



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA OPORTUNA PARA CO EN UN
AUTOMÓVIL CON TÉCNICAS DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL
BLOQUEO DEL MOTOR EN UN VEHÍCULO.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: EDWIN STEPHANO QUELAL TORRES
CÉSAR AARÓN PAREDES LÓPEZ**

TUTOR: CARLOS ALBERTO CARRANCO QUIÑÓNEZ

Quito - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Edwin Stephano Quelal Torres con documento de identificación N° 1753777331 y César Aarón Paredes López con documento de identificación N° 1750933192, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Edwin Stephano Quelal Torres
1753777331



César Aarón Paredes López
1750933192

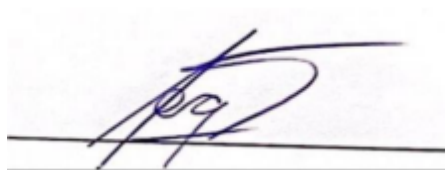
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Edwin Stephano Quelal Torres con documento de identificación No. 1753777331 y César Aarón Paredes López con documento de identificación No. 1750933192, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño de un sistema de alerta oportuna para CO en un automóvil con técnicas de monitoreo y control para el bloqueo del motor en un vehículo.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 20 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Edwin Stephano Quelal Torres
1753777331



César Aarón Paredes López
1750933192

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Alberto Carranco Quiñónez con documento de identificación N° 1713629564, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA OPORTUNA PARA CO EN UN AUTOMÓVIL CON TÉCNICAS DE MONITOREO Y CONTROL PARA EL BLOQUEO DEL MOTOR EN UN VEHÍCULO, realizado por Edwin Stephano Quelal Torres con documento de identificación N° 1753777331 y por César Aarón Paredes López con documento de identificación N° 1750933192, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Ing. Carlos Alberto Carranco Quiñónez, MsC
171329564

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres, que con su incansable esfuerzo me han apoyado en cada paso para llegar a ser un profesional, a mis hermanas que han sido un gran ejemplo de perseverancia y dedicación, a mi abuelita Glorita que pese a ya no estar a mi lado tengo siempre presente sus enseñanzas y mantengo en mi mente su recuerdo para seguir adelante, a mi pequeño y fiel amigo que me ha acompañado en las buenas y en las malas.

A mis estimados maestros que con paciencia y esmero han transmitido sus conocimientos para mi construcción profesional, a mis familiares y amigos cercanos que han confiado en mi para terminar esta nueva etapa de mi vida.

Edwin Stephano Quelal Torres

Dedico este presente proyecto primeramente a Dios, a mi abuelita que está en el cielo, a mis motores de vida que son mis padres, a mi mano derecha que es mi hermano, a mi niño que es mi sobrino, algunos familiares, a los que considero amigos y a los Ingenieros que estuvieron permanentemente desde el primer día en mi instrucción educativa; han estado siempre presente en mi formación académica con sus consejos, confianza, apoyo sentimental y moral, enseñándome el significado de las palabras Luchar, Esperanza, Fe, Constancia, Perseverancia y Sacrificio.

César Aarón Paredes López.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por enseñarme a ser buena persona, por educarme en valores y enseñarme el valor del trabajo; a mi padre por transmitirme sus conocimientos para así encontrar mi vocación, por enseñarme el valor de la responsabilidad, como ser un gran trabajador y una gran persona; a mis hermanas, que ya sea con una palabra de aliento o una acción siempre velan por mi bienestar para así conseguir este nuevo objetivo en mi vida.

Agradezco a mis familiares y amigos cercanos por estar a mi lado en momentos difíciles, respaldándome siempre en mis decisiones.

A mis compañeros del grupo NIGHTBIKERS que más que un grupo han demostrado ser como una segunda familia para mí, ayudando a mi crecimiento personal.

A mi tutor el Ing. Carlos Alberto Carranco Quiñonez Msc. Le agradezco por transmitirme sus conocimientos con mucha paciencia y así poder lograr este presente proyecto.

A la Universidad Politécnica Salesiana y en especial a la Carrera de Ingeniería Automotriz por brindarnos el conocimiento y las instalaciones para que hoy pueda lograr mi objetivo.

Edwin Stephano Quelal Torres.

Agradezco a Dios por darme la vida, la oportunidad de seguir adelante y de cumplir uno de mis objetivos propuestos, agradezco a mis padres, a mi hermano y a mi sobrino por el amor incondicional, el apoyo, por jamás abandonarme y la enseñanza perdurablemente en mi desarrollo personal, algunos familiares y a mis amigos que considero, les agradezco por su confianza, ayuda y amistad sincera.

Agradezco a todos los Ingenieros de la Universidad Politécnica Salesiana, pero en especial a los Ingenieros de la Carrera de Ingeniería Automotriz docentes, laboratoristas, tutores y directores que moraron en mi preparación académica desde el primer día por sus ilustraciones y sus adiestramientos para mi vida profesional.

A mi tutor, el Ing. Carlos Alberto Carranco Quiñonez Msc. le agradezco por su preparación, formación, sabiduría y contribución en el presente proyecto.

Inmensa gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana y a la Carrera de Ingeniería Automotriz por abrirme las puertas y permitir formarme profesionalmente.

Gracias por todo y que mi Dios los bendiga hoy mañana y siempre.

César Aarón Paredes López.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA	2
Delimitación del Problema	3
Objetivo General	4
Objetivo Especifico	4
Marco Teórica	4
Motor de combustión interna	4
Principios de funcionamiento de los sistemas de combustión	5
Microcontroladores	7
CAPÍTULO 1	8
ANÁLISIS SITUACIONAL	8
1.1 Motor a combustión	8
1.1.1 Motor de 4 tiempos ciclo real	8
1.1.2 Reacción de combustión	9
1.1.3 Monóxido de carbono	9
1.1.4 Monóxido de carbono, acceso al cubículo	10
1.1.5 Niveles de acumulación de CO	10
1.1.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204	11
1.1.7 Norma ISO/TS 16949	12
1.1.8 Monóxido de Carbono y la salud	13
1.1.9 Emisión de gases	14
CAPÍTULO 2	15

ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE HARDWARE Y SOFTWARE NECESARIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA	15
2.1 Hardware	15
2.1.1 Microcontrolador ESP-32 WIFI	15
2.1.2 Sensor de CO (MQ-7)	16
2.1.3 Relé	17
2.1.4 Pantalla LCD	18
2.1.5 Tiras de diodos LED	19
2.1.6 Bus de datos	21
2.1.7 Placa PCB soldable	22
2.2 Software	23
2.2.1 Software programador de Arduino para ESP-32	24
2.2.2 Servicio de comunicación TWILIO	26
2.3 Vehículo de Prueba	27
CAPÍTULO 3	28
DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA	28
3.1 Diseño y ensamblaje del módulo detector de CO	28
3.1.1 Instalación de los sensores	29
3.1.2 Instalación del relé	30
3.1.3 Instalación de la LCD	31
3.1.4 Instalación de las tiras de diodos LED	31
3.2 Programación y condiciones de funcionamiento	32
3.2.1 Conexión a WIFI	32
3.2.2 Condición excelente	32

3.2.3 Condición Bueno	33
3.2.4 Condición Peligroso	34
CAPITULO 4	37
DESARROLLO DE PRUEBAS Y ANALISIS DEL SISTEMA	37
4.1 Montaje del sistema en el vehículo	37
4.1.1 Ubicación de sensores	37
4.1.2 Alimentación de energía al sistema	38
4.1.3 Conexión de relé para el bloqueo del motor	39
4.2 Funcionamiento del sistema	40
4.2.1 Primera etapa de funcionamiento	40
4.2.2 Segunda etapa de funcionamiento	42
4.2.3 Tercera etapa de funcionamiento	43
4.3 Costo del prototipo	44
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
ANEXOS	50
Anexo 1: Ficha técnica vehicular Grand Vitara SZ 2.0L	50
Anexo 1.2: Vehículo manipulado para la correspondiente conexión	51
Anexo 1.3: Habitáculo del vehículo	51
Anexo 4.1: conexión WI-FI de esp-32.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Sistema de admisión.	9
Figura 2.1: ESP-32.	16
Figura 2.2: Sensor CO MQ-7.	17
Figura 2.3: Relé.	18
Figura 2.4: Pantalla LCD.	19
Figura 2.5: Led.	20
Figura 2.6: Bus de datos.	22
Figura 2.7: Placa PCB.	23
Figura 2.8: Arduino con ESP-32.	26
Figura 2.9: Twilio.	27
Figura 2.10: Suzuki Grand vitara SZ.	27
Figura 3.1: Esquema del sistema.	28
Figura 3.2: Sistema montado en una placa.	29
Figura 3.3: Esquema de conexión en ESP-32.	29
Figura 3.4: Asignación de pines.	30
Figura 3.5: Esquema del relé.	31
Figura 3.6: LCD.	31
Figura 3.7: LEDS.	32
Figura 3.8: Conexión a WIFI.	32
Figura 3.9: Primera Condición.	33
Figura 3.10: Segunda Condición.	33
Figura 3.11: Tercera Condición.	34
Figura 3.12: Credenciales TWILIO.	35

Figura 3.13: Acceso a la URL.	35
Figura 3.14: Mensaje.	36
Figura 4.1: Ubicación del dispositivo.	37
Figura 4.2: Ubicación de sensor.	38
Figura 4.3: Ubicación del sensr 2.	38
Figura 4.4: Alimentacion de energía.	39
Figura 4.5: Ubicaion del relé.	40
Figura 4.6: Puertos del relé.	40
Figura 4.7: Simulacion en el vehículo.	41
Figura 4.8: Primera etapa.	42
Figura 4.9: Segunda etapa.	42
Figura 4.10: Tercera etapa.	43
Figura 4.11: Motor apagado por el corte de combustible.	43
Figura 4.12: Mensaje de alerta.	44
Figura 4.13: Tiempo estimulado que el CO se disipe.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina.	12
Tabla 2.1: Reacción de las PPM en el voltaje de un sensor MQ – 7.....	34
Tabla 3.1: Detalles de costo del Prototipo.	45

RESUMEN

En este estudio, se presenta el diseño y desarrollo de un sistema avanzado de alerta y control para la detección oportuna de niveles peligrosos de monóxido de carbono (CO) en el interior del vehículo. El monóxido de carbono es un gas tóxico incoloro e inodoro que puede representar riesgos significativos para la salud humana, especialmente en entornos cerrados como el habitáculo de un automóvil.

El sistema propuesto se pone a prueba en el habitáculo de un vehículo marca Suzuki modelo Grand vitara sz motor 2.0, se utiliza sensores de CO altamente sensibles estratégicamente ubicados en el vehículo con motor a combustión interna para monitorear continuamente la concentración de este gas. En caso de detectar niveles críticos de CO, el sistema activa una alerta inmediata para notificar al conductor ya los ocupantes del peligro potencial. La alerta se realiza a través de señales visuales y sonoras claramente distinguibles para garantizar una respuesta rápida y eficaz. Este sistema va más allá de las simples alertas y presenta un mecanismo de control adicional para abordar la emergencia. Se implementa una función de bloqueo del motor que se activa automáticamente cuando se alcanzan niveles críticos de CO. Este bloqueo del motor tiene como objetivo prevenir la continuación del funcionamiento del vehículo en condiciones peligrosas, reduciendo así el riesgo de exposición prolongada al gas tóxico.

