **sistemas conectados en red**, visualización remota y registro en la nube.

Ventajas:

- CPU dual-core Xtensa @240 MHz
- Conectividad WiFi y BLE
- 45 pines GPIO (más que Arduino Uno)
- Compatible con sensores I2C, UART, SPI y analógicos
- Memoria Flash y RAM superior para manejar múltiples sensores y pantalla
- Bajo consumo y apto para proyectos IoT

Casos de Uso:



Campo	Contenido
Nombre del caso	Medir variables del ambiente
Actor primario	Dispositivo principal (ESP32-S3 o Arduino Uno)
Descripción	El sistema detecta automáticamente temperatura, humedad, CO ₂ , ruido, oxígeno y otras variables ambientales en tiempo real.
Precondición	Ninguna (el sistema inicia la medición al encenderse)
Curso típico	El sistema toma muestras per

Campo	Contenido
Nombre del caso	Enviar datos al servidor
Actor primario	Dispositivo principal (ESP32-S3)
Descripción	El medidor transmite los datos en tiempo real al servidor central para su almacenamiento y análisis posterior.
Precondición	Medir variables del ambiente

Curso típico	El dispositivo principal recopila los datos de los sensores y los envía vía WiFi o red local al servidor configurado.
Respuesta del sistema	El servidor recibe, guarda y clas

Campo	Contenido
Nombre del caso	Analizar condiciones ambientales
Actor primario	Dispositivo principal, servidor
Descripción	Evaluación de los datos medidos y verificación de si alguna variable ambiental supera los límites definidos como seguros.
Precondición	Medir variables del ambiente / Recibir datos del dispositivo principal
Curso típico	El sistema compara los valores actuales con los umbrales establecidos para cada variable ambiental.
Respuesta del sistema	El sistema determina si el ambiente es adecuado o no y genera un informe o alerta según corresponda.

Campo	Contenido
Nombre del caso	Activar dispositivos externos
Actor primario	Dispositivo principal, servidor
Descripción	Si las condiciones ambientales son desfavorables, el sistema ordena a los actuadores externos (ventiladores, alarmas, extractores, etc.) que se activen automáticamente para mejorar el ambiente.
Precondición	Analizar condiciones ambientales

Curso típico	El sistema detecta que una o más variables están fuera del rango permitido y ejecuta acciones de corrección.
Respuesta del sistema	Activa los dispositivos externos correspondientes y, opcionalmente, registra el evento en el sistema.

Campo	Contenido
Nombre del caso	Configurar umbrales y dispositivos
Actor primario	Usuario administrador
Descripción	El usuario puede definir los valores máximos y mínimos aceptables para cada variable ambiental, y asociar dispositivos externos o acciones específicas que se ejecutarán si se superan dichos umbrales.
Precondición	Decisión del usuario
Curso típico	El administrador accede a la interfaz de configuración, ajusta umbrales por variable y vincula actuadores o alertas.
Respuesta del sistema	El sistema guarda los nuevos parámetros y los aplica al análisis de condiciones ambientales en tiempo real.

Desarrollo de software

Es por esto que el microcontrolador en conjunto con los sensores y las conexiones eléctricas que se usarán para controlar los mecanismos automatizados en el

El prototipo deberá de obtener la información necesaria, procesar y comunicar esa información tanto al usuario como al servidor para que tome las acciones consideradas necesarias .

Para esto desarrollamos componentes de software que nos permitan desarrollar cómoda y eficazmente a la vez que mantenemos la eficiencia y bajo consumo del microcontrolador.

Gracias a estos componentes podemos organizar correctamente la información adquirida por los múltiples sensores y comunicar al servidor para que tome acciones en caso de que haya alguna característica que mejorar.

A su vez el servidor es fácilmente configurable mediante una interfaz intuitiva que permite la conexión con dispositivos externos que mejoren las condiciones de trabajo.

De esta forma y con el uso de ambas partes (dispositivo y servidor) se logra una fácil y eficaz configuración que permite mejorar el ambiente laboral en tiempo record.

Código:

Código del App.ts del backend

```
import config from "../controllers/devices/config.js";  
  
import data from "../controllers/devices/data.js";  
  
import signDevices from "../controllers/devices/sign.js";  
  
import userConfig from "../controllers/users/config.js";  
  
import userData from "../controllers/users/data.js";
```

```
import devices from "./controllers/users/devices.js";

import signUsers from "./controllers/users/sign.js";

import users from "./controllers/users/users.js";

import errorHandler from "./middlewares/errors.js";

import express from "express";


// Creo el servidor de express

const app = express();


try {

    // hago utilizable el body de las peticiones a la api

    app.use(express.json());

    // endpoint de prueba 1

    app.get("/ping", (req, res) => {

        res.send("pong");

    });

    // endpoint de prueba 1

    app.get("/health", (req, res) => {

        res.send("ok");

    });

    // endpoints para los dispositivos

    // endpoint para que los nuevos dispositivos ingresen al sistema
```

```
app.use("/api/devices/sign", signDevices);

// endpoint para que los dispositivos obtengan su configuración

app.use("/api/devices/config", config);

// endpoint para que los dispositivos suban sus datos leídos

app.use("/api/devices/data", data);


// endpoints para los usuarios

// endpoint para que los usuarios obtengan a otros usuarios(boilerplate)

app.use("/api/users/users", users);

// endpoint para que los usuarios obtengan a información sobre los dispositivos

app.use("/api/users/devices", devices);

// endpoint para que los usuarios inicien sesión

app.use("/api/users/sign", signUsers);

// endpoint para que los usuarios obtengan la información de los dispositivos

app.use("/api/users/data", userData);

// endpoint para que los usuarios configuren los dispositivos

app.use("/api/users/config", userConfig);


// manejador de errores

app.use(errorHandler);


} catch (error) {
```

```
// última línea de defensa

console.log(error);

}
```

```
export default app;
```

