



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA  
EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS**

*Proyecto Integrador*

“Sistema para detección y extinción de fuego en el capó  
automotriz en un automóvil tipo sedán”

*Que para obtener el título de*

***Ingeniero en Sistemas Automotrices***

Presenta:

Bedolla Herrera Juan Antonio

Terán Rivas Fernando

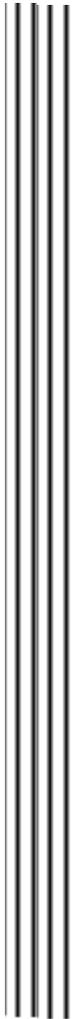
Asesores:

Dra. Blanca Rosa Briseño Tepepa

Dr. Ottmar Raúl Reyes López

M. en H. Sandra Martínez Solís

22 de Mayo del 2022



**upiita-ipn**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS**

*Proyecto Integrador*

“Sistema para detección y extinción de fuego en el capó  
automotriz en un automóvil tipo sedán”

*Que para obtener el título de*

**Ingeniero en Sistemas Automotrices**

Presenta:

  
\_\_\_\_\_  
Bedolla Herrera Juan Antonio

  
\_\_\_\_\_  
Terán Rivas Fernando

Asesores:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Blanca Rosa Briseño Tepepa

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ottmar Raúl Reyes López

  
\_\_\_\_\_  
M. en H. Sandra Martínez Solís

  
upiita-ipn

**Presidente del Jurado**

  
\_\_\_\_\_  
M. en E. Martha Adoración Cedillo Rivas

**Profesor Titular**

  
\_\_\_\_\_  
M. en C. Cecilia Fernández Nava



## Autorización de uso de obra

**Instituto Politécnico Nacional**

**P r e s e n t e**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Bedolla Herrera Juan Antonio (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada Sistema para detección y extinción de fuego en el capó automotriz en un automóvil tipo sedán

\_\_\_\_\_, en adelante “La Tesis” y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA “La Tesis” por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a “El IPN” de su terminación.

En virtud de lo anterior, “El IPN” deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de “La Tesis”. Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de “La Tesis”, manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de “La Tesis”, por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de “La Tesis” o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 22 de Mayo de 2022

**Atentamente**

\_\_\_\_\_



## Autorización de uso de obra

**Instituto Politécnico Nacional**

**P r e s e n t e**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Terán Rivas Fernando (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada Sistema para detección y extinción de fuego en el capó automotriz en un automóvil tipo sedán

\_\_\_\_\_, en adelante “La Tesis” y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA “La Tesis” por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a “El IPN” de su terminación.

En virtud de lo anterior, “El IPN” deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de “La Tesis”. Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de “La Tesis”, manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de “La Tesis”, por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de “La Tesis” o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 22 de Mayo de 2022

**Atentamente**

\_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecemos a esta gran institución llamada Instituto Politécnico Nacional por aceptarnos y formarnos dentro de ella, así como a la ESIME y UPIITA, que nos permitieron desarrollar nuevas actitudes y aptitudes que nos convierte en unas mejores personas y profesionistas.

Agradecemos a cada una de las personas que formaron parte de esto, ya que sin el apoyo principalmente de nuestros padres, nada de esto hubiera sido posible, pero ellos no son los únicos que ayudaron a que todo este esfuerzo diera los resultados esperados, también agradecemos a nuestros maestros y en especial a nuestros asesores, que sin su tiempo, apoyo y conocimiento no se hubiese podido culminar con este este proyecto.

Todos estos sentimientos hacia estas personas que nos han ayudado a lo largo de esta etapa de vida, nos hace sentir de manera inefable, y nos encontramos extremadamente agradecidos con ellos.

Bedolla Herrera Juan Antonio

Terán Rivas Fernando

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	2
<b>Objetivo general</b> .....	2
<b>Objetivos específicos</b> .....	2
<b>Introducción</b> .....	3
<b>Capítulo I</b> .....	6
<b>Antecedentes</b> .....	6
<b>PRI-SAFETY Sistema automático de extinción de incendios para autobuses</b> .....	6
<b>NOM-157-SCFI-2005</b> .....	7
<b>Naturaleza del fuego</b> .....	9
<b>Tipos de fuego</b> .....	10
<b>Factores que originan el fuego</b> .....	11
<b>Material combustible</b> .....	11
<b>Energías de activación en el motor</b> .....	12
<b>Tipos de extintores</b> .....	12
<b>Eliminación del fuego</b> .....	15
<b>Norma IPC 2221B</b> .....	16
<b>Normas utilizadas en el diseño de placas PCB en el área automotriz</b> .....	17
<b>Capítulo II</b> .....	20
<b>Planteamiento del problema</b> .....	20
<b>Capítulo III</b> .....	22
<b>Propuesta de solución</b> .....	22
<b>Requerimientos del sistema</b> .....	23
<b>Alcance del proyecto</b> .....	23
<b>Capítulo IV</b> .....	26
<b>Inductores eléctricos</b> .....	27
<b>Ley de Lorentz</b> .....	29
<b>Elementos del sistema</b> .....	30
<b>Microcontrolador</b> .....	30
<b>Comparación y elección de microcontrolador</b> .....	30
<b>Transistor</b> .....	30
<b>Actuador eléctrico lineal</b> .....	32
<b>Optoacoplador</b> .....	33
<b>Buzzer</b> .....	33
<b>Sensor Infrarrojo detector de llama</b> .....	33

Componentes químicos de matafuegos casero.....	39
Capítulo V .....	41
Diseño .....	41
Capítulo VI.....	43
Cálculos de etapa de potencia .....	43
Cálculo de volumen y caudal del extintor .....	44
Calculo y diseño de placa PCB .....	45
Capitulo VII.....	50
Pruebas.....	50
Pruebas del sensor infrarrojo.....	50
Pruebas de distancia.....	53
Pruebas con dos sensores infrarrojos .....	54
Activación con MOSFET .....	55
Prueba elaboración del CO <sub>2</sub> (mata fuego).....	56
Prueba de vaciado del extintor.....	57
Electroválvula .....	57
Actuador lineal.....	58
Capitulo VIII.....	59
Validación del sistema .....	59
Capitulo IX.....	60
Resultados del sistema extinción de fuego en el motor .....	60
Conclusiones .....	61
Trabajos futuros.....	62
Anexos .....	63
Referencias .....	66
Apéndice A Lista de materiales del circuito .....	71
Apéndice B Manual de usuario .....	73