El diseño del sistema se basa en tecnologías avanzadas de monitoreo, control y comunicación, asegurando una respuesta eficiente y precisa ante situaciones de emergencia. Además, se ha considerado la integración de este sistema con la infraestructura de los vehículos modernos, permitiendo actualizaciones remotas y facilitando su adopción en la industria automotriz. Esta medida no solo protege a los ocupantes al interrumpir la exposición al gas tóxico, sino que también se integra con sistemas de comunicación remota para informar a servicios de emergencia y contactos designados. En conjunto, este diseño busca mejorar la seguridad vehicular al proporcionar una respuesta oportuna y efectiva ante la amenaza de CO.

Palabras Claves: Motor de combustión, emisiones de monóxido de carbono, bloqueo del motor.

ABSTRACT

In this study, the design and development of an advanced warning and control system for the timely detection of dangerous levels of carbon monoxide (CO) inside the vehicle is presented. Carbon monoxide is a colorless, odorless toxic gas that can pose significant risks to human health, especially in closed environments such as the cabin of a car.

The proposed system is tested in the cabin of a Suzuki brand vehicle model Grand vitara sz engine 2.0, highly sensitive CO sensors strategically located in the vehicle with an internal combustion engine are used to continuously monitor the concentration of this gas. If critical levels of CO are detected, the system activates an immediate alert to notify the driver and occupants of the potential danger. The alert is carried out through clearly distinguishable visual and sound signals to guarantee a quick and effective response. This system goes beyond simple alerts and presents an additional control mechanism to address the emergency. An engine lockout function is implemented that activates automatically when critical CO levels are reached. This engine lock is intended to prevent continued operation of the vehicle in hazardous conditions, thereby reducing the risk of prolonged exposure to toxic gas.

The system design is based on advanced monitoring, control and communication technologies, ensuring an efficient and accurate response to emergencies. In addition, the integration of this system with the infrastructure of modern vehicles has been considered, allowing remote updates and facilitating its adoption in the automotive industry. This measure not only protects occupants by interrupting exposure to toxic gas, but also integrates with remote communication systems to inform emergency services and designated contacts. Altogether, this design seeks to improve vehicle safety by providing a timely and effective response to the CO threat.

Keywords: Combustion engine, carbon monoxide emissions, engine blocking.

INTRODUCCIÓN

En este estudio, se presenta el diseño y desarrollo de un sistema avanzado de alerta y control para la detección oportuna de niveles peligrosos de monóxido de carbono (CO) en el interior del vehículo. El monóxido de carbono es un gas tóxico incoloro e inodoro que puede representar riesgos significativos para la salud humana, especialmente en entornos cerrados como el habitáculo de un automóvil.

Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se ha estructurado en cuatro capítulos distintos.

En el Capítulo 1, se describe el problema, su relevancia, afectaciones a la salud por inhalar CO.

El Capítulo 2, se desarrolla el marco metodológico, describiendo a detalle las herramientas de programación y el hardware necesario para la concepción del prototipo de detección de CO.

El Capítulo 3, refiere al diseño y desarrollo de un sistema avanzado de alerta y control para la detección oportuna de niveles peligrosos de monóxido de carbono (CO), utilizando un microcontrolador ESP-32, sensores MQ-7 en el habitáculo de un vehículo marca Suzuki modelo Grand vitara sz motor 2.0.

En el Capítulo 4, desarrollo de pruebas y análisis del sistema. A las pruebas, se las analizara y se afinara el sistema para su funcionamiento optimo cuando los niveles de CO vayan incrementándose y cuando este llegue a su límite establecido, pueda apagar el motor de combustión interna.

Para finalizar, se manifiesta las conclusiones que describen los logros obtenidos y recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.

PROBLEMA

En un vehículo a combustión interna se emiten gases nocivos para la salud y contaminantes para el medio ambiente, porque en un vehículo el habitáculo no es hermético, se tienen los precedentes de usuarios con enfermedades y, en el peor de los casos, se pierde la vida por intoxicación por monóxido de carbono (CO).

El monóxido de carbono es por un gas incoloro, indetectable que al cambiar es menos espeso que el aire, pero contaminante y de alto peligro para los seres humanos, al moverse hacia espacios peligrosas en el interior cuando el combustible no se ventila esto puede ocasionar muerte en minuto o menos en unos de los países con más poblados como en Estados Unidos muestran que más de 500 personas mueren cada año.

El CO puede causar cansancio en los seres humanos, problemas en personas con enfermedades cardíacas, provocando que la visión se debilite causando dolores cerebrales, desorden mental, enfermedades y ocasiona efectos secundarios como la de la influenza. (Risavi, Brian L.2013)

En la mayoría de los casos en los que se ha podido evidenciar una inhalación accidental de (CO), que es el gas más perjudicial para la salud del ser humano resultante de la combustión de motores a gasolina, se producen debido a varios escenarios, uno de ellos por fallas en el sistema de escape o del sistema de climatización y específicamente cuando el auto está detenido y/o se encuentra en espacios cerrados como cocheras o en su defecto cuando el habitáculo no tiene una ventilación adecuada y se somete a una exposición prolongada. (Yang, s.f).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2022 se registraron 165 muertes por intoxicación por monóxido de carbono en Ecuador, de las cuales 140 fueron en vehículos. (INEC. Ecuador, 2022.)

Delimitación del problema. –

Se sabe que el monóxido de carbono CO inhalado en cantidades peligrosas provoca al inicio ligeros dolores de cabeza y falta de aliento, ya con su exposición prolongada puede provocar cefaleas intensas, vértigo, fatiga, náuseas, desorientación, irritabilidad y dificultad para concentrarse, así como pérdida de memoria y coordinación. (Monóxido de carbono | US EPA, 2023)

Algunas personas tienen la costumbre perjudicial de descansar dentro de sus vehículos mientras el motor está en marcha, como resultado de esto varios gases nocivos se producen de la combustión que produce el motor, en muchas ocasiones los vehículos tienen fallas en su sistema de escape y esto produce que estos ingresen en el habitáculo. Cuando una persona los aspira, estos se combinan con la hemoglobina de la sangre, la cual transporta el oxígeno por todo el organismo, y esta situación puede llegar a ser mortal, como ha ocurrido en varias ocasiones.

En el país, se tiene un alto índice de muertes por esta causa, principalmente en servidores policiales y personas que realizan mantenimientos de vehículos en lugares poco ventilados. Un ejemplo de esto es el trágico incidente ocurrido en Carcelén, un vecindario residencial de la ciudad de Quito, donde dos agentes de la Policía Nacional del Ecuador fueron encontrados sin vida dentro de una patrulla. Las autoridades confirmaron que su fallecimiento se debió a la inhalación de monóxido de carbono (CO) en el vehículo, que estaba encendido pero detenido. (El Comercio, 2019)

La mejor alternativa de solución sería implementar un sistema avanzado de alerta y control para la detección oportuna de niveles peligrosos de monóxido de carbono (CO) en el interior del vehículo.

Objetivo General.

Diseñar un sistema de alerta oportuna para CO en un automóvil con técnicas de monitoreo y control usando un microcontrolador, sensores y actuadores para el bloqueo del motor en un vehículo.

Objetivos Específicos.

- Investigar los niveles máximos de (CO) a los que el ser humano puede estar sometido.
- Estudiar las características del habitáculo del vehículo para determinar las principales zonas de concentración de (CO).
- Desarrollar un sistema de monitoreo para el análisis de (CO) utilizando un microcontrolador con sensores en las principales zonas de concentración, que permitan detectar niveles de (CO), cuando el nivel esté próximo a llegar al límite, emitir una alarma visual y sonora.
- Implementar un sistema de bloqueo, para inhabilitar el funcionamiento del motor de combustión.
- Situar un sistema de mensajería GSM para brindar atención médica a los ocupantes del automotor.

Marco Teórico

Motor de combustión interna

El motor de combustión es un tipo de motor que convierte la energía química contenida en un combustible en energía mecánica a través de un proceso de combustión interna, los motores de combustión se utilizan ampliamente en vehículos, maquinaria industrial y generadores de energía. Tanto los motores de gasolina como los motores diésel tienen diferentes características en cuanto a eficiencia, torque, consumo de combustible y emisiones. Además, existen otros tipos de motores de combustión, como los motores rotativos y los motores de combustión externa, que tienen aplicaciones más específicas, en los últimos años, ha habido un creciente interés en el desarrollo de tecnologías de propulsión alternativas y más limpias, como los motores eléctricos y los vehículos de celdas de combustible, en un esfuerzo por reducir las emisiones y la dependencia de los combustibles fósiles, las especificaciones y desarrollos de este análisis es contemplar con una investigación ejecutada sobre el ingreso de gases contaminantes de CO al interior de los vehículos, el componente químico posee cinco contaminantes de la atmósfera terrestre se

examina algo muy nocivo que penetra concentraciones desde el 50% hasta el 52%, aconteciendo que un 80% por lo general son las principales fuentes procreadoras los vehículos automotores que emplean como combustible gasolina o Diesel. (Gómez R.C.,2017).

Los sistemas de combustión son sistemas que utilizan la energía liberada por la combustión de un combustible para generar energía térmica, mecánica o eléctrica. Los sistemas de combustión se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como la generación de energía, los motores de combustión interna, los hornos y las calderas.

Principios de funcionamiento de los sistemas de combustión

Los sistemas de combustión funcionan mediante el principio de la combustión. La combustión es una reacción química en la que el combustible y el oxígeno reaccionan para formar dióxido de carbono y agua, liberando energía en forma de calor.

En los sistemas de combustión, la mezcla de combustible y oxígeno se inyecta en la cámara de combustión. La mezcla se enciende y se produce la combustión. Los gases de combustión se eliminan de la cámara de combustión a través del sistema de escape.

Los tipos de gases producidos por la combustión dependen del combustible que se quema. Los combustibles fósiles, como el petróleo, el gas natural y el carbón, producen una variedad de gases de combustión, incluidos:

Monóxido de carbono (CO): El monóxido de carbono es un gas venenoso que puede provocar la muerte si se inhala en grandes cantidades.

Óxidos de nitrógeno (NOx): Los óxidos de nitrógeno son gases contaminantes que contribuyen a la formación de smog y lluvia ácida.

Dióxido de carbono (CO₂): El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global.

Estas sustancias químicas al ser percibida de una manera abundante por los seres humanos contiene una alta toxicidad esto afecta comúnmente a la salud especialmente en órganos que consumen oxígeno como el cerebro y el corazón continuamente efectos nocivos cardiovasculares como la hipertensión arterial, aparición de convulsiones, entre otras enfermedades perjudiciales y también el neuropsicológicos siendo los de mayor frecuencia como la retención de la memoria, una baja atención, nula concentración y alteraciones del movimiento tipo parkinsonismo, esto aparece en presencia del aire con el componente químico nombrado a una cantidad inferior a 25 partes por millón y sus niveles de carboxihemoglobina en sangre son inferiores al 10%.(Gómez R.C., 2017)

La inhalación del gas monóxido de carbono (CO) conduce al envenenamiento. Las personas pueden verse expuestas a este gas en situaciones en las que un dispositivo que funciona con gas falla o cuando no existe una adecuada ventilación. Por ejemplo:

1. Si existe una fuga en las tuberías, el monóxido de carbono puede ingresar al interior de la vivienda.
2. También es posible que se acumule CO al utilizar una parrilla o un hornillo en un espacio cerrado dentro del hogar.
3. Dejar el motor del automóvil en marcha con las puertas del garaje cerradas puede propiciar la acumulación de este gas.

Una vez inhalado, los pulmones absorben el gas rápidamente. La hemoglobina, que es la encargada de transportar el oxígeno en la sangre hacia todo el cuerpo, se combina con el monóxido de carbono, desplazando al oxígeno. Esto da como resultado una deficiencia de oxígeno que es esencial para mantener con vida los tejidos. El tejido cerebral, en particular, se encuentra en un riesgo considerable. (Good. D, 2023).

Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que incluye una unidad central de procesamiento (CPU), memoria, periféricos de entrada/salida y otros componentes necesarios para el funcionamiento de un sistema embebido. A diferencia de un

microprocesador, que es solo la CPU, un microcontrolador combina todos estos elementos en un solo chip, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en las que se requiere un control completo y autónomo del sistema. Los microcontroladores se utilizan ampliamente en una variedad de aplicaciones, desde electrodomésticos y dispositivos electrónicos de consumo hasta sistemas de control industrial, automotriz, médico y de seguridad, entre otros. Ofrecen un alto nivel de integración y versatilidad, ya que se pueden programar para realizar diversas tareas y controlar diferentes dispositivos y actuadores. (Suárez Parra, Y. A. 2022).

Un PID (Proporcional-Integral-Derivativo) es un algoritmo de control utilizado para regular y mantener una variable de proceso (por ejemplo, temperatura, velocidad, presión) en un valor objetivo o set point. El control PID es ampliamente utilizado en sistemas de control automatizados, como sistemas industriales, sistemas de calefacción y refrigeración, robótica, control de motores, entre otros, el control PID utiliza tres componentes principales: 1. Proporcional (P): La acción proporcional calcula la diferencia entre el valor medido de la variable de proceso y el valor objetivo, esta diferencia, llamada error, se multiplica por una constante proporcional (K_p). La salida del controlador proporcional es proporcional al error y se utiliza para reducir la discrepancia entre el valor medido y el valor objetivo. (Moreno, M a. ,2001).

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS SITUACIONAL

Este capítulo relata la fase de combustión de motores de gasolina y descomposición que ocurre cuando los gases contaminados se acumulan dentro del motor. También se mostrará cómo se relaciona este fenómeno, la climatización del vehículo, que compromete la salubridad de sus ocupantes.

1.1 Motor Combustión

Son motores que transforman el combustible para generar energía mecánica. Son máquinas versátiles que sirven extensamente a series de servicios, dados por ejemplo vehículos, camiones, aviones, barcos y generadores eléctricos.

El combustible es una sustancia que puede oxidarse, como el hidrógeno, el carbono o el azufre. El oxidante es una sustancia que puede oxidar el combustible, como el oxígeno.

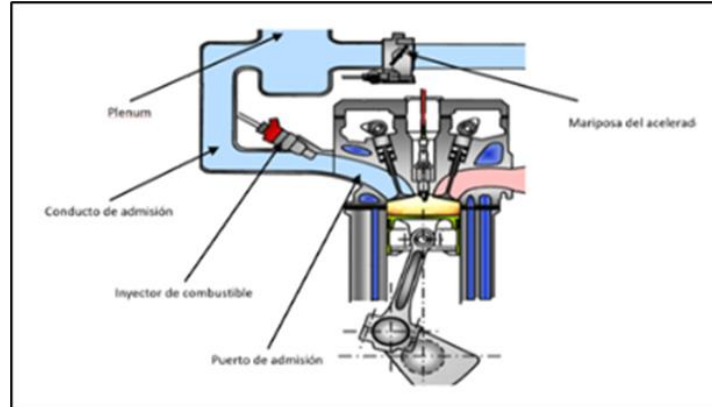
Funciona comprimiendo un enlace de combustible y oxidante a un cilindro. Una chispa eléctrica enciende la mezcla, los gases se expulsan del cilindro.

1.1.1 Motor de 4 tiempos ciclo real.

La válvula de admisión deja entrar aire y el émbolo desciende, se crea un vacío en la cámara de combustión, lo que permite que la mezcla de aire y combustible ingrese al cilindro, pero la mezcla de aire y combustible en realidad no ingresa al cilindro. Siempre que queda una pequeña cantidad de aire en el cilindro del ciclo anterior, la válvula de admisión se cierra y el pistón sube. Esto comprime la mezcla de aire y combustible, lo que aumenta la temperatura y la presión, la presión nunca es perfecta y una pequeña cantidad de aire se filtra continuamente a través de las juntas y sellos, la chispa enciende la mezcla de aire y combustible y provoca una explosión. La explosión empuja el pistón hacia abajo y genera energía. Sin embargo, en el mundo real, la combustión no es instantánea, aunque puede haber

un retraso entre el momento en que se produce una chispa y el momento en que se produce la combustión.

Figura 1.1: Sistema de admisión.



Fuente: J. G., Barly, L. P., González, Y. G., Noda, D. O. R., & Díaz, R. G., 2019

1.1.2 Reacción de combustión

El combustible constituye una sustancia propensa a la oxidación, destacando ejemplos como el hidrógeno, el carbono o el azufre. Por otro lado, el oxidante se presenta como una sustancia capaz de propiciar la oxidación del combustible, siendo el oxígeno un representante común, actuando eficientemente en un rango de temperaturas que oscilan entre 20 y 60 grados centígrados.

La combustión en su capacidad es la descripción que pasa por la intensidad de energía liberada en la reacción de combustión y la energía que se utilizó para iniciar la reacción, la eficiencia de la combustión se puede mejorar mediante una serie de factores.

1.1.3 Monóxido de carbono

En la etapa de combustión, el combustible se oxida en presencia de oxígeno para configurar un dióxido de carbono (CO_2). Si la mezcla de aire y combustible no es la adecuada, puede que no haya suficiente oxígeno para que la mezcla se oxide. En este caso, parte del combustible se oxidará de manera incompleta, formando monóxido de carbono.

Es un gas peligroso, ya que logra unirse a la hemoglobina de la sangre, lo que dificulta que el oxígeno llegue a los tejidos. La exposición prolongada al CO puede provocar una serie de problemas de salud, como mareos, náuseas, dolor de cabeza, pérdida de conciencia y, en casos severos, la muerte.

El monóxido de carbono se produce cuando la mezcla de aire y combustible no es la adecuada, una mezcla demasiado rica en combustible dará lugar a una combustión incompleta, lo que provocará la producción de CO.

1.1.4 Monóxido de carbono, acceso al cubículo.

El ingreso de monóxido de carbono al vehículo se debe a una fuga en el sistema de escape. Estas fugas ocurren en algunos casos por corrosión, daño por colisión o desgaste.

Los vehículos también pueden estar expuestos al monóxido de carbono de fuentes externas, como incendios o emisiones de otras fuentes de combustión.

El monóxido de carbono es un gas invisible, inodoro e insípido que puede causar graves problemas de salud.

En un área con mucho tráfico y los vehículos circulan muy cerca uno de otro, puede haber una entrada de aire desde el sistema de escape de otro vehículo, especialmente si estás detenido o circulando a baja velocidad.

1.1.5 Niveles de acumulación de CO

Los niveles de acumulación de CO en un vehículo pueden variar según una serie de factores, como el tipo de vehículo, el estado del motor y las condiciones de manejo. En general, los niveles de CO aumentan con el tiempo y la distancia recorrida.

Los niveles de CO se pueden medir con un detector sensor MQ-7. Estos detectores están disponibles con una variedad de modelos, desde modelos básicos que solo indican si hay CO presente hasta modelos más sofisticados que pueden medir los niveles de CO con precisión.

Los niveles de CO se consideran seguros para los seres humanos cuando son inferiores a 9 ppm (partes por millón). Los niveles de CO de 9 a 25 ppm pueden causar síntomas leves, como mareos, repulsión, etc. Las escalas de CO de 25 a 50 ppm pueden causar manifestaciones riesgosas con nuestra salud, por ejemplo, complejo respiratorio y pérdida del conocimiento. Los niveles de CO superiores a 50 ppm pueden ser fatales.

Si los niveles de CO en un vehículo son demasiado altos, se pueden tomar una serie de medidas para reducirlos, como:

- Mantener el motor en buen estado, el mantenimiento adecuado del motor puede ayudar a reducir la combustión incompleta y, por lo tanto, los niveles de CO.
- Conducir de manera eficiente, la conducción eficiente, como evitar las aceleraciones y las frenadas bruscas, puede ayudar a reducir los niveles de CO.
- Utilizar combustibles de alta calidad, los combustibles de alta calidad, como la gasolina sin plomo, pueden ayudar a reducir la formación de contaminantes, incluido el CO.

1.1.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204

La Norma Técnica de Ecuador estipulada crea límites permisibles de emisiones originarias por transportes terrestres de gasolina. Aplicando a transportes terrestres que sean similares entre sí o más de tres ruedas o a operarios en este caso motores, estipulado en los numerarios 3.24 - 3.25.

Los límites a emisión se basan en los estándares de la OMS y del EPA una protección ambiental.

La norma se aplica a los siguientes vehículos:

- Automóviles
- Camiones
- Buses
- Motocicletas

- Tractores

La norma también se aplica a motores como:

- Motor a gasolina
- Motor a diésel

Es obligatoria para todos los vehículos y motores que se fabriquen, importen o comercialicen en Ecuador. La norma se revisa cada cinco años para garantizar que siga siendo efectiva en la protección del medio ambiente. Busca reducir las emisiones de contaminantes de los vehículos, lo que contribuye a mejorar el ambiente y la salubridad de los humanos.

Tabla 1.1: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina.

Año de modelo	% CO*		Ppm HC*	
	0-1500 **	1500-3000**	0-1500**	1500-3000**
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

Fuente: Terán, J. C. R., Montalvo, J. S. C., & Contag, P. M. C. (2023)

1.1.7 Norma ISO/TS 16949

Esta norma es una determinación técnica internacional que especifica las condiciones para un método de gestión de índole (SGC) para la producción en serie y de piezas de repuesto en la industria automotriz. Está basada en la norma ISO 9001, pero incluye requisitos adicionales específicos para la industria automotriz.

ISO/TS 16949 es una norma importante para la industria automotriz. Las empresas que implementan esta norma pueden mejorar su calidad, eficiencia y competitividad.

1.1.8 Monóxido de Carbono y La Salud

Los efectos de la inhalación de CO vehicular varían según la concentración del gas y la duración de la exposición. Los síntomas leves suelen aparecer a concentraciones de CO de 10 a 25 ppm. Estos síntomas pueden incluir:

- Mareos
- Náuseas
- Dolor de cabeza

A concentraciones más altas, de 25 a 50 ppm, los síntomas pueden ser más graves e incluir:

- Dificultad para respirar
- Confusión
- Pérdida del conocimiento

La exposición a concentraciones de CO superiores a 50 ppm puede ser fatal.

Los niños, las mujeres embarazadas y las personas con enfermedades cardíacas, pulmonares o respiratorias son más susceptibles a los efectos del CO.

Si cree que ha estado expuesto a CO vehicular, debe tomar las siguientes medidas:

- Apague el motor y salga del vehículo inmediatamente.
- Abra las puertas y ventanas para ventilar el vehículo.
- Busque atención médica si tiene algún síntoma.

También se recomienda tener un sistema para detectar el monóxido de carbono en el domicilio y vehículo.

Para reducir la exposición al CO vehicular, se recomienda:

- Mantener el motor en buen estado.
- Conducir de manera eficiente.

- Utilizar combustibles de alta calidad.

1.1.9 Emisión de gases

Los vehículos emiten una variedad de gases, tanto contaminantes como no contaminantes, los gases contaminantes son aquellos que pueden perjudicar al ecosistema o también a la sanidad. Los gases no contaminantes son aquellos que no tienen un impacto negativo conocido en el medio ambiente o la salud humana.

Los principales gases contaminantes emitidos por los vehículos son:

- Dióxido de carbono (CO₂): El CO₂ es un gas que atrapa el calor y contribuye al cambio climático.
- Monóxido de carbono (CO): El CO es un gas venenoso que puede causar problemas respiratorios.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x): Los NO_x son gases contaminantes que logran causar problemas respiratorios, lluvia ácida y neblumo.
- Hidrocarburos no quemados (HC): los HC son compuestos orgánicos que logran aportar a la formación de neblumo.
- Partículas (PM): las PM son partículas sólidas o líquidas que pueden perjudicar la respiración y también a distintos enigmas saludables.