Código de nuestra librería para la pantalla

```
extern "C"{

    #include "st7789or.h"

    #include <cstring>

}

#include "ILGH16XB.c"

#include "ILGH24XB.c"

#include "ILGH32XB.c"

#include <mutex>

//matenmodio las fuentes

//TODO: es probable que esto no funcione y haya que arreglarlo creando particiones en la
memoria para guardar las fuentes

void InitFontxMem(FontxFile* fx, const uint8_t* data, size_t len);
```

// va a funcionar como un singleton porque de todas maneras si crearas mas de uno todos usarían los mismos pines (y paja)

```
class st 7789{
```

```
public:
```

```
    //el "gh" es por el nombre de la fuente, el número es el tamaño
```

```
    enum fonts{
```

```
        gh16=0,
```

```
        gh24,
```

```
        gh32
```

```
    };
```

```
    st7789(st7789 &other)=delete;
```

```
    void operator=(const st7789 &)=delete;
```

```
    ~st 7789(){} 
```

```
    static st 7789* getInstance();//iniciador para evitar múltiples instancias
```

```
    //renderiza el buffer actual y lo deja vacío
```

```
    void render();
```

```
    //vacía el buffer(lo tapa de negro)
```

```
    void cleanBuffer();
```

```
    void turnBacklight(bool to);
```

```
    void fillScreen(uint16_t color);
```

```

void drawPixel(uint16_t x, uint16_t y, uint16_t color);

//TODO: pensar cómo implementar esto de forma cómoda de usar. por ahora no existe

void drawPixels(uint16_t color);


void drawLine(uint16_t x1, uint16_t y1, uint16_t x2, uint16_t y2, uint16_t color);


void drawRect(uint16_t x1, uint16_t y1, uint16_t x2, uint16_t y2, uint16_t color);
void drawFillRect(uint16_t x1, uint16_t y1, uint16_t x2, uint16_t y2, uint16_t color);

    void drawRectAngle(uint16_t xc, uint16_t yc, uint16_t w, uint16_t h, uint16_t angle,
uint16_t color);

void drawFillSquare(uint16_t x0, uint16_t y0, uint16_t size, uint16_t color);
void drawSquare(uint16_t x0, uint16_t y0, uint16_t size, uint16_t color);


void drawCircle(uint16_t x0, uint16_t y0, uint16_t r, uint16_t color);
void drawFillCircle(uint16_t x0, uint16_t y0, uint16_t r, uint16_t color);


int drawChar(st7789::fonts font, uint16_t x, uint16_t y, uint8_t ascii, uint16_t color);
int drawString(st7789::fonts font, uint16_t x, uint16_t y, uint8_t * ascii, uint16_t color);


protected:

    st7789();


private:

    TFT_t dev;

```

```

static st7789 *singleton;

static std::mutex mutex_;

FontxFile fonts_m[3][2];

};

```

Código del App.tsx del frontend

```

// integración de las librerías gráficas
import './App.css';
import '../node_modules/bootstrap/dist/css/bootstrap.min.css';
import '../node_modules/bootstrap/dist/js/bootstrap.bundle.js';
// componentes de las librerías gráficas
import Navbar from './components/Navbar.js';
import Notification from './components/Notification.js';
import EditPage from './components/pages/Edit.js';
import IndexPage from './components/pages/Index.js';
import InfoPage from './components/pages/Info.js';
import ListDevicesPage from './components/pages/ListDevices.js';
import ProfilePage from './components/pages/Profile.js';
import SignInPage from './components/pages/SignIn.js';
import SignOut from './components/pages/SignOut.js';
import SignUpPage from './components/pages/SignUp.js';
import Stack from 'react-bootstrap/Stack';
// componentes para el manejo de rutas
import { Route, Routes } from 'react-router-dom';

// componente principal
function App() {
  return (
    <Stack gap={2} style={{ minHeight: "100dvh" }}>
      {/* barra de navegación */}
      <Navbar />
      <br style={{ height: "10%" }} />
      {/* notificaciones */}
      <Notification />
      <br style={{ height: "10%" }} />
      {/* rutas */}
      <Routes>
        {/* ruta principal */}
        <Route path="/" element={<IndexPage />} />
        {/* ruta para iniciar sesión */}

```



```

    <Route path="/signIn" element={<SignInPage />} />
    { /* ruta para crear cuenta */ }
    <Route path="/signUp" element={<SignUpPage />} />
    { /* ruta para cerrar sesión */ }
    <Route path="/signOut" element={<SignOut />} />
    { /* ruta para ver información del usuario */ }
    <Route path="/profile" element={<ProfilePage />} />
    { /* ruta para ver los dispositivos disponibles */ }
    <Route path="/listDevices" element={<ListDevicesPage />} />
    { /* ruta para ver los datos enviados por un dispositivo */ }
    <Route path="/info/:device" element={<InfoPage />} />
    { /* ruta para editar la configuración de los dispositivos */ }
    <Route path="/edit/:device" element={<EditPage />} />
  </Routes>
</Stack >
);
}

export default App;