## Índice de figuras

Figura. 1 Sistema Automático de extinción de incendios para autobuses.....	6
Figura. 2 triangulo de fuego [8] .....	9
Figura. 3 tetraedro de fuego [9] .....	9
Figura. 4 símbolo clase A [10].....	10
Figura. 5 Símbolo clase B [10].....	10
Figura. 6 Símbolo clase C [10].....	10
Figura. 7 Símbolo clase D [10].....	10
Figura. 8 Símbolo clase K [10].....	10
Figura. 9 Símbolo matafuego de agua [10] .....	12
Figura. 10 Símbolo matafuego de espuma [10].....	13
Figura. 11 Símbolo matafuego de CO2 [10] .....	13
Figura. 12 Símbolo matafuego de polvo químico seco [10] .....	13
Figura. 13 Símbolo matafuego de clase K [10] .....	13
Figura. 14 Símbolo matafuego Haloclean [10] .....	14
Figura. 15 Símbolo matafuego clase D [10].....	14
Figura. 16 Símbolo matafuego agua vaporizada [10] .....	14
Figura. 17 Diagrama de bloques sensor infrarrojo .....	22
Figura. 18 Sensor de temperatura .....	22
Figura. 19 Inductor con nucleó ferromagnético [28] .....	27
Figura. 20 Núcleo de aire [28] .....	27
Figura. 21 Campo magnético.....	28
Figura. 22 MOSFET .....	31
Figura. 23 Grafica del MOSFET .....	31
Figura. 24 Actuador eléctrico .....	32
Figura. 25 Tipos de Optoacopladores [17] .....	33
Figura. 26 Relación de radiación con longitud de onda .....	34
Figura. 27 Grafica de longitud de onda .....	34
Figura. 28 Calibre del cable VS amperaje [36].....	39
Figura. 29 Diagrama general del proyecto .....	41
Figura. 30 Simulación en Liviwire.....	43
Figura. 31 Consumo de amperaje de los actuadores .....	43
Figura. 32 Dimensiones del extintor .....	44
Figura. 33 Diseño del sistema para PCB .....	46
Figura. 34 Diseño del PCB.....	46
Figura. 35 Vista previa de la placa PCB en 3D.....	47
Figura. 36 Características para la fabricación del PCB .....	47
Figura. 37 PCB impresas .....	47
Figura. 38 Circuito soldado y montado en la placa PCB .....	48
Figura. 39 Voltaje de operación del sensor .....	51
Figura. 40 Circuito de control .....	52
Figura. 41 Pruebas del sensor de flama .....	52
Figura. 42 Distancia de lectura 40 CM .....	53
Figura. 43 Segunda prueba.....	53
Figura. 44 Dos sensores infrarrojos .....	54
Figura. 45 Voltaje de la fuente.....	55
Figura. 46 Prueba con foco de dos polos .....	55

Figura. 47 Prueba con electroválvula de canister .....	55
Figura. 48 Ácido cítrico .....	56
Figura. 49 Bicarbonato de sodio .....	56
Figura. 50 Agua .....	56
Figura. 51 Prueba regulando el CO2 .....	57
Figura. 52 Prueba actuadores lineales .....	58
Figura. 53 Sistema desactivado (cofre abierto) .....	59
Figura. 54 Sistema activado (detección de fuego) .....	59
Figura. 55 Modo manual .....	59
Figura. 56 Encendido de fuego en el motor .....	60
Figura. 57 Eliminación del fuego.....	60

## Índice de tablas

Tabla 1 Características de los microcontroladores .....	30
Tabla 2 Especificaciones de Actuador lineal.....	32
Tabla 3 Sensor IR.....	35
Tabla 4 Tipos de cables automotrices [25].....	36
Tabla 5 Tipos de cables de alta resistencia al fuego [26] .....	38
Tabla 6 Pruebas del sensor infrarrojo .....	50

## Resumen

El proyecto es un sistema de detección para incendios, el cual consiste en un sistema electromecánico, un circuito el cual es capaz de detectar si existe la presencia de flama por medio de dos sensores infrarrojos que detectan la luz emitida por la flama, estos sensores mandan la señal que reciben a un microcontrolador el cual es el cerebro del sistema que cumple con tres tareas, activa una alarma visual para que el usuario del vehículo pueda ver en su tablero, activa una alarma sonora, y controla dos actuadores lineales eléctricos los cuales generan la activación del extintor para que pueda apagar el incendio, el sistema se coloca en vehículos tipo sedán con motor pequeño para que tenga espacio el extintor.

Palabras clave: Detección, extinción, sedan, alarma.

## Abstract:

The project is a fire detection system which consists of an electromechanical system, a circuit which is capable of detecting if there is a flame by means of two infrared sensors that detect the light emitted by the flame, these sensors send the signal they receive to a microcontroller which is the brain of the system that fulfills three tasks, activates a visual alarm for the vehicle user to see on their dashboard, activates an audible alarm, and controls two electric linear actuators which generate the activation of the extinguisher so that it can put out the fire, the system is placed in sedan-type vehicles with a small engine so that the extinguisher has space.

Keywords: Detection, extinction, sedan, alarm.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema que se encargue de detectar un incendio en un vehículo tipo sedán de motor pequeño, en el área del motor por medio de sensores infrarrojos que detectan la luz emitida por la flama y pueda detener el incendio con la activación automática de un pequeño extintor.

### **Objetivos específicos**

- Desarrollar un código que sea capaz de detectar la luz emitida de una flama por medio de sensores infrarrojos.
- Diseñar y construir el sistema que pueda activar al extintor en el momento que detecte la luz de la flama.
- Diseñar el circuito electrónico en una placa impresa PCB.

## Introducción

Al conducir un vehículo las personas siempre se enfrentan a un riesgo posible que es el de estar involucrado en un accidente automovilístico, aunque no necesariamente el conductor sea el responsable de provocarlo. Tras sufrir un accidente automovilístico, uno de los peores panoramas que una persona puede sufrir es que su vehículo se incendie y más aún si alguna persona queda atrapada en él.