Los principales gases no contaminantes emitidos por los vehículos son:

- Oxígeno (O₂): el oxígeno un gas primordial para la vida.
- Nitrógeno (N₂): el N₂ es un gas inerte que no tiene un impacto negativo en el ecosistema y tampoco con la humanidad.
- Ar (Ar): el Ar es un gas inerte que no tiene un impacto negativo conocido en el ecosistema y tampoco con la humanidad.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE HARDWARE Y SOFTWARE NECESARIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

Para la elaboración del sistema de alerta oportuna para CO en un automóvil con técnicas de monitoreo y control para el bloqueo del motor en un vehículo se utiliza varias herramientas de hardware, software, entre otras.

2.1 Hardware

El hardware hace referencia a la parte física y palpable de una computadora o dispositivo electrónico, incorporando mecanismo tangible es decir algo que logre manipular y que constituyen parte integral de un sistema informático, como la unidad central de procesamiento (CPU).

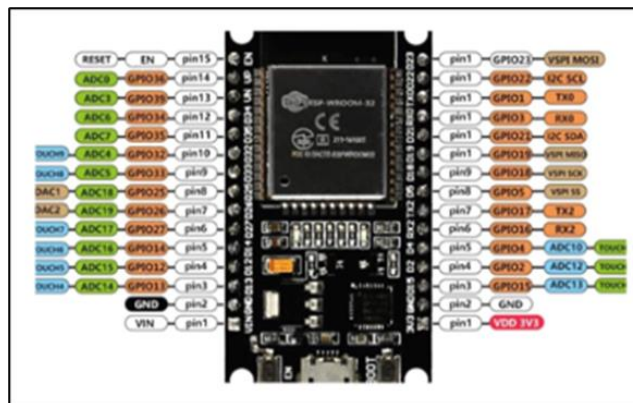
2.1.1 Microcontrolador ESP-32 WI-FI

El ESP-32, perteneciente a la familia de dispositivos ESP8266/ESP32 desarrollada por Espressif Systems, es un microcontrolador reconocido por su bajo costo y eficiencia energética. Ampliamente utilizado en proyectos como por ejemplo en la web, presenta características destacadas, como:

- **Conectividad Wi-Fi y Bluetooth:** Equipado con módulos integrados para Wi-Fi y Bluetooth, resulta idóneo para aplicaciones inalámbricas.
- **Procesador de doble núcleo:** Incorpora un procesador dual-core Xtensa LX6, mejorando el rendimiento y permitiendo la ejecución simultánea de tareas.
- **Bajo consumo de energía:** Un dispositivo que consume poca energía, lo que lo hace ideal para mecanismos autónomos.
- **GPIO (Entrada/Salida de propósito general):** Dispone de una variedad de pines GPIO para conectar sensores, actuadores y otros dispositivos.

- Capacidad de programación: Admite la programación a través del entorno de desarrollo de Arduino, así como otros entornos como PlatformIO y el Espressif IoT Development Framework (ESP-IDF).
- Amplia comunidad y soporte: Gracias a su popularidad, el ESP-32 cuenta con una comunidad activa de desarrolladores y abundantes recursos en línea.
- El ESP-32 se destaca como una elección popular para proyectos de bricolaje, prototipado rápido y aplicaciones IoT, gracias a su potencia, versatilidad y asequibilidad.
- Amplia comunidad y soporte: Gracias a su popularidad, el ESP-32 cuenta con una comunidad activa de desarrolladores y abundantes recursos en línea.
- El ESP-32 se destaca como una elección popular para proyectos de bricolaje, prototipado rápido y aplicaciones IoT, gracias a su potencia, versatilidad y asequibilidad.

Figura 2.1: ESP-32



Fuente: (Del Rosario, 2018)

2.1.2 Sensor de CO (MQ-7)

El sensor de CO se utiliza para detectar Monóxido de carbono, es de bajo costo, tiene una larga antigüedad, un circuito fácil y tiene una capacidad de respuesta aceptable a un amplio rango. MQ-7 se utiliza en el sistema para detectar el aumento del nivel de CO dentro de la cabina del automóvil. (Batra, Neera, Jasleen Kaur, N. K. Batra, 2020).

El sensor de gas MQ-7B utiliza el dióxido de estaño para detectar CO. A baja temperatura, el SnO₂ es un semiconductor con una alta resistencia. Cuando se expone al CO, el SnO₂ se oxida y su resistencia disminuye. Esta disminución de la resistencia se logra manejar para evaluar la centralización de CO en el aire. La conductividad del sensor aumenta junto con el aumento de El sensor de gas MQ-7B utiliza un método de ciclo de temperatura alta y baja para detectar gases. A baja temperatura (1,5 V), el sensor es sensible a CO y otros gases. A alta temperatura (5,0 V), el sensor se limpia de estos gases adsorbidos. Los usuarios pueden convertir el cambio de resistencia del sensor en una señal de salida correspondiente a la concentración de gas CO a través de un circuito simple. (MQ-7B Semiconductor Sensor for Carbón Monoxide, s. f.).

Figura 2.2: Sensor CO MQ-7



Fuente: (Manurung, MB, Darmawan, D. e Iskandar ,2018).

2.1.3 Relé

Es un mecanismo electromecánico empleado para gestionar circuitos eléctricos de mayor potencia mediante señales de baja potencia, como las generadas por una placa de Arduino. Su función primordial consiste en actuar como un interruptor controlado eléctricamente.

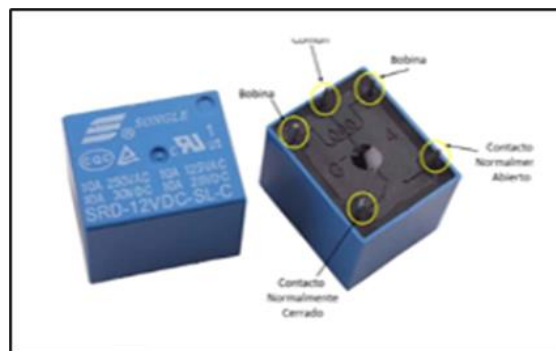
En términos más sencillos, al aplicar una pequeña corriente o voltaje a la bobina del relé, esta activa un interruptor interno capaz de manejar una corriente o voltaje significativamente mayor en otro circuito independiente. De este modo, el relé posibilita que un

microcontrolador, como Arduino, regule dispositivos o cargas eléctricas más voluminosos, como luces, motores, electrodomésticos, entre otros.

En el entorno de microcontroladores, los relés resultan prácticos cuando se requiere controlar dispositivos con corrientes más elevadas o voltajes, evitando exponer directamente al microcontrolador a estas condiciones. Por ejemplo, se puede emplear un relé con un microcontrolador para encender o apagar luces de alto voltaje, un motor eléctrico o incluso para gestionar un sistema de calefacción.

Es fundamental considerar las especificaciones del relé, como la corriente y voltaje máximo que puede gestionar, así como la correcta conexión a la placa de ESP-32 para evitar posibles daños.

Figura 2.3: Relé



Fuente: (Control automático, 2022)

2.1.4 Pantalla LCD

Las pantallas LCD son pantallas planas que utilizan cristales líquidos para crear imágenes, estas pantallas son comunes en monitores, televisores, computadoras portátiles, teléfonos inteligentes y otros dispositivos electrónicos.

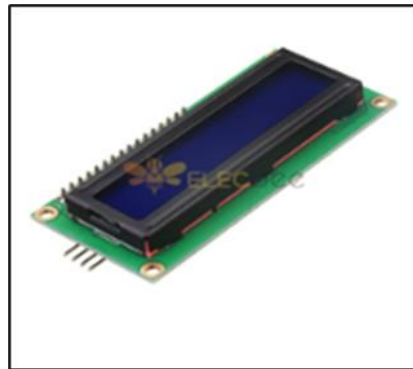
Una pantalla LCD diseñada para el ESP-32 se trata de un tipo de pantalla de cristal líquido (LCD) específicamente destinada para su uso con microcontroladores ESP-32. Este microcontrolador, reconocido por su versatilidad, es comúnmente empleado en proyectos de desarrollo electrónico, especialmente en la Web.

La pantalla LCD, cuando se conecta al ESP-32, ofrece una interfaz visual para presentar información, datos o gráficos generados por el microcontrolador. Su utilidad abarca la exhibición de mensajes, datos de sensores, resultados de procesos, y cualquier otra información pertinente al proyecto en el que se está aplicando.

Al elegir una pantalla LCD para el ESP-32, es esencial tener en cuenta factores como la compatibilidad con el microcontrolador, el tipo de interfaz (por ejemplo, I2C, SPI), las dimensiones y la resolución de la pantalla, así como otras características específicas del proyecto.

En síntesis, una pantalla LCD diseñada para el ESP-32 constituye un componente visual que se integra con este microcontrolador para proporcionar una salida gráfica en proyectos electrónicos.

Figura 2.4: Pantalla LCD



Fuente: (LCD Display Screen module, s. f.)

2.1.5 Tiras de diodos LED

Las tiras de diodos LED, también conocidas como cintas LED, constituyen dispositivos flexibles que albergan una serie de diodos emisores de luz (LED) dispuestos en línea a lo largo de una tira flexible. Estas cintas son apreciadas por su versatilidad y facilidad de uso en iluminación decorativa, proyectos de bricolaje, señalización y aplicaciones similares.

Características comunes de las cintas de diodos LED incluyen:

- **Flexibilidad:** La mayoría de las tiras LED son flexibles, lo que simplifica su instalación en diversas superficies y formas.
- **Longitud:** Disponibles en diversas longitudes, estas tiras pueden ser cortadas o empalmadas según las necesidades específicas del proyecto.
- **Colores:** Ofrecen una variedad de opciones cromáticas, desde colores individuales como blanco, rojo, verde o azul, hasta variantes RGB que permiten mezclar colores y crear una amplia gama de tonalidades.
- **Modos de funcionamiento:** Algunas tiras LED son regulables o cuentan con modos de parpadeo y transición entre colores.
- **Alimentación:** Generalmente se alimentan mediante corriente continua (CC), siendo eficientes en términos de consumo de energía.
- **Adhesivo:** Muchas tiras incorporan un adhesivo en la parte posterior, facilitando su instalación en diversas superficies.

Estas cintas son ampliamente utilizadas en aplicaciones como iluminación interior, decoración de espacios, retroiluminación de televisores y monitores, señalización en letreros, entre otras. Al elegir una cinta de diodos LED, es esencial considerar aspectos como la longitud, el color, la potencia, el tipo de control (si es RGB) y la facilidad de instalación.

Figura 2.5: Led



Fuente: (Luz y Color 2000, 2022)

2.1.6 Bus de datos

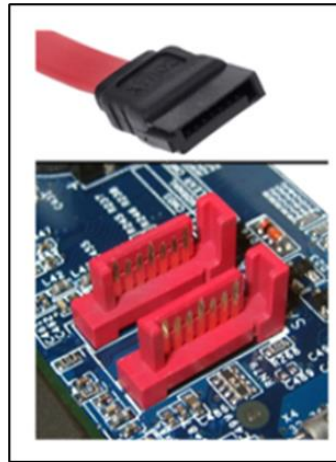
El término "bus de datos" se refiere a un conjunto de líneas de comunicación empleadas para transferir datos entre distintos componentes de un sistema informático, como una computadora. Sirve como un canal por el cual la información fluye tanto dentro como fuera de la CPU (Unidad Central de Procesamiento) y otros dispositivos conectados.