```

Código de la librería http para el esp-32

```

// http.hpp
#pragma once

// librería nativa del esp
#include "esp_http_client.h"
#include <string>
#include <map>

// objeto principal
class HttpClient {
public:
    // verbos del protocolo http
    enum class Method { GET, POST, PUT, DELETE };
    // constructor
    HttpClient(const std::string& url);
    // destructor
    ~HttpClient();

    // Configuración
    void set_method(Method method);
    void set_header(const std::string& key, const std::string& value);
    void set_body(const std::string& body);

```

```

// Ejecuta la petición y devuelve respuesta en formato string
// Lanza excepción o retorna código de error < 0 si falla
int perform(std::string& out_response);

private:
    // obligatorio
    esp_http_client_handle_t client_;
    esp_http_client_config_t config_;

    std::map<std::string, std::string> headers_;
    std::string body_;

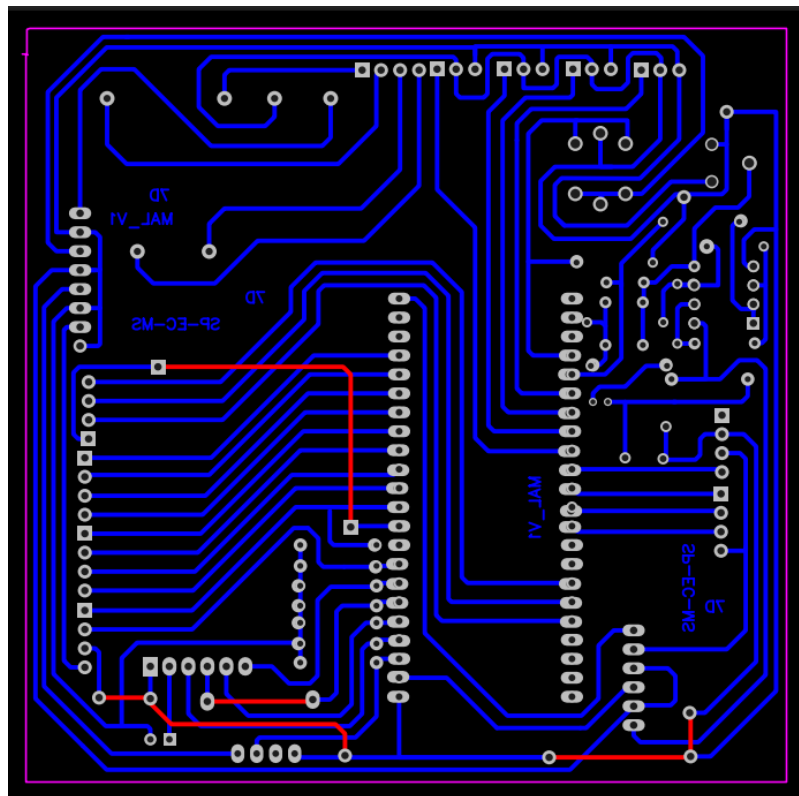
    // Convierte Method a constante ESP-IDF
    static esp_http_client_method_t to_esp_method(Method m);
};

```

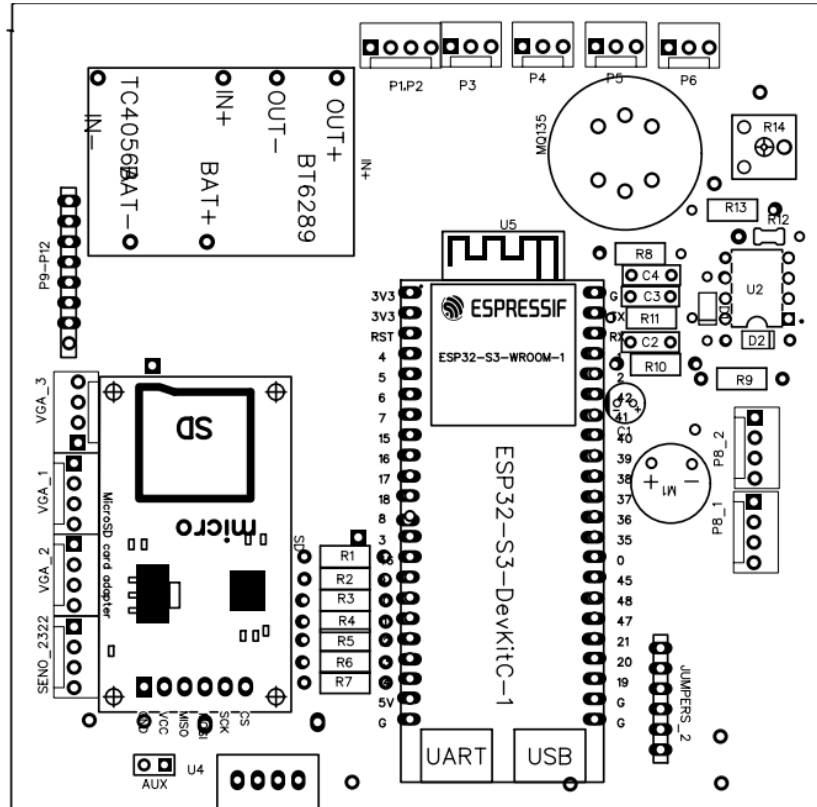
Desarrollo hardware

Diseñamos una placa en la cual se encuentra el microcontrolador ESP32-S3, con sus respectivas conexiones para ser programado; sus salidas para la pantalla, táctiles y sus entradas para el ingreso de datos de los sensores. De esta forma logramos optimizar el espacio, una buena estética del prototipo, y una mejor forma de montar la pantalla para la visibilidad del usuario.