En la mayoría de las ocasiones se ha encontrado que un automóvil, sea eléctrico, de gasolina, diésel o híbrido, está propenso a incendiarse; esto debido a los diferentes materiales de los que está construido. Tomando como muestra los autos que poseen motor de combustión interna, que son los que más circulan en el mundo, son los más propensos a incendiarse por diferentes factores en el compartimiento del motor. Cada incendio diferente dependiendo de los factores que se produzcan por lo tanto el tiempo de propagación tiende a variar, pero se registran varios casos en donde el automóvil puede ser consumido en menos de 2 minutos, por ello, este panorama puede provocar daños mayores e irreparables en el vehículo si no hay una pronta reacción.

Pero sin importar los motivos que originen el fuego, se debe de tener una reacción pronta para evitar pérdidas materiales o humanas, por eso los matafuegos son importantes para la eliminación.

El presente documento se encuentra dividido en 6 capítulos, en el capítulo 1 primero se habla de los antecedentes, las primeras tecnologías que se desarrollaron para combatir el fuego de un incendio, los tipos de incendio y tipos de extintores para combatirlos, posteriormente, En el capítulo 2 se menciona cuál es el problema para resolver, En el capítulo 3 se muestra una propuesta de solución para combatir el problema que es el incendio en la parte del capo de un vehículo, y el alcance deseado de este sistema, El capítulo 4 habla de los conceptos necesarios para entender el sistema y explica cada fenómeno físico y los componentes del sistema, El capítulo 5 habla del desarrollo de la solución, es decir se muestra el diseño del circuito electrónico del sistema, y El capítulo 6 habla de la validación de resultados incluyendo cálculos matemáticos y pruebas físicas del sistema para verificar su buen funcionamiento.

# **Parte I**

## Panorama General

# **Capítulo 1:**

## Antecedentes

### Antecedentes

En sus inicios, los automóviles no contaban con ningún tipo de sistemas de seguridad, solo con los sistemas básicos para que funcionara, tras el paso de los años los sistemas fueron evolucionando hasta casi lograr tener un sistema o mecanismo que ayude en cualquier situación, uno de ellos es el de desactivación de la bomba de gasolina en un accidente, este sistema trabaja en conjunto con los sensores de colisión, que al tener un incidente, el sistema deshabilita la bomba de gasolina, esto porque es muy difícil apreciar de buena manera los daños provocados por la colisión y como la computadora no cuenta con una función de diagnóstico de cada sistema deshabilita los sistemas que puedan generar una catástrofe mayor. Otros vehículos para ser más eficientes cuentan con un módulo que corta por completo la corriente eléctrica del acumulador hacia el resto del vehículo esto para evitar posibles cortos circuitos que al entrar en contacto con un material o líquido inflamable puedan provocar un incendio. [2]

A continuación, se presenta el funcionamiento de un sistema pionero para la extinción de incendios para vehículos.

### **PRI-SAFETY Sistema automático de extinción de incendios para autobuses**

PRI-SAFETY Sistema automático de extinción de incendios del vehículo para autobuses que se muestra en la *Figura 1* Este sistema está instalado en el compartimiento del motor del autobús, es completamente automático y no requiere electricidad. Para la sala de máquinas del vehículo, podemos elegir un sistema diferente, un sistema de espuma AFFF3% o un sistema FM200 o un sistema de polvo seco. Los diferentes sistemas tienen diferentes tubos de descarga y boquillas. [5]



*Figura. 1 Sistema Automático de extinción de incendios para autobuses.*

Obtenida de: <http://www.chinesefire.net/automatic-fire-suppression-systems/pri-safety-vehicle-automatic-fire-suppression.html>.

Principio activo del producto:

Paso 1: El tubo de detección se rompe en el orificio cuando la temperatura alcanza 140 °C o 160 °C, y rocía a través del orificio (o empuja la válvula manual en el extremo del tubo de detección, libera la presión del extremo del tubo y rocía).

Paso 2: La caída de presión resultante hace que se active la válvula de cabeza.

Paso 3: la válvula se abrió y el agente se descargó a través de la tubería de descarga a las boquillas.

Paso 4: Agente que cubre el área y suprime el fuego de forma rápida y completa.

Este sistema es totalmente automático y es totalmente independiente de la electricidad. [5]

Este sistema de extinción de fuego guarda similitudes con el prototipo desarrollado en este trabajo, pero su sistema tiene varias limitantes, las cuales son: que su sistema solo se aplica a autobuses de pasajeros y que su sistema es analógico, esto quiere decir que solo se activa y no muestra ninguna señal de advertencia o prevención.

A diferencia de este sistema, el que se presenta en este escrito puede ser aplicado a cualquier vehículo de combustión interna, pero principalmente a autos de 3 o 4 cilindros, otra diferencia es que el sistema monitorea detecta si existe una flama por medio de la luz emitida, gracias a un sensor infrarrojo.

Existen diferentes normas que rigen el uso de extintores, a continuación, se presenta la más relevante para el área automotriz.

#### **NOM-157-SCFI-2005**

Equipo de protección contra Incendio-Extintores como dispositivo de seguridad de uso en vehículos de autotransporte particular, público y de carga en general.

La evolución de la industria automotriz en las últimas décadas ha traído como consecuencia el desarrollo de los dispositivos de seguridad que permitan minimizar los riesgos a los que se encuentran sometidos los ocupantes de los vehículos automotores; ante una posibilidad de incendiarse se debe de considerar el extintor como un dispositivo de seguridad fundamental.

La presente norma oficial mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los extintores que son utilizados en vehículos de autotransporte particular, público y de carga en general.