Características clave del bus de datos:

- **Bidireccionalidad:** En su mayoría, el bus de datos es bidireccional, lo que implica que puede transmitir datos en ambas direcciones, ya sea desde la CPU hacia los dispositivos periféricos o viceversa.
- **Anchura del bus:** Se refiere al número de líneas presentes en el bus, determinando la cantidad de bits de datos que pueden ser transferidos simultáneamente. Por ejemplo, un bus de datos de 8 bits puede transmitir 8 bits de información simultáneamente.
- **Velocidad del bus:** Indica la velocidad a la cual los datos pueden ser transferidos a lo largo del bus, generalmente medida en megahercios (MHz) o gigahercios (GHz).
- **Sincronización:** Los buses pueden ser síncronos, donde la velocidad de transferencia está controlada por un reloj central, o asíncronos, donde la sincronización se logra mediante señales de control específicas.
- **Conexión a dispositivos:** El bus de datos se conecta a diversos componentes como memoria RAM, unidades de almacenamiento, tarjetas de expansión y otros periféricos.

El bus de datos desempeña un papel esencial en la transmisión de información entre los distintos elementos de un sistema, permitiendo la ejecución de operaciones de lectura y escritura. Tanto la anchura como la velocidad del bus son aspectos críticos para determinar la eficiencia y el rendimiento del sistema informático.

Figura 2.6: Bus de datos



Fuente: (Marujita, 2023)

2.1.7 Placa PCB soldable

Una "placa PCB soldable" se define como una placa de circuito impreso (PCB) diseñada y fabricada específicamente para simplificar el proceso de soldadura de componentes electrónicos en su superficie. Estas placas presentan puntos de conexión metálicos, conocidos como pads, donde los componentes, tales como resistencias, transistores, chips y otros dispositivos electrónicos, pueden soldarse para establecer conexiones eléctricas.

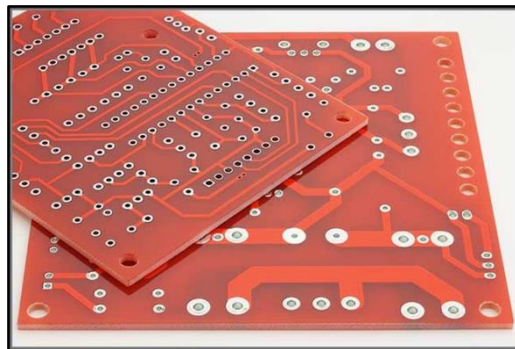
Las características distintivas de una placa PCB soldable abarcan:

- Pads de soldadura: Áreas metálicas en la superficie de la PCB destinadas a recibir y fijar los terminales de los componentes mediante soldadura.
- Vías: Conductos de cobre integrados en la placa que posibilitan la conexión eléctrica entre diferentes capas de la PCB o entre componentes en lados opuestos.
- Diseño específico: La disposición y forma estratégica de los pads y las vías están diseñadas de acuerdo con el circuito electrónico que se va a implementar.
- Materiales resistentes: Las PCB soldables están confeccionadas con materiales que resisten altas temperaturas de soldadura, proporcionando una base sólida para los componentes.

- **Marcas de referencia:** Marcas o serigrafías que indican la posición adecuada de los componentes y facilitan la identificación de puntos clave en el diseño.

Estas placas desempeñan un papel fundamental en la manufactura de dispositivos electrónicos, al brindar una plataforma estructurada para el ensamblaje y la conexión de componentes, permitiendo así la creación eficiente y confiable de circuitos complejos. La soldadura en estas placas constituye un paso crucial en el proceso de montaje electrónico.

Figura 2.7: Placa PCB



Fuente: (Zhao, 2021)

2.2 Software

El término "software para microcontroladores" hace referencia al conjunto de programas, instrucciones y datos diseñados para ser ejecutados en un microcontrolador. Este último es un dispositivo integrado que fusiona elementos de hardware y software en un solo chip, concebido a ejecutar tareas concretas dentro a un sistema electrónico. Su importancia del software para microcontroladores radica en su capacidad para supervisar y coordinar las operaciones del microcontrolador, posibilitándole la interacción con otros componentes y la ejecución de sus funciones predefinidas.

Las características y componentes comunes del software para microcontroladores abarcan:

- **Programas y Algoritmos:** Conjunto de instrucciones y algoritmos que determinan el comportamiento del microcontrolador. Dichos programas se redactan en lenguajes de programación específicos, como C o ensamblador.
- **Firmware:** Software almacenado en la memoria no volátil del microcontrolador, persistente incluso al apagar la alimentación. Contiene las instrucciones fundamentales para el funcionamiento del dispositivo.
- **Controladores:** Software que facilita la comunicación entre el microcontrolador y otros componentes del sistema, como sensores, actuadores y dispositivos de entrada/salida.
- **Sistema Operativo Empotrado (RTOS):** En ciertos casos, los microcontroladores emplean sistemas operativos empotrados para gestionar tareas y recursos de forma más eficiente.
- **Configuración y Parametrización:** Programas que permiten ajustar la configuración del microcontrolador y establecer parámetros específicos según los requisitos del sistema.
- **Herramientas de Desarrollo:** Software empleado para escribir, compilar, depurar y cargar programas en el microcontrolador. Esto incluye entornos de desarrollo integrados (IDE) y compiladores.

El software para microcontroladores juega un papel esencial en una amplia variedad de aplicaciones, desde electrodomésticos y dispositivos médicos hasta automóviles y sistemas de control industrial. La programación y configuración de este software son esenciales para lograr el comportamiento deseado del microcontrolador dentro del contexto del sistema electrónico en el que se encuentra integrado.

2.2.1 Software programador de Arduino para ESP-32

El software de programación de Arduino se refiere al entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) utilizado para redactar, compilar y cargar código en las placas de desarrollo de Arduino. El IDE de Arduino ofrece una interfaz gráfica de usuario que simplifica la programación, incluso para aquellos sin amplia experiencia en desarrollo.

A continuación, se detallan las características y funciones principales del software de programación de Arduino:

- **Editor de Código:** El IDE de Arduino cuenta con un editor de código que posibilita la redacción de programas en el lenguaje de programación C/C++. El código elaborado en este editor define el comportamiento del microcontrolador en la placa de Arduino.
- **Compilador:** El IDE emplea un compilador para traducir el código fuente redactado en el editor a un lenguaje de máquina comprensible y ejecutable por el microcontrolador de la placa de Arduino.
- **Cargador de Firmware:** Después de compilar el código, el IDE carga el firmware resultante en la placa de Arduino. Este proceso implica transferir el programa compilado al microcontrolador de la placa, permitiéndole ejecutar las instrucciones definidas en el código.
- **Bibliotecas:** El IDE de Arduino incorpora un conjunto de bibliotecas estándar y admite la inclusión de bibliotecas adicionales. Estas bibliotecas ofrecen funciones y rutinas predefinidas que facilitan la programación y permiten a los usuarios aprovechar al máximo las capacidades de hardware de las placas de Arduino.
- **Monitor Serie:** El IDE incluye un monitor serie que posibilita la visualización de mensajes, datos y resultados del programa en tiempo real mientras se ejecuta en la placa de Arduino. Esto resulta útil para depurar y comprender el comportamiento del código.
- **Gestión de Placas y Puertos:** El IDE proporciona herramientas para seleccionar la placa de Arduino o ESP-32 específica con la que se está trabajando, así como el puerto al que está conectada la placa en la computadora.
- **Herramientas de Programación Avanzada:** El IDE de Arduino también incluye funciones avanzadas como la capacidad de integrarse con otros entornos de desarrollo, utilizar programación en lenguajes de bajo nivel y trabajar con programadores externos en proyectos más complejos.

Figura 2.8: Arduino con ESP-32



Fuente: (Carmenate, 2022)

2.2.2 Servicios de comunicación TWILIO

Twilio una compañía a brindar servicios de comunicación en la nube, brindando a los desarrolladores la posibilidad de integrar funciones de mensajería, voz y video en sus aplicaciones dadas en unas interacciones logarítmicas.

Entre los principales servicios que Twilio proporciona se encuentran:

- Mensajería de Texto (SMS): Twilio facilita el envío y recepción de mensajes de texto a través de su plataforma, siendo especialmente útil para la comunicación vía SMS en diversas aplicaciones y servicios.
- Voz: Proporciona servicios de voz que permiten a los desarrolladores incorporar llamadas telefónicas en sus aplicaciones, ya sea para realizar llamadas automatizadas, verificar números de teléfono o establecer centros de llamadas virtuales.
- Video: Twilio Video posibilita la integración de funciones de videoconferencia y chat de video en aplicaciones, simplificando la creación de experiencias de comunicación en tiempo real.
- Autenticación y Verificación: Twilio ofrece servicios destinados a autenticar usuarios mediante mensajes SMS, llamadas telefónicas y otros métodos, así como para verificar números de teléfono de manera segura.

- **Notificaciones:** Permite el envío de notificaciones push a dispositivos móviles, siendo útil para mantener a los usuarios informados sobre eventos importantes en diversas aplicaciones.

Los servicios de Twilio son ampliamente adoptados por desarrolladores y empresas que buscan incorporar capacidades de comunicación en sus aplicaciones sin tener que desarrollar complejas infraestructuras desde cero. La popularidad de Twilio ha crecido especialmente en el ámbito del desarrollo de aplicaciones web y móviles que requieren funcionalidades de comunicación en tiempo real.

Figura 2.9: Twilio



Fuente: (¿Qué es Twilio Flex?, 2022)

2.3 Vehículo de prueba

Para las pruebas utilizamos un vehículo marca Suzuki, modelo SZ con motor de cilindrada 2000 L, el vehículo cuenta con las especificaciones técnicas como se muestra en el anexo 1.

Figura 2.10: Suzuki Grand vitara SZ



Fuente: (Suzuki Grand Vitara 5P 2.0 JLX-A (2008-2010) , s. f.)

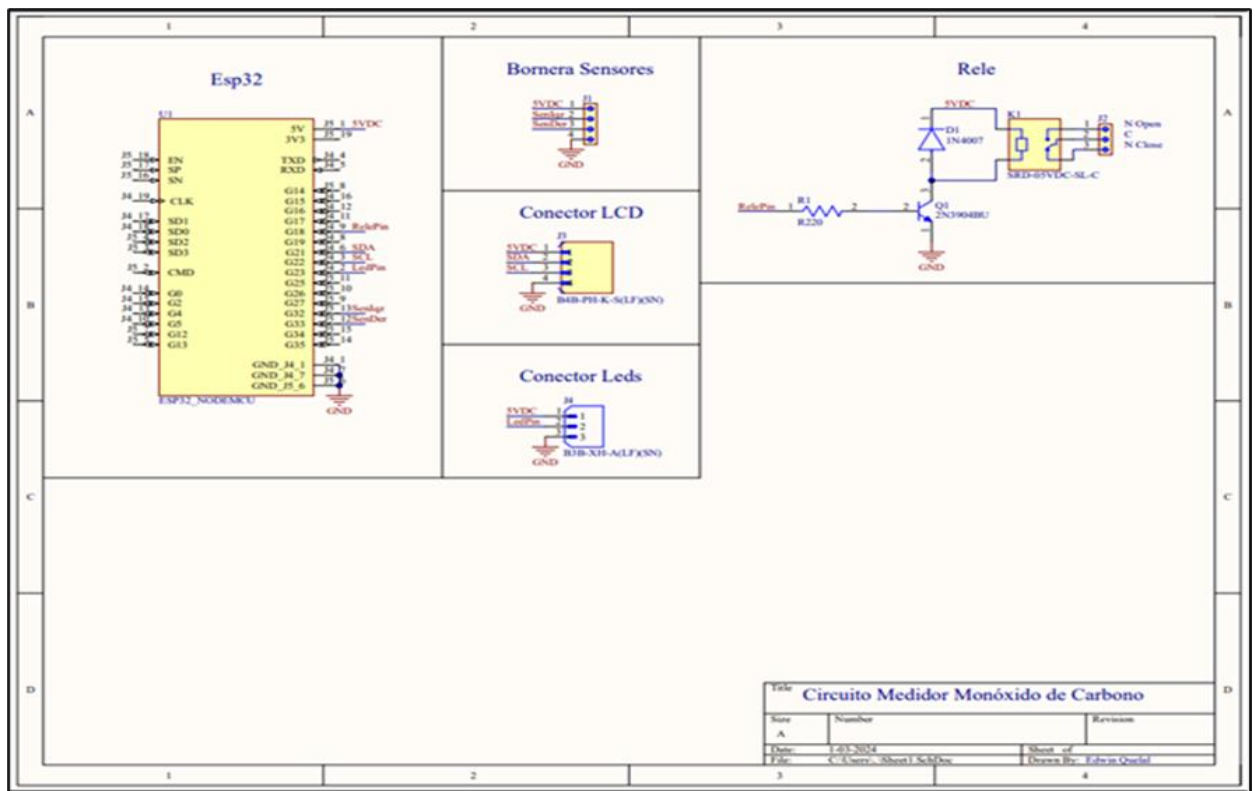
CAPÍTULO 3

DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

Ya establecidos todos los materiales necesarios para desarrollar el sistema, se procede al ensamblaje del mismo, dividido en diseño y ensamblaje, programación y condiciones de funcionamiento.