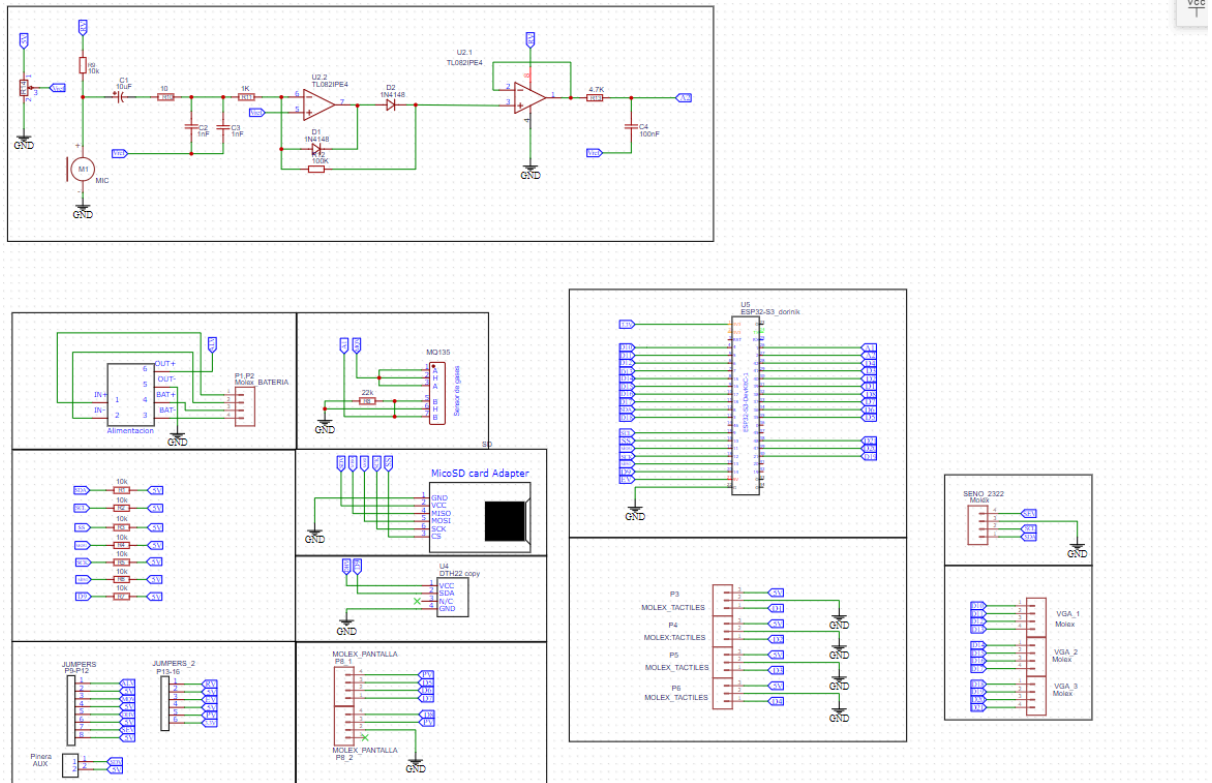
Capa superior



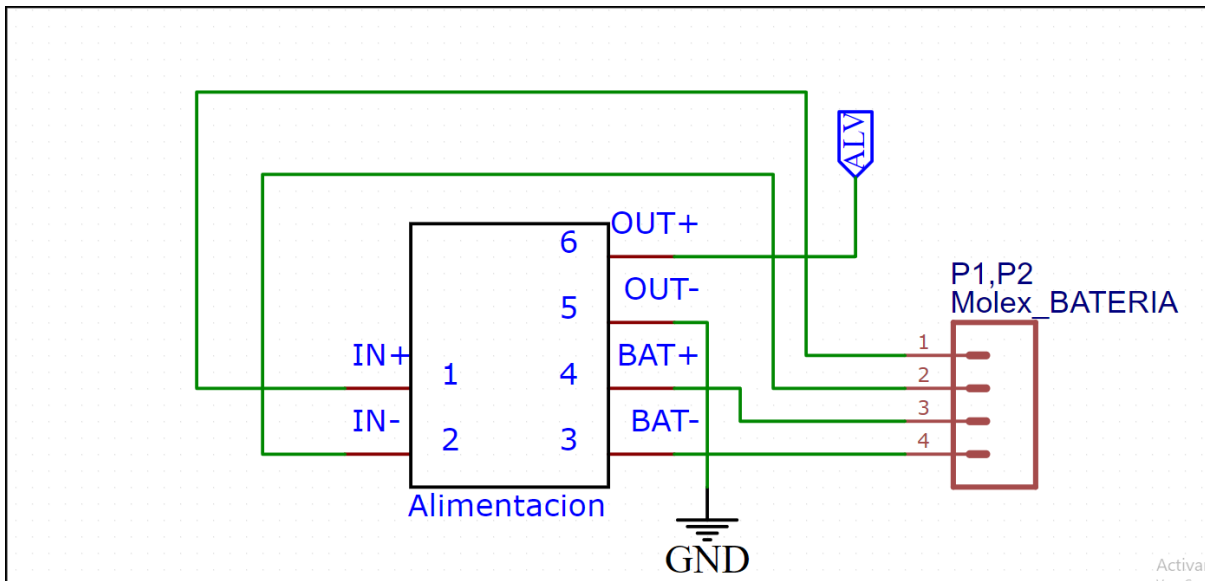
Capa inferior



Análisis el circuito

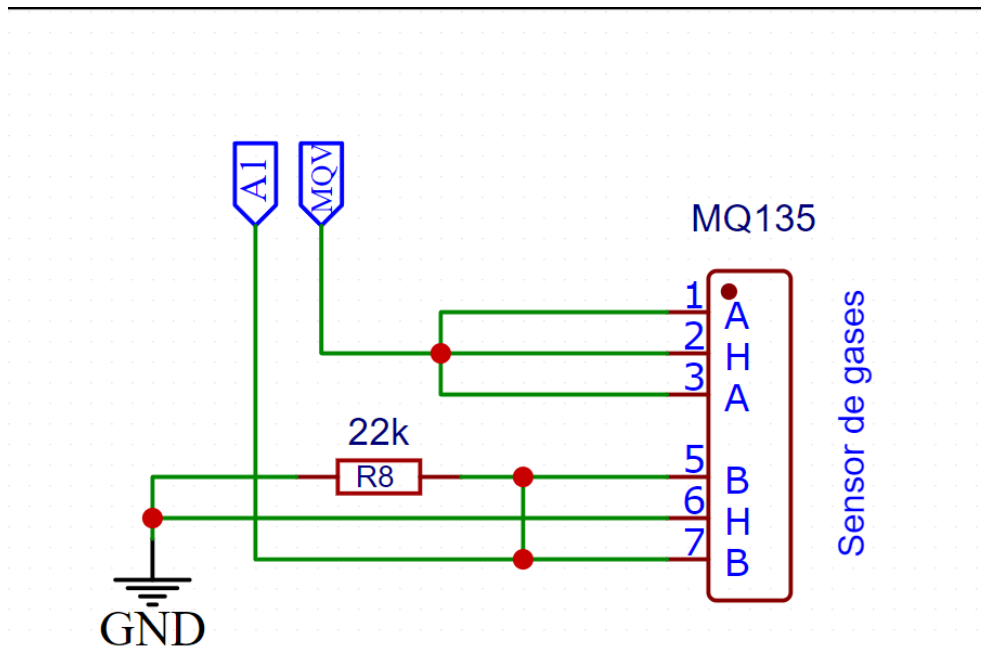


Fuente



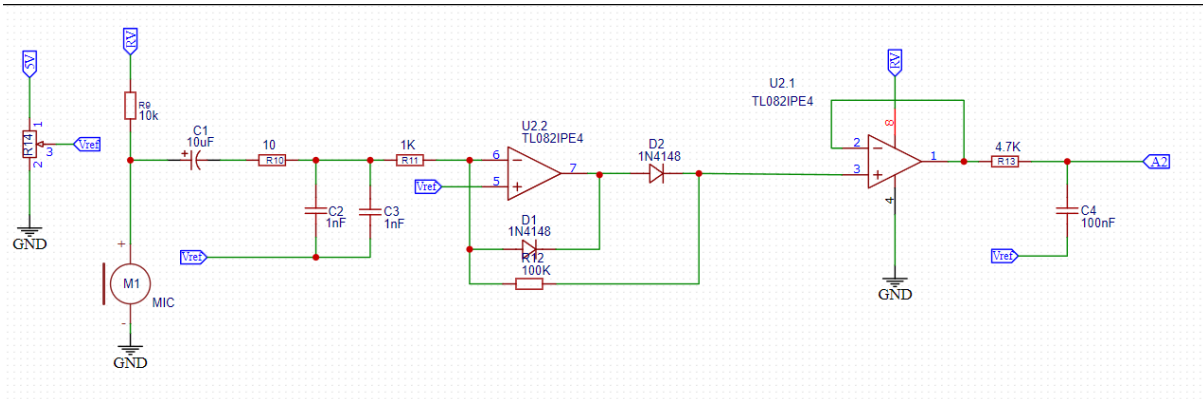
La fuente es la primera etapa del circuito que cuenta con