## Marco teórico.

- ★ Combustión: Una reacción química entre un cuerpo combustible con un comburente en presencia de una energía de activación. La combustión genera calor y gases y casi siempre llamas y humo.
- ★ Comburente: Elemento que no arde, pero hace arder un combustible, sosteniendo la combustión, con y sin llama. El más común es el oxígeno del aire, pero también hay otros materiales que poseen oxígeno dentro de su estructura molecular o que no poseen oxígeno, pero igual pueden iniciar o mantener la combustión como los cloratos, boratos, permanganatos, entre otros.
- ★ Combustible: Cuerpo sólido, líquido o gaseoso que es susceptible de arder.
- ★ Energía de activación: Fuente de calor necesaria para iniciar una combustión.
- ★ Fuego: Producto de una combustión.
- ★ Hollín: Partículas negras de carbón que se producen en una combustión incompleta.
- ★ Humo: Partículas carbonosas en suspensión en el aire, derivadas de la combustión incompleta de combustibles.
- ★ Incendio: Fuego fuera del control.
- ★ Punto de inflamación (Flash Point): Temperatura mínima a la cual un combustible emite suficientes vapores, los cuales mezclados con la suficiente cantidad de comburente y ante una fuente de ignición, se encienden, pero no mantienen la combustión.
- ★ Punto de fuego (Fire Point): Temperatura mínima que necesita un combustible para emitir suficientes vapores, estos vapores mezclados con la suficiente cantidad de comburente y ante una fuente de ignición, se encienden, manteniendo la combustión.
- ★ Punto de auto-inflamación (Ignition Point): Temperatura a la que una mezcla de gas combustible y comburente puede incendiarse espontáneamente a causa de su calor (o el calor del medio ambiente) sin la presencia de llama o chispa directa.
- ★ Reacción en cadena: Cuando un combustible comienza a arder en forma sostenida, esta reacción química produce calor que retroalimenta el combustible, aumentando la generación de gases y vapores. Este proceso se mantiene mientras exista calor en cantidad suficiente para poder continuar gasificando el combustible. [7]

## Naturaleza del fuego

Se considera incendio a la combustión y abrasamiento con llama, capaz de propagarse de un objeto u objetos que no estaban destinados a ser quemados en el lugar y momento en que se produce.

Se define combustión como el desarrollo de una reacción química de oxidación-reducción. Para que pueda darse es preciso que coexistan tres elementos, el combustible que pueda arder, el comburente que permita la reacción (normalmente el oxígeno del aire), y el calor o energía de activación que inicie la reacción. A estos tres factores se les conoce como “El Triángulo del Fuego” esto se muestra en la *Figura 2*. [8]



Figura. 2 triángulo de fuego [8]

La combustión es una reacción exotérmica, y parte del calor generado permite que se desarrolle la reacción en el momento siguiente con nueva generación de calor, y así sucesivamente, es decir, se produce una reacción en cadena que se agrega a los tres factores del triángulo del fuego (*Figura 2*). A ellos, junto con este cuarto se les denomina el Tetraedro del Fuego (*Figura 3*). [9]

El tetraedro de fuego se divide en diferentes componentes, como:

- Combustible: Cualquier sustancia capaz de reaccionar de forma rápida con el oxígeno. Esta reacción es posible con gas o vapor.
- Comburente: Cualquier mezcla de gases que contenga suficiente oxígeno para que se produzca la reacción rápida.
- Energía de activación: Energía mínima (calor) para generar una reacción química.
- Reacción en cadena: La combustión de la mezcla de combustible y comburente se mantiene al actuar parte del calor generado como energía de activación para el instante siguiente.



Figura. 3 tetraedro de fuego [9]

## Tipos de fuego

Clase A: Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, plástico, etc.). Para su extinción requieren de enfriamiento, o sea se elimina el componente temperatura. El agua es la sustancia extintora ideal. Se usan matafuegos Clase A, ABC o AB (*Figura 4*).



*Figura. 4 símbolo clase A [10]*

Clase B: Fuego de líquidos combustibles (pinturas, grasas, solventes, naftas, etc.). Se apagan eliminando el oxígeno o interrumpiendo la reacción en cadena que se produce durante la combustión. Se usan matafuegos BC, ABC, AFFF (espuma) (*Figura 5*).



*Figura. 5 Símbolo clase B [10]*

Clase C: Fuego de equipos eléctricos bajo tensión. El agente extintor no debe ser conductor de la electricidad por lo que no se pueden usar soluciones acuosas (matafuegos de agua o espuma). Se usan matafuegos Clase BC ó ABC. (Una vez cortada la corriente, se puede usar agua o extintores Clase A o espuma química AFFF) (*Figura 6*).



*Figura. 6 Símbolo clase C [10]*

Clase D: Fuego originado por metales inflamables. Los matafuegos cargados con agente extintor de polvo clase D, son especialmente apropiados para la protección de incendios son haya un riesgo con metales inflamables (sodio, magnesio, potasio, entre otros) (*Figura 7*).



*Figura. 7 Símbolo clase D [10]*

Clase K: Fuego de aceites vegetales o grasas animales. Requieren extintores especiales para fuegos Clase K, que contienen una solución acuosa de acetato de potasio que en contacto con el fuego producen un efecto de saponificación que enfría y aísla el combustible del oxígeno (*Figura 8*). [10]



*Figura. 8 Símbolo clase K [10]*

## **Factores que originan el fuego**

Para que se produzca un incendio son necesarios los siguientes factores:

- Materiales combustibles.
- Comburente.
- Energía activa (calor).
- Reacción en cadena no inhibida.
- Progresión incontrolada de la combustión.

## **Material combustible**

Un combustible es una sustancia que generalmente es de tipo orgánico, capaz de combinarse con el oxígeno de forma rápida y con producción de luz y calor (combustión).

En general, estas sustancias desprenden vapores al ser calentadas, y son estos vapores los que reaccionan con el oxígeno. Los tipos de combustibles se dividen en:

Sólidos  
Líquidos  
Gases  
Metales

Dependiendo de la materia prima, encontramos distintos tipos de incendios y diferentes formas en las que se desarrolla. Las características más importantes de los combustibles a considerar son:

- Temperatura de inflamación.
- Temperatura de combustión (ignición).
- Temperatura de auto inflamación.
- Energía mínima de ignición.
- Potencia calorífica.

Para líquidos y gases, se consideran también de estas características, otros aspectos como los límites de inflamabilidad (inferior y superior) y la temperatura de ebullición.

- Un gas combustible arde a cualquier temperatura.
- Un líquido “inflamable” arde a temperatura ambiente y cualquier foco de ignición puede prenderlo, ya que su temperatura de combustión es baja: La gasolina arde a partir de los 40°C bajo cero
- Un líquido “combustible” como el gasóleo, requerirá un ligero calentamiento, y entonces cualquier foco de ignición podrá inflamarlo comportándose entonces como los líquidos “inflamables”.