En la figura 3.1 se muestra el esquema completo de todo el sistema.

Figura 3.1 Esquema del sistema

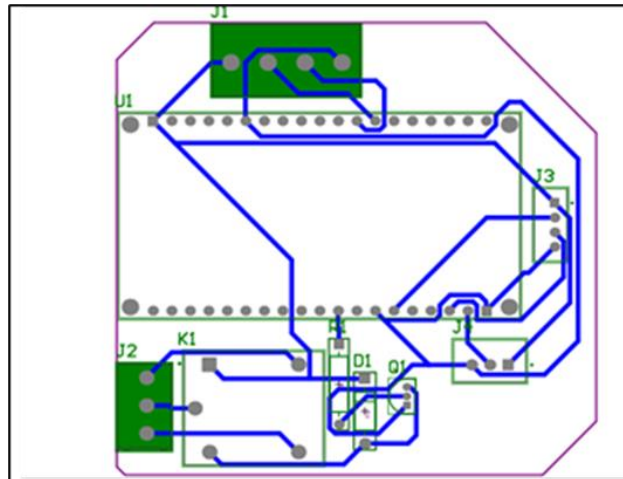


Fuente: Los Autores

3.1 Diseño y ensamblaje del sistema

Con ayuda de sistemas informáticos se realizó esquemas y simulaciones del sistema, como se muestra en la figura 3.2, así quedarían todos los componentes montados en una placa.

Figura 3.2 Sistema montado en una placa

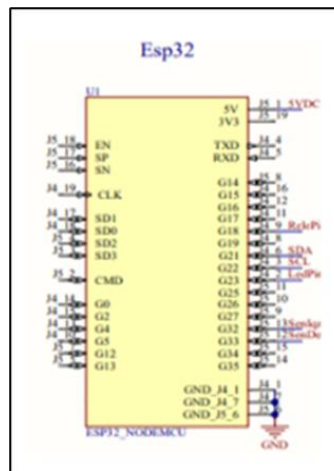


Fuente: Los autores

3.1.1 Instalación de los sensores

Para el diseño del módulo, usaremos un microcontrolador alimentado por una fuente de 5v, a la que se le instalarán sensores MQ-7, que recolectarán información sobre el estado del aire en el habitáculo.

Figura 3.3: Esquema de conexión en ESP - 32



Fuente: Los Autores

Para la parte de la configuración de pines tenemos las entradas 32 y 33 que será por donde se recibe la señal de los sensores al analizar la calidad de aire en el habitáculo.

La lectura de los sensores será procesada y valorada en el microcontrolador y este actuará según las condiciones asignadas.

Figura 3.4: Asignación de pines

```
//Sensores MQ7 configuracion de pines
int mq7Izq = 32;
int mq7Der = 33;
String calidadAire;
```

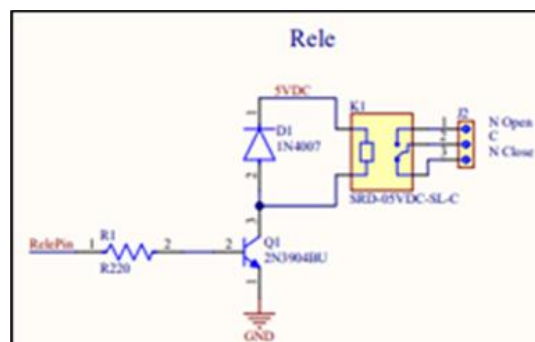
Fuente: Los Autores

3.1.2 Instalación del relé

El relé estará conectado al pin 18 que será la señal de activación, a una alimentación de 5v y conexión a GND.

El relé utilizado tiene 1 entrada de energía y 2 salidas: la primera es para que sea normalmente abierta y la otra normalmente cerrada.

Figura 3.5: Esquema del relé



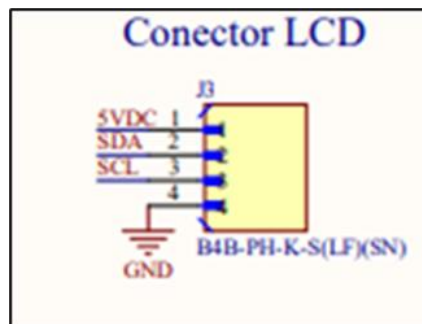
Fuente: Los Autores

3.1.3 Instalación de la LCD

La LCD va a ir conectada al pin 21 – SDA y pin 22 - SCL, también tendrá una alimentación de 5v y una conexión a GND

En la pantalla hallaremos dos datos, los mensajes de condición del aire en el habitáculo que proporcionará SDA y los valores numéricos de PPM que proporcionan los sensores que proporcionará SCL.

Figura 3.6: LCD



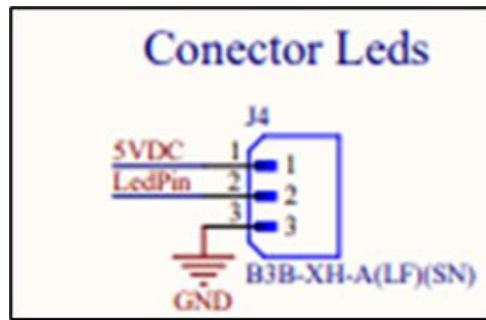
Fuente: Los Autores

3.1.4 Instalación de las tiras de diodos LED

Las tiras de diodos LED van a ir instaladas en el pin 23, este enviará la señal también tendrá alimentación de 5v y una conexión a GND.

En esta tira tendremos 5 leds que serán activados con diferente color (verde, amarillo, rojo) según la orden que envíe el microcontrolador.

Figura 3.7: LEDS



Fuente: Los Autores

3.2 Programación y condiciones de funcionamiento.

El sistema consta de tres condiciones de funcionamiento, cada una será accionada con diferentes valores que entreguen los sensores, estos tendrán los nombres de: excelente, bueno y peligroso.

3.2.1 Conexión a WIFI

Para iniciar el funcionamiento del sistema, como mediada de seguridad se debe iniciar conectándolo a una red WIFI con acceso internet y así poder enviar la alerta, una vez que el sistema este encendido será opcional la conexión a internet, salvo que, sin este, no podrá enviar el mensaje de alerta, pero el sistema de bloqueo de motor funcionará con normalidad.

Figura 3.8: Conexión a WIFI

```
// Credenciales de Wi-Fi  
const char *ssid = "iPhone Edwin";  
const char *password = "12345679";
```

Fuente: Los Autores

3.2.2 Condición excelente

Como primera condición de funcionamiento tenemos cuando los sensores envían una lectura de 0 a 2000 ppm en el sensor derecho y de 0 a 1700 ppm en el sensor izquierdo, este nos

indicara que hay una calidad de aire excelente, el microcontrolador en respuesta de esto enviara una señal a la tira de led para que encienda el color verde, a la LCD que imprima “EXCELENTE” y el relé se mantendrá inactivo, esto servirá para que los ocupantes sepan que es seguro el habitáculo.

Figura 3.9: Primera condición

```
if(valorDer <= 2000 && valorIzq <= 1700)
{
    calidadAire = "Excelente";
    fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Green);
    FastLED.show();
    digitalWrite(RELE_PIN, LOW);
    peligroActivo = false;
}
```

Fuente: Los Autores

3.2.3 Condición Bueno

Como segunda condición de funcionamiento tenemos cuando los sensores envían una lectura de 2000 a 2300 ppm en el sensor derecho y de 1700 a 2000 ppm en el sensor izquierdo, esto nos indicara que hay una calidad de aire excelente, el microcontrolador en respuesta de esto enviara una señal a la tira de led para que encienda el color amarillo, a la LCD que imprima “BUENO” y el relé se mantendrá inactivo, esto servirá para que los ocupantes sepan que es seguro el habitáculo pero ya existe un poco de contaminación de CO en el aire.

Figura 3.10: Segunda condición

```
else if(valorDer <= 2300 && valorIzq <= 2000)
{
    calidadAire = " Bueno";
    fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Yellow);
    FastLED.show();
    digitalWrite(RELE_PIN, LOW);
    peligroActivo = false;
}
```

Fuente: Los Autores

3.2.4 Condición Peligroso

Como tercera condición de funcionamiento tenemos cuando los sensores envían una lectura de 2300 a 2600 ppm en el sensor derecho y de 2000 a 2300 ppm en el sensor izquierdo que sería una cantidad peligrosa de CO para los ocupantes, el microcontrolador en respuesta de esto enviara una señal a la tira de led para que encienda el color rojo, a la LCD que imprima “PELIGROSO” y el relé se activara para bloquear el funcionamiento del motor.

Figura 3.11: Tercera condición

```
else if(valorDer >= 2600 || valorIzq >= 2300)
{
    calidadAire = "Peligroso";
    fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Red);
    FastLED.show();

    digitalWrite(RELE_PIN, HIGH);
}
```

Fuente: Los Autores

Como se muestra en la tabla, se evidencia que mientras las ppm aumentan el voltaje igual aumenta.

Tabla 2.1: Reacción que causan las PPM en el voltaje de un sensor MQ - 7

PPM	VOLTAJES (V)
700	0.62
1000	0.84
1700	1.46
1800	1.48
1900	1.54
2000	1.62
2100	1.7
2200	1.81
2300	1.89

Fuente: Los autores

En esta condición se implementó un sistema de envío de SMS ya sea a emergencias o a un número designado, para ello utilizaremos a TWILIO que será la encargada de enviar la alerta que se le indique.

Para ello debemos crear una cuenta en TWILIO antes, ya que en el programa se deberán especificar la cuenta, la clave, el número de envío y el número de destino de la figura 3.10.

Figura 3.12: Credenciales TWILIO

```
// Credenciales de Twilio
const char *accountSid = "AC317ded5921566783a07d41ee52edc7e0";
const char *authToken = "05dfd58a62fb681f23dlabbce0d202c4";
const char *fromNumber = "+12392085045";
const char *toNumber = "+593998748965";
```

Fuente: Los Autores

Para acceder a TWILIO de debe elaborar unas líneas de código que permitan acceder a la URL y ahí construir el mensaje que se desea enviar.