dos alimentaciones una por usb desde el mismo PCB y otra por una batería que van a los cables molex indicados como P1 y P2.

Sensor de gas



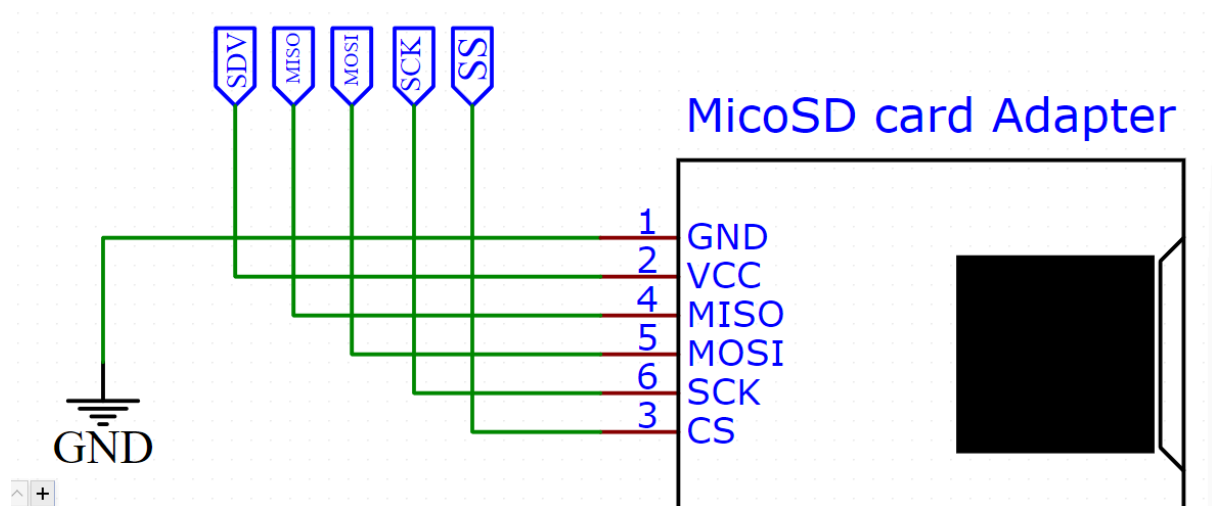
Esta etapa se encarga de absorber los gases nocivos en el medio ambiente y enviarlos al microcontrolador.