## Energías de activación en el motor

Térmicos:

- Motores.

Eléctricos:

- Sobrecargas en instalaciones.
- Cortocircuitos.
- Electricidad estática.
- Arco eléctrico.

Mecánicos:

- Calor o chispas producidos por fricción.

Químicos:

- Reacciones exotérmicas.

Dependiendo de la velocidad a la que se produce la combustión, podemos distinguir entre:

- ❖ Deflagración: Combustión cuya velocidad es inferior a la velocidad del sonido, por lo que el frente de llamas va por detrás de la onda sonora.
- ❖ Detonación: Combustión de velocidad superior a la velocidad del sonido, por lo que el frente de llamas va por delante de la onda sonora.

## Desarrollo de un incendio

El calor liberado en el proceso de combustión en fase incipiente se transmite en un primer instante por convección, pasando conforme se va propagando y durante su máximo apogeo a transmitirse por radiación y convección de igual manera, siendo la conducción, como proceso transmisor, despreciable respecto al resto.

## Tipos de extintores

- Matafuego de agua

Actúan llevando la temperatura por debajo del punto de ignición. Son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A. Aplicaciones típicas: carpinterías, archivos, aserraderos, depósitos, hospitales, etc. (*Figura 9*).



*Figura. 9 Símbolo matafuego de agua [10]*

- Matafuego de espuma (agua con AFFF)

Además de disminuir la temperatura aíslan el combustible del oxígeno. Son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A y Clase B. Aplicaciones: industrias químicas, petroleras, laboratorios, estaciones de servicio, comercios de distribución de productos químicos, transporte, etc. (*Figura 10*)



Figura. 10 Símbolo matafuego de espuma [10]

➤ Matafuego de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Eliminan el oxígeno creando una atmósfera inerte y disminuyen el calor debido a la baja temperatura de este. Su aplicación se remite a lugares donde la acción del viento no interfiera con la extinción. Los matafuegos con base en CO<sub>2</sub>, deben usarse únicamente para extinguir fuegos Clase B o C. Son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de incendio Clase B y Clase C. Aplicaciones: industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc. (Figura 11)



Figura. 11 Símbolo matafuego de CO<sub>2</sub> [10]

➤ Matafuego de polvo químico seco (ABC)

Actúan interrumpiendo la reacción química presente en el fuego. El polvo químico ABC es el agente extintor más utilizado en la actualidad y es efectivo para fuegos clase A, B y C. En los fuegos clase A actúa enfriando la superficie en llamas ya que se funde, absorbiendo calor, además crea una barrera entre el oxígeno y el combustible en llamas. Diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A, Clase B o Clase C. Existen polvos químicos para fuegos B y C, utilizados generalmente cuando no existen elementos que producen fuegos de clase A. Aplicaciones: Industrias, oficinas, viviendas, depósito de combustibles, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc. (Figura 12)



Figura. 12 Símbolo matafuego de polvo químico seco [10]

➤ Matafuego Clase K para cocinas

Contienen una solución con base en acetato de potasio, son utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados. Para este fin, se requiere un agente extintor que refrigere y a la vez reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que sella la superficie aislándola del oxígeno. La fina nube vaporizada previene que el aceite salpique, atacando solamente la superficie del fuego. Los extintores con base en acetato de potasio para fuegos de clase K fueron creados especialmente para extinguir fuegos de aceites vegetales en freidoras de cocinas comerciales. Aplicaciones: restaurantes, cocinas industriales, etc. (Figura 13)



Figura. 13 Símbolo matafuego de clase K [10]

➤ Matafuego A HALOCLEAN (halogenados)

Actúan, al igual que los extintores con base en polvo, interrumpiendo la reacción química en cadena. Tienen la ventaja de ser agentes limpios, no dejan residuos luego de la extinción. Los Matafuegos con base en HCFC 123 y FE 236 bajo presión son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A, Clase B y Clase C. Aplicaciones: áreas de computadoras, comunicaciones, bibliotecas, documentos, galerías de arte, laboratorios, etc. (Figura 14)



Figura. 14 Símbolo matafuego Haloclean [10]

➤ Matafuego de polvo para fuegos Clase D

Se utilizan para extinguir fuegos de metales combustibles (sodio, litio, potasio, etc.). Estos materiales pueden generar incendios cuando se encuentran en forma de polvo o astillas. Debido a que autogeneran oxígeno en el interior ninguno de los agentes es apto para extinguirlo, deben utilizarse polvos específicos para fuegos de metales, (Figura 15)



Figura. 15 Símbolo matafuego clase D [10]

➤ Matafuego de agua vaporizada

Son diseñados para proteger todas las áreas que contienen riesgos de fuegos Clase A y Clase C en forma eficiente, segura y donde se requiera un agente limpio.

Tienen una boquilla de salida especialmente diseñada para producir la salida del agua en forma de niebla, que sumado a que el agente extintor es agua desmineralizada, lo convierten en un agente extintor que no conduce la electricidad. Por otra parte, no daña los equipos electrónicos que no fueran atacados por el fuego. Aplicaciones: hospitales, servicios aéreos, bancos, museos oficinas, centro de cómputos, industrias electrónicas, centro de telecomunicaciones, escuelas, supermercados, etc. (Figura 16) [10]



Figura. 16 Símbolo matafuego agua vaporizada [10]

## Eliminación del fuego

Según el elemento que se elimine aparecerán los diferentes mecanismos de extinción:

**Sofocación:** Eliminar el comburente (oxígeno) de la combustión.

**Enfriamiento:** Consiste en eliminar el calor (energía de activación) para reducir la temperatura del combustible, a un punto en el que no deje escapar suficientes vapores para obtener una mezcla de combustión en la zona de fuego.