Figura 3.13: Acceso a la URL

```
void sendSMS(const char *message) {
    // Construir la URL de la API de Twilio
    String url = "https://api.twilio.com/2010-04-01/Accounts/";
    url += accountSid;
    url += "/Messages.json";

    // Construir el cuerpo del mensaje
    String body = "To=" + String(toNumber);
    body += "&From=" + String(fromNumber);
    body += "&Body=" + String(message);

    // Configurar y enviar la solicitud HTTP
    HTTPClient http;
    http.begin(url.c_str());
    http.setAuthorization(accountSid, authToken);
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

    int httpCode = http.POST(body);
    String payload = http.getString();
}
```

Fuente: Los Autores

Cuando el sistema este en condición peligroso se enviará una alerta al número registrado en el programa, ¡este mensaje llegará de forma inmediata con el mensaje que se haya programado en este caso será “Peligro!, Cortando el suministro de combustible”

Figura 3.14: Mensaje

```
if (!peligroActivo) {  
  sendSMS("Peligro!, Cortando el suministro de combustible");  
  peligroActivo = true;  
}
```

Fuente: Los Autores

Los sensores detectaran cuando el aire del habitáculo ya no tenga una presencia de CO peligrosa y el sistema volverá a su primera condición, permitiendo dar marcha al motor.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE PRUEBAS Y ANALISIS DEL SISTEMA

4.1 Montaje del sistema en el vehículo

Para el montaje del sistema verificamos en el interior del habitáculo para buscar la ubicación indicada, dado que el sistema tiene una alarma visual, se optó por ubicarla en la parte superior del tablero de instrumentos para garantizar que el dispositivo esté al alcance visual del conductor u ocupantes.

Figura 4.1: Ubicación del dispositivo



Fuente: Los Autores

4.1.1 Ubicación de sensores

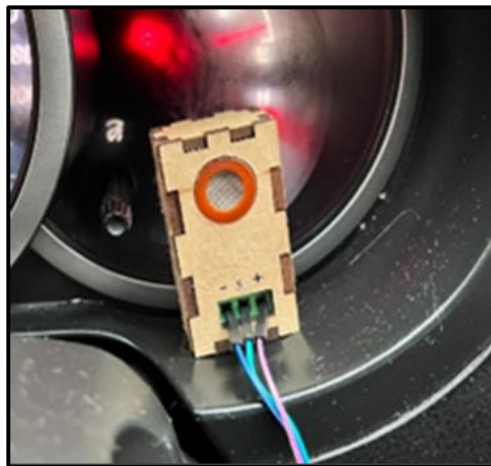
En cuanto a los sensores, se ubicaron a la altura del tablero de instrumentos que sería a media altura del habitáculo y cerca del conductor como lo indica Siafa SRL (s. f.): Como el CO₂ es más pesado que el aire, el detector debe colocarse más alto, porque el instrumento está a un nivel más bajo, más cerca del suelo y el CO es ligeramente más ligero que el aire.

Figura 4.2: Ubicación de sensor



Fuente: Los Autores

Figura 4.3: Ubicación del sensor 2



Fuente: Los Autores

4.1.2 Alimentación de energía al sistema

Como este sistema trabaja con un microcontrolador ESP – 32 se alimentará con un cable de carga tipo B, que suministrará 5 voltios para que trabaje todo el sistema (leds, sensores, LCD, etc.). Esta corriente se tomará directamente de una toma USB que vendrá directamente

de la batería con un fusible como elemento de seguridad, evitando así el corte de corriente al dar arranque al motor.

Figura 4.4: Alimentación de energía



Fuente: Los Autores

4.1.3 Conexión del relé para el bloqueo del motor

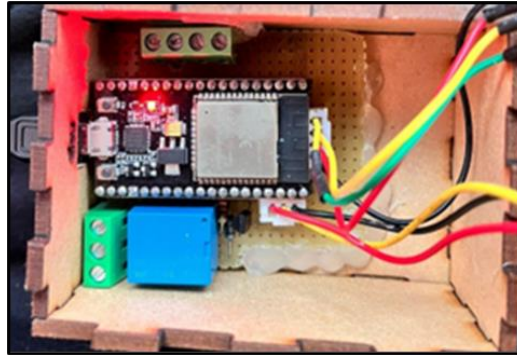
Como se mencionó en el apartado 3.3.2. El relé estará conectado al pin 18 que será la señal de activación, a una alimentación de 5v y conexión a GND.

El relé utilizado tiene 1 entrada de energía y 2 salidas: la primera es para que sea normalmente abierta y la otra normalmente cerrada.

Se realizó un análisis detallado de cuál sería la mejor opción para el bloqueo automático del motor en una emergencia y se llegó a la decisión de cortar el suministro de combustible, esto se logrará interrumpiendo el paso de energía al relé de la bomba de combustible.

Como se necesita que el motor este encendido en condiciones normales de funcionamiento, va a ir conectado a la salida normalmente cerrada, lo que permitirá que cuando el dispositivo se active el relé corte la energía de la bomba de combustible, apagando el motor automáticamente.

Figura 4.5: Ubicación del relé



Fuente: Los Autores

Figura 4.6: Puertos del relé



Fuente: Los Autores

4.2 Funcionamiento del sistema

Para dar inicio al funcionamiento al sistema, se debe conectar a una red WIFI que proporcione internet, esto garantizara el funcionamiento correcto y si llegara el caso, se podrá enviar los mensajes alerta por SMS. Una vez que el dispositivo inicie y empiece a registrar datos, el internet se puede desconectar y aun así seguirá en funcionamiento, salvo la opción de enviar la alerta por SMS, puesto que para ello es indispensable la conexión a internet, revisar anexo 4.1.

4.2.1 Primera etapa de funcionamiento

Para simular la entrada de CO al habitáculo, se implementó una manguera desde el tubo de escape hasta una ventana del vehículo, transportando así todos los gases de escape al habitáculo; también se selló todo el habitáculo para que no haya fugas de los gases de escape.

Figura 4.7: Simulación en el vehículo



Fuente: Los Autores

Cuando el habitáculo este sellado, se dará marcha al vehículo, cuando esto suceda el dispositivo se encenderá y se lo conectara a la red WIFI, una vez enlazado a internet, el sistema se pondrá en marcha y empezara a tomar datos del estado del aire en el habitáculo como se muestra en el anexo 4.1.

En su primera fase en pantalla se observará que el estado del aire es excelente, el sensor alcanzara una medición máxima de 1.700 ppm y los leds serán verde, lo que significa que el habitáculo tiene una gran calidad de aire.

El relé se mantendrá inactivo y el motor se mantendrá en marcha.

Figura 4.8: Primera etapa



Fuente: Los Autores

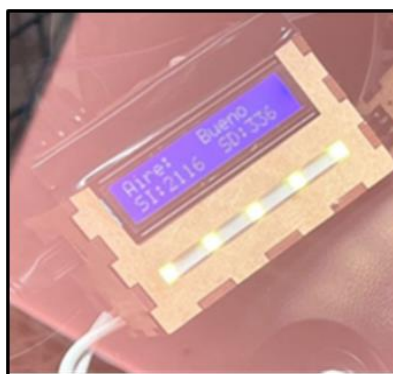
Mientras más cantidad de CO entre al habitáculo, la medida en los sensores seguirá subiendo, cuando llegue a su límite cambiará a la segunda etapa de funcionamiento.

4.2.2 Segunda etapa de funcionamiento

Esta etapa inicia cuando la medida de calidad de aire es superior a 2000 ppm, cuando eso sucede en pantalla se observará que el estado de aire es: Bueno, el sensor tendrá una medida máxima de 2000 ppm y los leds se encenderán amarillo, es decir, en el aire ya hay presencia de CO, pero aún es tolerable para los ocupantes.

El relé se mantendrá inactivo y el motor se mantendrá en marcha.

Figura 4.9: Segunda etapa



Fuente: Los Autores

4.2.3 Tercera etapa de funcionamiento

Esta etapa inicia cuando la medida de calidad de aire es superior a 2300 ppm, cuando eso sucede en la pantalla se podrá observar que el estado de aire es: Peligroso y los leds se encenderán de color rojo, eso significa que en el aire ya existe presencia de CO peligrosa para los ocupantes.

El relé se activará y el motor detendrá su marcha ya que se le cortara el suministro de combustible como se evidencia en la figura 4.11, esto evitará que en el habitáculo siga acumulándose gases tóxicos.

Figura 4.10: Tercera etapa



Fuente: Los autores

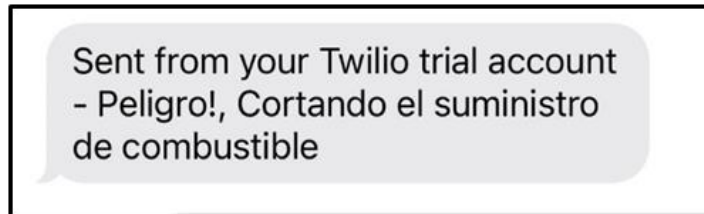
Figura 4.11: Motor apagado por corte de combustible



Fuente: Los autores

Inmediatamente el sistema enviara una alerta mediante SMS al número registrado con la alerta de “Peligro, Cortando el suministro de combustible”, eso alertara a las personas designadas a recibir el mensaje que dado el caso brindaran asistencia médica a los ocupantes en caso de requerirlo.

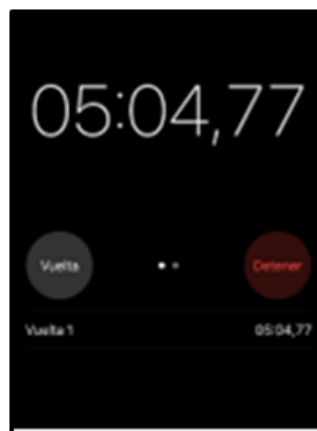
Figura 4.12: Mensaje de alerta



Fuente: Los Autores

Una vez que el CO del aire del habitáculo se disipe, el sistema volverá a su punto inicial, en estas condiciones se demoraría aproximadamente 5 minutos después de apagar el motor. El relé se desactivará y se podrá encender el motor de nuevo.

Figura 4.13: Tiempo estimado que el CO se disipe



Fuente: Los Autores

4.3 Costo del prototipo

A continuación, se detalla un costo de producción del sistema propuesto, en la tabla se muestran a detalle los costos invertidos:

Tabla 4.1: Detalles de costo del Prototipo

Tipo	Descripción	Valor Estimado
Equipos	Microcontrolador ESP-32, software especializado (compatible con el microcontrolador ESP-32), plataforma de mensajería.	30
Materiales	Cables, sensores de CO, relés, luces led, pantalla LCD.	10
Herramientas	Multímetro, cables, cinta aislante, caudín, destornilladores.	15
Capacitación	Curso de manejo de programación de microcontroladores.	20
Asesoría Externa	Costo por horas de tutor externo.	15
Movilización	Gastos por traslado al sitio del proyecto, pruebas con vehículo	10
	TOTAL	171

Fuente: Autores

El gasto final sin añadir el costo de mano de obra sería de 171 dólares, dado que se buscó componentes económicos, pero sin sacrificar su calidad.

CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de alerta oportuna para CO en un automóvil es un objetivo importante que puede contribuir a la seguridad de los ocupantes del vehículo.
- El sistema de monitoreo para el análisis de CO puede ayudar a prevenir la intoxicación por CO al detectar niveles elevados de CO en el aire. El sistema puede emitir una alerta visual y sonora cuando el nivel de CO esté próximo a llegar al límite.
- La implementación de un sistema de bloqueo puede ayudar a reducir el riesgo de accidentes y lesiones y proteger la seguridad de las personas y los equipos.
- Un sistema de mensajería GSM para brindar atención médica a los ocupantes del automóvil puede ayudar a reducir el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia y mejorar la atención médica que reciben las personas involucradas

RECOMENDACIONES

- El sensor de CO debe ser lo suficientemente sensible para detectar la presencia de CO a concentraciones bajas, llegando a la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un límite de exposición al CO de 10 ppm durante 8 horas. Un sensor de CO con una sensibilidad de 5 ppm o inferior sería adecuado para detectar concentraciones de CO que representan un riesgo para la salud.
- El mecanismo de bloqueo del motor debe ser rápido y eficaz para evitar que las personas se expongan al CO durante un tiempo prolongado.
- Tener una operadora telefónica eficaz para que la cobertura sea efectiva para que la notificación sea eficiente y segura para el usuario.
- En futuras versiones del proyecto se recomienda utilizar la salida del relé normalmente abierta para que en su activación baje alguna ventana del habitáculo, eso ayudara al ingreso de aire para reducir el tiempo de la salida de CO del vehículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- *¿Qué es Twilio Flex?* (s. f.). <https://www.twilio.com/es-mx/docs/flex/admin-guide/what-is-twilio-flex>
- C, S. (2022, 16 noviembre). *Relevador con Arduino*. Control Automático Educación. https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/relevador-con-arduino/#google_vignette
- Carmentate, J. G. (2022, 13 enero). *Cómo programar ESP32 con IDE Arduino. Programarfacil Arduino y Home Assistant*. <https://programarfacil.com/esp8266/programar-esp32-ide-arduino/>
- Del Rosario, E. (2018, 15 diciembre). *1.4 IDE Arduino con ESP32 – GIRNI*.
- El Comercio. (15 de enero de 2019). *Dos policías aparecen muertos en un patrullero en el norte de Quito*. El Comercio, pág. s.n.
- Fuentes, J. G., Barly, L. P., González, Y. G., Noda, D. O. R., & Díaz, R. G. (2019). *Intoxicación por monóxido de carbono*. Revista Cubana de Medicina Militar, 48(2), 245-251. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=91264>
- *GeekCreit® IIC / I2C 1602 Blue Backlight LCD Display Screen module GeekCreIT for Arduino - products that work with official Arduino boards*. (s. f.). Elecbee Factory. https://www.elecbee.com/en-29832-IIC-I2C-1602-Blue-Backlight-LCD-Display-Screen-Module-for-Arduino-products-that-work-with-official-Arduino-boards?network=g&campaign=18719854073&adgroup=140153146062&creative=630917925115&keyword=&target=pla-296303633664&matchtype=&devicemodel=&placement=&feeditemid=&adposition=&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAqNSsBhAvEiwAn_tmxWiRIx6O16EMN8lHJVqR18UtyUXD890JeCeyQwEP1cQ7DtiQoum-qRoCFMYQAvD_BwE
- <http://blog.espol.edu.ec/girni/ide-arduino-con-esp32/>
- Luz y Color 2000. (2022, 24 mayo). *Tipos de tiras LED y cómo elegir una tira LED de calidad para tu proyecto*. Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación. <https://www.luzycolor2000.com/noticias/tipos-de-tiras-led/>

- Manurung, MB, Darmawan, D. e Iskandar, RF (2018). Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ7. *eProceedings of Engineering*, 5 (2). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6530>
- Marujita. (2023, 6 julio). *Bus SATA*. Muy Tecnológicos. https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/bus-sata#google_vignette
- MQ-7B Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide. (s. f.). https://www.winsensor.com/product/mq-7b.html?campaignid=10463186768&adgroupid=106436712169&feeditemid=&targetid=kwd-3867008541&device=c&creative=483248513740&keyword=monoxide%20sensor&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA4smsBhAEEiwAO6DEjWV-Uf7O6lo1VRFw9A2ci6QLOvAyegfM-yNhaEskneRZK-p_73xEWRoCG7gQAvD_BwE
- Ornelas, C. E. C., Tafoya, E. M., Rodríguez, M. D. C. L., Olvera, M. D. L. Á. S., & Ventura, E. (2016). Beneficios de las Certificaciones en ISO 9001: 2008 y en ISO TS 16949: 2009 en Empresas de Aguascalientes. *Conciencia tecnológica*, (52), 19-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6409011>
- *Siafa SRL*. (s. f.). <https://siafa.com.ar/notas-tecnicas/cual-es-la-diferencia-entre-el-monoxido-de-carbono-co-y-el-dioxido-de-carbono-co2>
- *Suzuki Grand Vitara 5P 2.0 JLX-A (2008-2010) | Precio y ficha técnica - km77.com*. (s. f.). Km77.com. <https://www.km77.com/coches/suzuki/grand-vitara/2009/5-puertas/jlx-a/grand-vitara-5p-20-jlx-a/datos>
- Terán, J. C. R., Montalvo, J. S. C., & Contag, P. M. C. (2023). Análisis comparativo de combustibles entre Colombia y Ecuador a partir de la norma INEN 2203 utilizada en la revisión técnica vehicular. *Dominio de las Ciencias*, 9(4), 1118-1139. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3641>

ANEXOS.

Anexo 1: Ficha técnica vehicular Grand Vitara SZ 2.0L

ficha tecnica SZ 2.0 - 24x21
retiro

GRAND VITARA SZ 2.0L

• INCORPORADO • OPCIONAL

ESPECIFICACIONES

	SZ 2.0L 71W 4x2	SZ 2.0L 71W 4x2				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Motorización c.c.	1995					
Válvulas	16					
Potencia Neta (HP@rpm)	138 @ 6000					
Torque Neto (Nm@rpm)	183 @ 4000					
Alimentación	MPFI					
Transmisión	Manual 5 velocidades					
Tipo	4x2					
Dirección	Hidráulica piñón y cremallera					
Suspensión delantera	Independiente McPherson barra estabilizadora					
Suspensión posterior	Independiente Multilink, Puntas McPherson					
Frenos delanteros	Disco ventilado					
Frenos posteriores	Disco ventilado					
Llantas	225/70 R16					
EXTERIOR						
Bumper delantero	BodyColor / Paso de aire					
Grilla frontal	Gris					
Espejos retrovisores laterales	BodyColor con luz direccional Led					
Rieles de techo	•					
Reflectores de luz posteriores	•					
Rines	Aluminio 16"					
Manijas exteriores	BodyColor					
Tapa de llanta posterior	•					
INTERIOR						
Volante de cuero	Con mandos de radio y ajustable en altura					
Tapicería	Tela					
Computador a bordo	•					
Pantalla información tablero	•					
Aire acondicionado con climatizador	•					
Radio Android con pantalla táctil	•					
Cámara de retro	•					
Sensores de parqueo	•					
Bandeja porta-objetos central	•					
Lámpara maletero	•					
Cobertor porta-equipaje	•					
Luces de lectura conductor y pasajero	•					
Asiento posterior abatible 60/40	•					
Apoyabrazos central del/post	•					
SEGURIDAD						
Bolsa de aire conductor y pasajero	•					
Frenos ABS con EBD	•					
ChevyStar	o					
Bloqueo central	•					
Barras de protección puertas laterales	•					
Cinturones de seguridad 3 puntos ajustables	•					
Desempañador vidrio trasero	•					
Tercera luz de freno	•					
Espejo retrovisor interior día y noche	•					
Anclaje de seguridad ISOFIX asientos de niño	•					
Seguro de niños puertas posteriores	•					
Alerta de cinturón de seguridad para el conductor	•					
COLORES						
Blanco	Plateado	Plata	Negro	Oro	Rojo	Vino
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PESOS Y CAPACIDADES						
Capacidad de carga (Kg)	597					
Tanque combustible (Lts)	66					



ENCUÉNTRALO EN LA RED DE CONCESIONARIOS CHEVROLET A NIVEL NACIONAL:

• QUITA MANA • ALTUZASA • AUTOMOTORES CONTINENTAL • AUTOMOTORES DE LA BENTON
 • CENTRAL S.A. • ESCALADO • F. ANA • F. M. • H. B. • H. C. • H. D. • H. E. • H. F. • H. G. • H. I. • H. J. • H. K. • H. L. • H. M. • H. N. • H. O. • H. P. • H. Q. • H. R. • H. S. • H. T. • H. U. • H. V. • H. W. • H. X. • H. Y. • H. Z.
 • P. R. • P. S. • P. T. • P. U. • P. V. • P. W. • P. X. • P. Y. • P. Z.

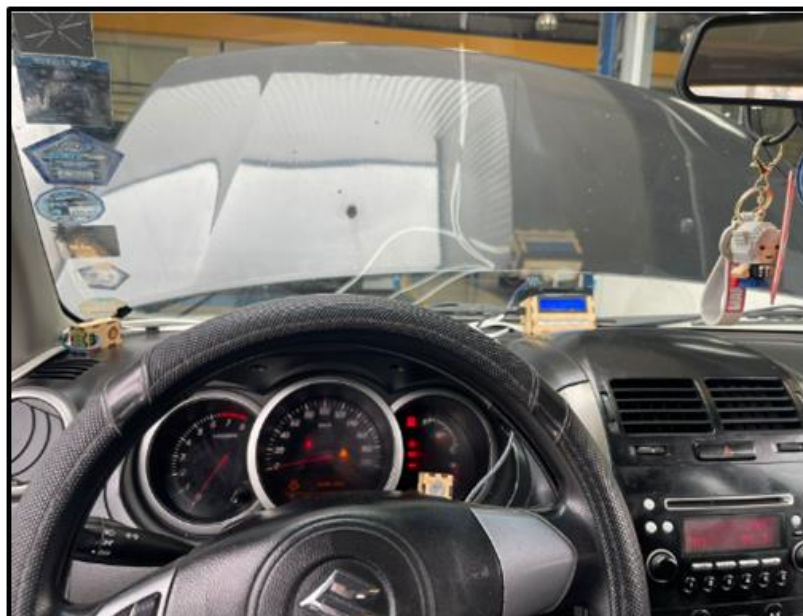
*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

chevrolet.com.ec | 1-800-CHEVROLET | 243676

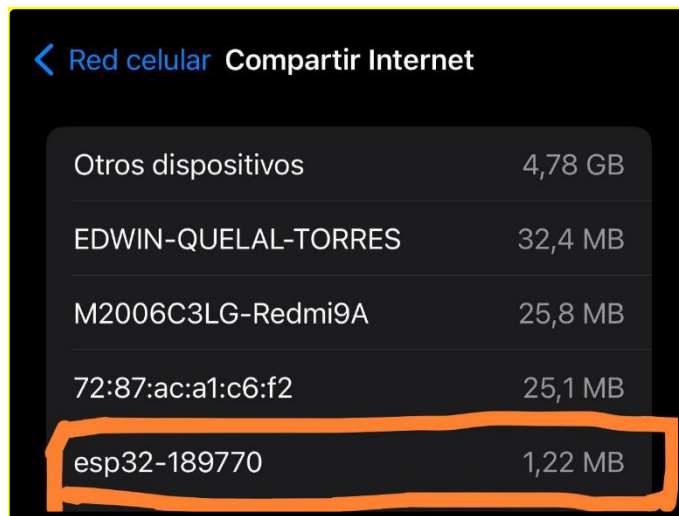
Anexo 1.1: Vehículo manipulado para la correspondiente conexión



Anexo 1.2: Habitáculo del vehículo



Anexo 4.1: conexión WI-FI de esp-32



Red celular Compartir Internet	
Otros dispositivos	4,78 GB
EDWIN-QUELAL-TORRES	32,4 MB
M2006C3LG-Redmi9A	25,8 MB
72:87:ac:a1:c6:f2	25,1 MB
esp32-189770	1,22 MB