Sensor de ruido



Este circuito fue hecho en base a amplificadores operacionales para convertir el ruido del ambiente en señal eléctrica enviado los datos recibidos al ESP-S3

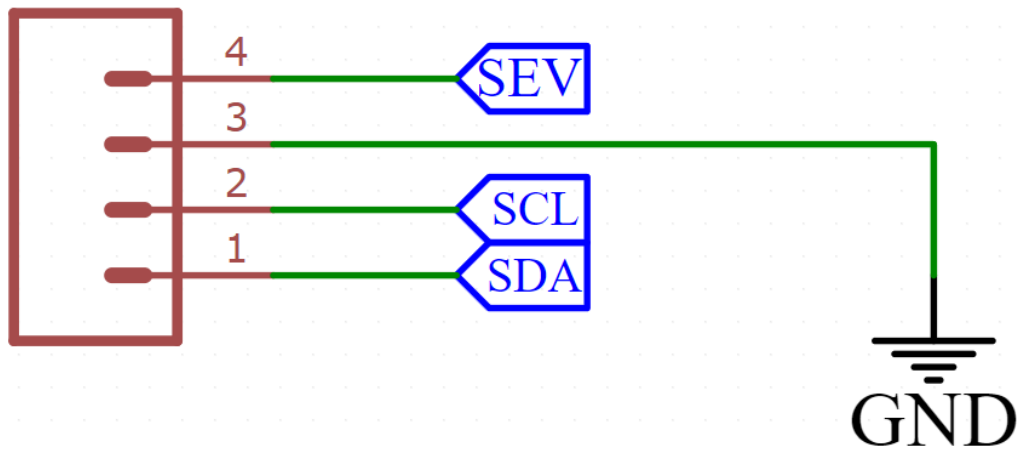
Micro SD



Guarda la lectura de los sensores aunque no esté alimentado el circuito y se los va mandando al microcontrolador y al servidor.

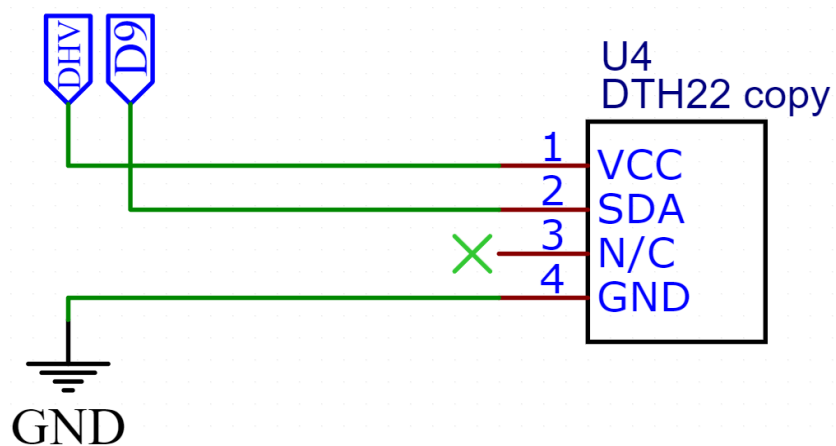
Sensor oxígeno

SENO_2322
Molēx



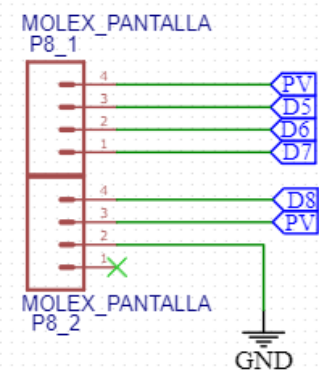
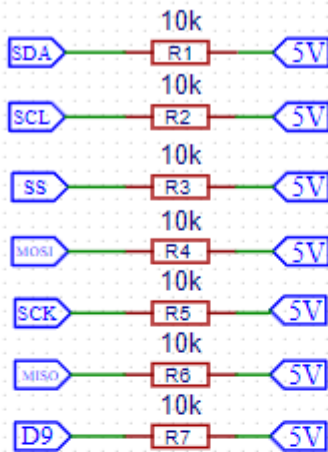
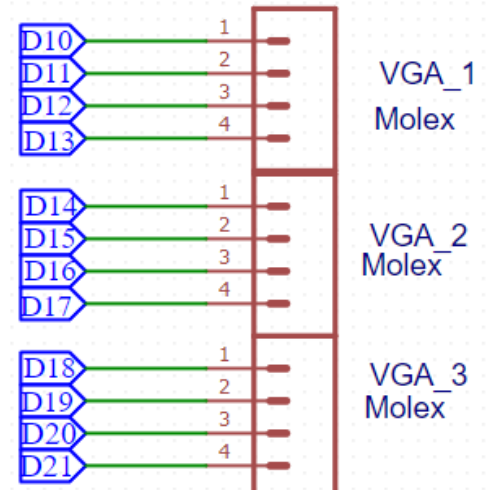
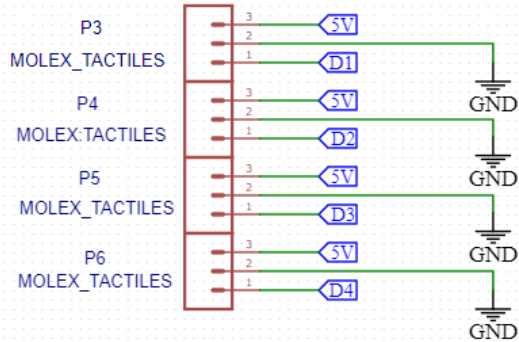
Censar los niveles de oxígeno en el aire y los envía al microcontrolador para ser evaluados.