**Rotura de reacción en cadena o inhibición:** Consiste en interponer elementos catalizadores que impiden la transmisión del calor de unas partículas a otras del combustible. [7]

Las temperaturas características de los combustibles son:

- ❖ **Temperatura de vaporización:** Es la temperatura a la que hay que calentar un combustible para que comience a destilar vapores, aunque éstos son todavía incapaces de arder aun acercándose un punto de ignición.
- ❖ **Temperatura de ignición:** Es la temperatura a la que el combustible a emitir vapores capaces de inflamarse en contacto con una llama, pero incapaces, por escasos, de mantenerse ardiendo.
- ❖ **Temperatura de inflamación:** Es la mínima temperatura a la que un combustible emite una cantidad suficiente de vapores capaces de inflamarse en contacto con una llama y mantenerse encendida hasta que se consuma el combustible.

*\* imágenes obtenidas de:*

[http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso\\_conato.pdf](http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso_conato.pdf)

<https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/5372/PFCAnero.pdf?sequence=1>

<https://melisam.com/tipos-de-matafuegos/>.

## **Norma IPC 2221B**

El IPC (Association Connecting Electronics Industries). Es una asociación de la industria electrónica mundial, de base norteamericana, fundada en 1957, que agrupa: diseñadores, fabricantes, ensambladores de equipos, productor o aparatos electrónicos, y entidades de gobierno y educativas.

Las normas IPC son una herramienta basada en la experiencia y en la industria, guía de las mejores prácticas de diseño, fabricación, ensamble, inspección de circuitos impresos o PCB (Printed Circuit Board), cables, conectores, insumos de soldadura, pruebas y muchos elementos más. Al aplicarlas ayudan a alcanzar altos niveles de calidad. También ayudan a optimizar el proceso completo de manufactura, reducir el tiempo de lanzamiento al mercado y obtener un producto con mejor desempeño.

La norma más usada para el diseño de circuitos impresos es la IPC 2221, esta define los requerimientos para el diseño de PCB, establece unos principios de diseño y recomendaciones incluye el montaje o ensamble de los componentes, tipo THT o de huecos pasantes, de superficie SMT. La norma IPC 2221 se usa mucho junto con la 7351, la IPC T 50 y la IPC D 325.

La norma define su alcance y propósito, este es definir los principios y recomendaciones de diseño PCB, su ensamble y forma para PCB orgánicos, de tipo flexibles, rígidos, de una dos o multicapa, haciendo claridad que no define lineamientos de desempeño o de aceptación de ensambles. También define la familia de normas más usadas en el diseño de placas de circuito impreso PCB.

La norma explica la importancia de la planeación, antes de hacer un diseño. Cada decisión diseño tiene consecuencias e impacto en la fabricación, el ensamble, las pruebas, servicio, vida útil, esto se suele llamar DFM o diseño para manufactura.

Se debe entender completamente como cada característica de diseño como: pistas, pads, huecos, terminado, recubrimientos, marcado, impactan la fabricación y la hacen más o menos compleja, susceptible a fallas y también más costosa, así como el ensamble más complejo y las pruebas más difíciles o imposibles de hacer.

Los criterios de selección de material para una PCB deben tener en cuenta los ambientes de trabajo, temperatura, vibración, frecuencia, entre otros, para asegurar la fiabilidad e integridad.

Se deben considerar el antisolder o solder mask, los recubrimientos conformados, la fibra de vidrio o material de laminado, epoxyco o adhesivos, las perforaciones marcaciones para evitar daños por ESD (descarga electroestática).

Es fundamental tener en cuenta las características mecánicas, ya que estas deben responder a la planeación y los requerimientos de desempeño del producto, rigidez, temperatura, vibración, humedad, desempeño eléctrico.

El IPC 2221 habla de tener presente: el tamaño del PCB, su forma física, para ser fabricado y el balance de sus características físicas que facilitan o dificultan la fabricación: tamaño del pad vs huecos, teardrops, espesor del PCB, forma y tamaño del PCB, pila de capas, espaciamiento y ancho de pistas.

Para el diseño de los PCB, se debe tener en cuenta la naturaleza eléctrica de los circuitos, para la ubicación deben ser separados por función: alimentación, circuitos analógicos, circuitos digitales, considerar la distribución de potencia, retorno de DC, AC, alta frecuencia, radio frecuencia.

También se debe tomar en cuenta el control de la temperatura y la disipación de calor mediante el diseño térmico, pues esto puede impactar el estrés de un circuito y afectar su fiabilidad del PCB, la soldadura y los componentes, el mecanismo de disipación de calor debe ser definido con anticipación, teniendo en cuenta el ambiente hostil o no en que se va a desenvolver.

### **Normas utilizadas en el diseño de placas PCB en el área automotriz**

Para la manufactura de circuitos impresos de manera profesional y estandarizada se utilizan diversas normas, como en el área automotriz y aeroespacial, que son áreas enfocadas a diferentes tipos de transporte y sus sistemas tienen necesidades más específicas, algunas de estas normas pueden ser:

- IPC T-50: Es un diccionario de términos y definiciones para circuitos, PCB y empaquetados de toda la industria, para quien necesite conocer todos los conceptos y términos.
- IPC 2221: Norma genérica para la fabricación de PCB.
- IPC 2231: Diseño para manufactura, diseño para ensamble, costos, pruebas, confiabilidad, para protección del medio ambiente.
- IPC 2222: Norma especificada para la manufactura de circuitos rígidos, selección de componentes para dichos circuitos.
- IPC 7351: Norma para diseño de pads, para diseñadores que trabajan con circuitos impresos con componentes de montaje superficial, contiene geometrías, componentes, tamaños, formas y las tolerancias apropiadas para asegurar una soldadura optima, que cumpla con otras normas de manufactura que exigen empresas, entidades o multinacionales.
- IPC 2251: Guía de diseño para empaquetados de circuitos de alta velocidad. Directrices para el diseño de circuito de alta velocidad, para diseñadores y circuitos, los ingenieros fabricantes de tableros y personal.
- IPC 2252: Norma para diseñadores avanzados, guía de diseño para placas de circuitos de RF o microondas, fabricación y prueba de PCB utilizadas en aplicaciones de alta frecuencia (100 MHz a 30 GHz). Tipo de interconexiones y estrategias de montaje de chips.
- IPC 2223: Norma para el diseño de circuitos flexibles, o flexibles/rígidos, que serán doblados o manipulados.

- IPC D-325: Norma Para documentar profesionalmente un diseño de PCB o electrónico, su entrega, mejorarlo o conservar la experiencia. Es una guía y contiene requerimientos de documentación para PCB, ensambles y diagramas de soporte, la letra D que contiene en sus siglas la norma significa documentación.
- IPC 7093: Diseño de componentes de terminación abajo, componentes QFN que son de un tipo de encapsulado de montaje superficial que se caracterizan por su ausencia de terminales físicos para soldar.
- IPC A 610: Norma para ensambladores, soldadores, diseñadores, fabricantes de productos electrónicos, cables, reparadores, que trabajen con ensambles electrónicos, circuitos ensamblados, la norma les provee criterios de inspección de calidad visual para estos, es la norma más difundida en a la industria electrónica mundial, apoya las actividades de diseño, manufactura y mantenimiento en electrónica. [32]

## **Capítulo 2:**

### Planteamiento del problema

### Planteamiento del problema

En México y en el mundo se presentan diversos tipos de accidentes, principalmente provocados por algunos descuidos del mismo conductor, y otros que son inoportunos. Algunos de estos solo quedan en daños menores, pero en los peores escenarios el accidente se puede convertir en una catástrofe.

El problema principal es la propagación de un incendio específicamente en el área del motor, provocado por algún descuido o porque termina la vida útil de las piezas que se encuentran ahí, como cableado, líneas de gasolina, riel de inyectores, etc. Donde se presente una fuga de gasolina, o una chispa provocada por un corto circuito de algún sensor del motor o de los inyectores, también la causa del incendio puede ser por un choque automovilístico ya que al momento de un impacto se fracturan diferentes componentes del vehículo que pueden iniciar un incendio.

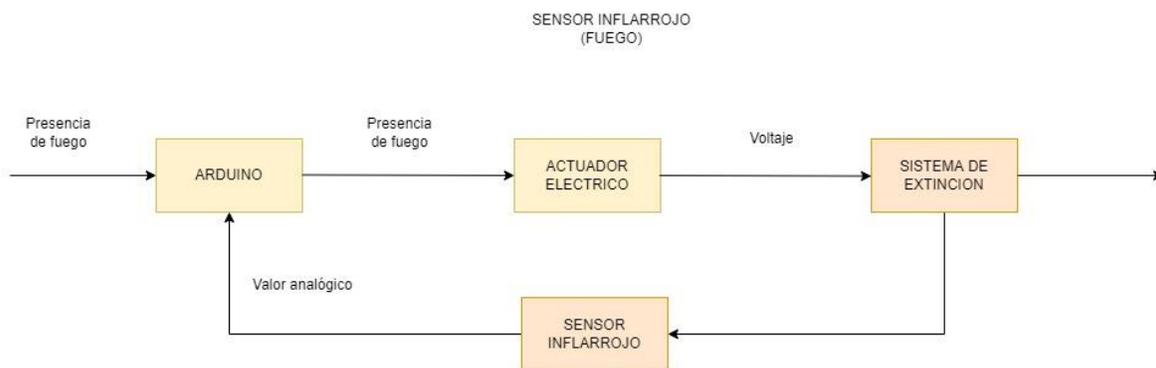
## **Capítulo 3:**

### Propuesta de solución y alcance

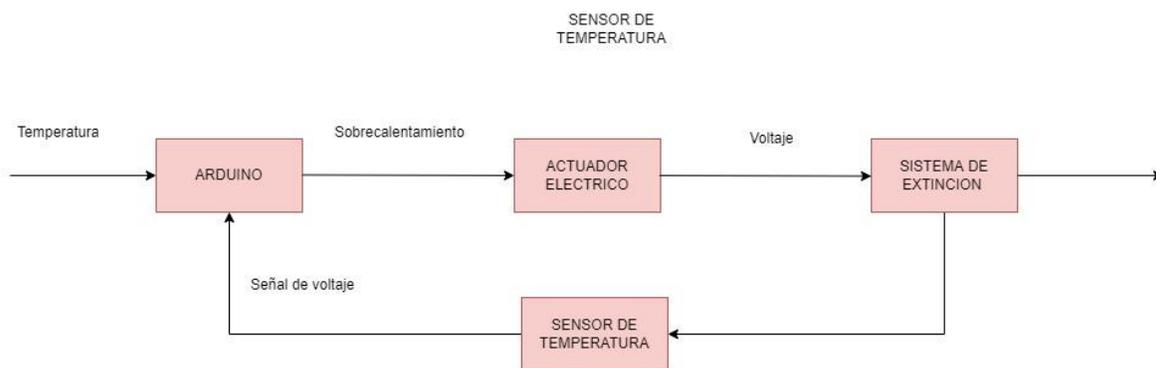
**Propuesta de solución**

Se desarrolló un sistema, el cual cuenta con una función principal de detectar y procesar los datos detectados del sensor infrarrojo, los datos leídos serán digitales, por ende, los valores a procesar serán de “0” y “1”, el sistema al leer el cambio de estado procesa la información para mandar una señal la cual pasa por el MOSFET que servirá como interruptor para activar la electroválvula y dar paso al líquido para erradicar el fuego.

Como se muestra en el diagrama de bloques expresado en la *Figura 17* y *18*.



*Figura. 17 Diagrama de bloques sensor infrarrojo*



*Figura. 18 Sensor de temperatura*

## **Requerimientos del sistema**

El sistema será capaz de controlar y apagar los inicios de un incendio en partes específicas del motor, sin necesidad de que alguna persona interfiera en esta actividad, todo esto se realizó con una alimentación de 5 volts a un Atmega328P, que a través de su programación y dos sensores infrarrojos monitorea el estado del motor y para erradicar el fuego se activara un par de actuadores lineales que liberaran el CO2 del tanque extintor presionando la palanca que normalmente seria presionada por una persona.

## **Alcance del proyecto**

El resultado deseado del proyecto es un sistema electrónico implementado en un vehículo, capaz de detectar una flama en la zona del motor de un automóvil, un sistema simple y funcional, realizado con los recursos que se tienen al alcance de estudiantes como los componentes electrónicos fácilmente adquiridos comprados en línea o en tiendas físicas, el circuito electrónico soldado en una placa PCB diseñada por los estudiantes y manufacturada por terceros, el sistema montado en un automóvil a gasolina para revisar su funcionamiento.