Sensor temperatura

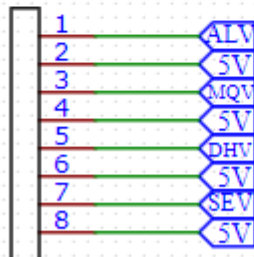


Censa los niveles de temperatura y humedad del ambiente, para ver si están dentro de los parámetros permitidos.

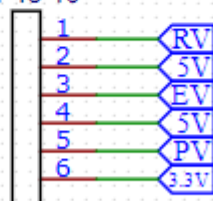
Auxiliares



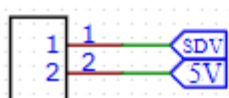
JUMPERS
P9-P12



JUMPERS_2
P13-16



Pinera
AUX



Son la parte del circuito auxiliar donde se conectan las partes que interaccionan con el usuario en el gabinete de forma permanente y la alimentación de los distintos sensores.

Estadísticas de viabilidad

Viabilidad operativa: la función del sistema es que mediante el uso de un dispositivo de acción pasiva se pueda mejorar la calidad del ambiente de trabajo, mejorando a su vez la eficiencia de los trabajadores. El sistema posee una gran utilidad tanto para el empleado como para el empleador. A la vez posee una gran facilidad a la hora de interactuar con el sistema o configurarlo gracias a la amigable interfaz gráfica del servidor y a la naturaleza Plug and Play del dispositivo.

Viabilidad técnica: El sistema desarrollado es automático, lo que quiere decir que el usuario no tiene que interactuar activamente con el software o el hardware. Este tampoco requiere de ningún tipo de conocimiento técnico previo. Lo único que el usuario deberá atender es el mantenimiento de los dispositivos de control externos y a las alertas proveídas por el sistema en caso de una condición no mejorable por los sistemas externos. Todo esto reduce la interacción del usuario a prácticamente ninguna luego de instalar el sistema quitándole a este problemas de encima.

Viabilidad económica: debido a la calidad de los sensores utilizados y el enfoque empresarial

La accesibilidad a los componentes es completamente viable, no hubo ningún factor que interrumpa su adquisición.

Viabilidad legal: En la inversión, desarrollo, producción y utilización del sistema no existe ningún aspecto ilegal.

Elementos	COSTOS
MQ 135	\$4.053
SEN02322	\$131.025,27
Micro SD	\$2.823
ESP32-S3	\$19.025
DTH22	\$5.443,69
OTROS	\$58.230
COSTO TOTAL:	220.559,96

Gantt

Desde el 20/3/2025 hasta el 2/7/2025, haciendo un total de 106 días o 848 horas totales.

Id	Code	Tareas	Dependencias
1	A	Elección de temática	Ø
2	B	Confección de la encuesta	A
3	C	Publicación de la encuesta	B
4	D	Análisis de los resultados de la encuesta	C
5	E	Detección de una necesidad	D
6	F	Investigación de la necesidad	E
7	G	Lluvia de ideas, soluciones tecnológicas	F
8	H	Elección de proyecto	G
9	I	Investigación del mercado	H
10	J	Diagramación sistematica de la solución	H
11	K	Especificación de cada bloque	I;J
12	L	Elección y compra de componentes	K
13	M	Elección de softwares	K
14	N	Elección de conexiones	L;M
15	O	Prueba de los componentes compuestos	L
16	P	Confección del esquemático	N
17	Q	Confección del diseño pcb	P
18	R	Configuración del Entorno de software, git y github	M
19	S	Diagramación del código	M
20	T	Confección del código	R;S
21	U	Confección del pcb	Q
22	V	Soldado del pcb	O;U
23	W	prueba del pcb	V
24	X	prueba del código	T
25	Y	prueba integral	W;X
26	Z	Diseño del Gabinete	Y
27	AA	Confección del Gabinete	Z
28	AB	Armado final	AA
29	AC	prueba final	AB

Marzo														Abril																									
	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
A																																							
B																																							
C																																							
D																																							
E																																							
F																																							
G																																							
H																																							
I																																							
J																																							
K																																							
L																																							
M																																							
N																																							
O																																							
P																																							
Q																																							
R																																							
S																																							
T																																							
U																																							
V																																							
W																																							
X																																							
Y																																							
Z																																							
AA																																							
AB																																							
AC																																							

Resultados obtenidos

El presente prototipo corresponde a un sistema de monitoreo ambiental orientado a entornos laborales, cuyo propósito es medir, registrar y analizar en tiempo real diversas variables ambientales que impactan directamente en la salud y el bienestar humano. Actualmente, el sistema se encuentra en una fase alfa, pero ya cuenta con la implementación funcional de sus principales componentes.

El dispositivo integra sensores específicos para la medición de temperatura y humedad relativa (DHT22), concentración de gases contaminantes y compuestos orgánicos volátiles (MQ135), niveles de oxígeno y dióxido de carbono (SEN02322), y un sistema personalizado para la captación de niveles de presión sonora (ruido ambiental). Los datos obtenidos por estos sensores se procesan localmente y se transmiten automáticamente a un servidor centralizado mediante conexión Wi-Fi, utilizando una API basada en el protocolo HTTP.

El servidor expone una interfaz web desde la cual es posible:

- Visualizar los dispositivos registrados,

- Acceder a los registros históricos y en tiempo real de las variables ambientales,

- Configurar parámetros operativos de los dispositivos,

- Establecer umbrales de actuación para cada variable.

El sistema también incorpora salidas digitales y analógicas (PWM) programables, las cuales pueden ser utilizadas para accionar dispositivos externos o emitir alertas automáticas ante la detección de condiciones fuera de los rangos establecidos.

El diseño modular y compacto del dispositivo permite su instalación en diversos tipos de entornos laborales, constituyéndose como una herramienta útil para la evaluación continua de la calidad ambiental y la toma de decisiones basadas en datos objetivos.

Como todavía el proyecto está en desarrollo no hay resultados por ende no hay discusión de los mismos solo podemos hacer estimaciones de cómo se va a comportar el proyecto a futuro según las encuestas realizadas previamente.

Conclusiones

El prototipo de **Medidor de Ambiente Laboral Automatizado** demuestra que es posible sustituir al ser humano en tareas de vigilancia continua y respuesta rápida frente a condiciones ambientales desfavorables. El sistema mide de forma autónoma temperatura, humedad, concentración de CO₂, oxígeno y nivel de ruido, y activa dispositivos externos (ventilación, alarmas sonoras o visuales) cuando los valores superan los umbrales definidos, eliminando la necesidad de supervisión manual constante.

La automatización de estos procesos no solo ahorra tiempo y reduce la carga de trabajo de los responsables de seguridad e higiene, sino que también aporta un **beneficio inmediato a los trabajadores**, al garantizar condiciones óptimas de confort y salud que se reflejan en una mayor productividad y menor ausentismo. Asimismo, la recopilación continua de datos habilita la generación de informes estadísticos que ayudan a identificar tendencias, justificar inversiones en infraestructura y cumplir con normativas de salud ocupacional.

No obstante, el prototipo presenta áreas de mejora tanto lógicas como físicas. En la parte lógica, la incorporación de algoritmos de aprendizaje automático permitiría predecir condiciones de riesgo antes de que ocurran. En el diseño físico, se podrían desarrollar carcasas a medida más robustas y ergonómicas, y explorar componentes modulares que faciliten el mantenimiento y la expansión del sistema a edificios más grandes o con distribución compleja.

Con MAL resolvemos la incógnita planteada en el libro de campo, llegando a una solución de fácil acceso, compacto y escalable para las empresas que se preocupan por la salud de sus trabajadores y las enfermedades futuras que estos pueden tener.

Bibliografía

1. ASHRAE – Revisiting the 1000 ppm CO₂ Limits

EAS Engineering Services, Inc. (2022). Revisiting the 1000 ppm CO₂ limits.

Recuperado de

https://www.eas-eng.biz/wp-content/uploads/2022/05/ASHRAE-June2022_Revisiting-the-1000-ppm-CO2-Limits.pdf

2. NEBB – Using Testing, Adjusting, and Balancing (TAB) to Achieve Occupant Comfort

NEBB. (s.f.). Using testing, adjusting and balancing (TAB) to achieve occupant comfort. Recuperado de

<https://www.nebb.org/blog/using-testing-adjusting-and-balancing-tab-to-achieve-occupant-comfort>

3. Zenbooth – Acceptable Noise Levels in the Workplace for Productivity

Zenbooth. (s.f.). Acceptable noise levels in the workplace for productivity.

Recuperado de

<https://zenbooth.net/blogs/news/acceptable-noise-levels-in-the-workplace-for-productivity>

Patentes:

1. **Sistema inteligente de monitoreo, control, y alerta de la calidad de aire**
World Intellectual Property Organization. (2020). WO2020075189A1: Sistema inteligente de monitoreo, control, y alerta de la calidad de aire [Patente]. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/WO2020075189A1/en>
2. **Dispositivo de monitoreo ambiental**
United States Patent and Trademark Office. (2006). US7148796B2: Dispositivo de monitoreo ambiental [Patente]. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US7148796B2/en>
3. **Indoor air quality and occupant monitoring systems and methods**
United States Patent and Trademark Office. (2021). US20210116144A1: Indoor air quality and occupant monitoring systems and methods [Patente]. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US20210116144A1/en>
4. **Sistema de monitoreo de la calidad del aire en red**
United States Patent and Trademark Office. (2015). US20150052975A1: Sistema de monitoreo de la calidad del aire en red [Patente]. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US20150052975A1/es>

Agradecimientos

Pablo Laquinta – Instituto Tecnológico San Bonifacio

Diego López – Instituto Tecnológico San Bonifacio

Romeo Francisco – Instituto Tecnológico San Bonifacio

También agradecemos al equipo directivo y a la comisión evaluadora por la oportunidad de participar en esta feria.