Parte II

**Desarrollo**

## **Capítulo 4:**

### Modelado conceptual

### Ley de Ohm

La ley de ohm es un postulado que habla de la relación entre 3 fenómenos físicos que se presentan en la electricidad, el voltaje, la intensidad de corriente y la resistencia, se puede expresar de dos maneras esta ley, la primera es con el enunciado que dice: “La intensidad de corriente es igual al cociente del voltaje sobre la resistencia” es decir que la intensidad de corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica, si aumenta el voltaje aumentará la corriente eléctrica, y si aumenta la resistencia, la corriente disminuirá, la ecuación 1 matemática que representa la ley es la siguiente:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Donde:

I = Intensidad de corriente, sus unidades son los Amperes o A

V= Voltaje o tensión eléctrica, sus unidades son los Volts o V

R= Resistencia eléctrica, sus unidades son los Ohms o  $\Omega$

Otra manera de expresar la ecuación es despejándola y dejando un producto, es decir que el voltaje será igual al producto de la Intensidad de corriente multiplicada por la resistencia (ecuación 2).

$$V = RI \quad (2)$$

La corriente eléctrica se puede entender como la velocidad con la que los electrones viajan a través de un conductor, el voltaje se puede entender como la fuerza que tienen los electrones y la resistencia es la oposición al paso de la corriente eléctrica.

Con base a la ley de ohm se puede introducir otro concepto conocido como Potencia eléctrica (ecuación 3) la cual es la porción por unidad de tiempo con la cual la energía eléctrica es transferida a través de un conductor, matemáticamente se puede expresar como el producto del voltaje por la corriente eléctrica y sus unidades son los Watts o W.

$$P = VI \quad (3)$$

Existen 2 maneras más de representar la fórmula (ecuación 4) de potencia eléctrica

$$P = I^2 R$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (4)$$

### Inductores eléctricos

Un inductor es un elemento que consiste en un alambre de cobre normalmente, en espiral, está recubierto de un esmalte que actúa como aislante, este alambre se enrolla en varias espiras, en medio de él se encuentra un núcleo de un material ferromagnético (figura 19), pero también existen de núcleo de aire (figura 20), es decir que no poseen un núcleo de material ferromagnético, las terminales de la bobina no deben tener esmalte, esto para lograr conectarla.



Figura. 19 Inductor con núcleo ferromagnético [28]



Figura. 20 Núcleo de aire [28]

Hay dos tipos comunes de inductores, aquel en el que la distancia entre espiras es nula se le conoce como Bobina, es decir que sus espiras no tienen separación, y en el que las espiras tienen una determinada distancia de separación se le conoce como Solenoide, existe otro derivado de estos, llamado Toroide el cual es un solenoide enrollado en un Aro de material ferromagnético.

Al aplicarle una carga de corriente a la bobina esta genera un campo magnético como si se tratara de un imán, cuando se quita esa corriente de una fuente, la bobina puede quedarse con la corriente almacenada y cederla.

Un campo magnético (figura 21) es una descripción grafica de fuerzas creado como consecuencia del +movimiento de cargas eléctricas en un inductor.

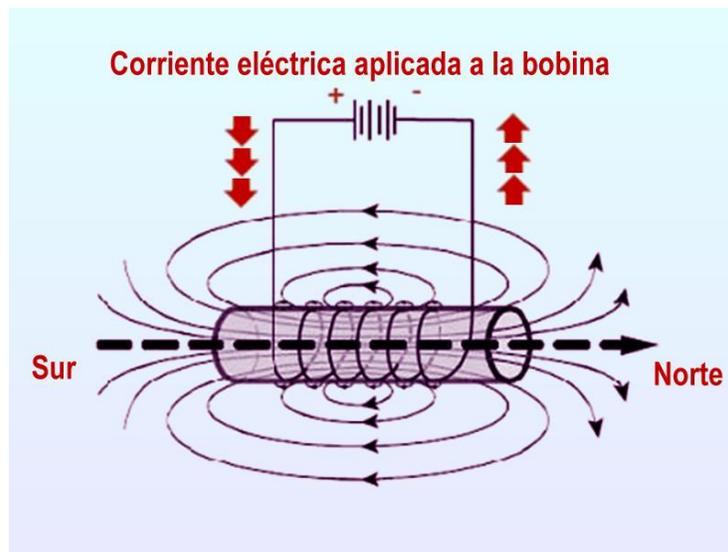


Figura. 21 Campo magnético

Existe un concepto llamado Coeficiente de autoinducción o inductancia, el cual es la relación entre un flujo magnético creado por la bobina, sobre la corriente que se le aplica al inductor, esto matemáticamente se representa de la siguiente manera ecuación 5.

$$L = \frac{\phi}{i} \quad (5)$$

Donde:

L = Coeficiente de autoinducción o inductancia, sus unidades son los Henrios o H

$\phi$  = Flujo magnético, sus unidades son los Weber (wb) o Maxwell (Mx)

i = La intensidad de corriente

Debido a variación de corriente con respecto al tiempo en la bobina existirá una tensión o un voltaje, que se representa matemáticamente como en la ecuación 6:

$$V_L = L \frac{di(t)}{dt} \quad (6)$$

$V_L$  es el voltaje en el inductor y la corriente con respecto al tiempo se expresa de forma diferencial, el voltaje es directamente proporcional al coeficiente de autoinducción o inductancia, es decir si aumenta la inductancia aumenta el voltaje. [28]

### Ley de Lorentz

Este postulado establece que una partícula cargada “q” que circula a una velocidad “v” por un punto en el que existe una intensidad de campo magnético “B” sufrirá la acción de una fuerza “F” denominada fuerza de Lorentz cuyo valor es proporcional al valor de q, B y v, matemáticamente expresado como

$$\vec{F} = q * \vec{v} \times \vec{B} \quad (7)$$

Se obtiene una ecuación de carácter vectorial, ya que la representación de un campo magnético es un campo vectorial, donde las fuerzas son descritas como flechas o vectores, la fuerza de Lorentz es el producto punto de la partícula q por el producto cruz de la velocidad y el campo magnético.

Al contrario que en los campos eléctricos, una partícula cargada que se encuentre en reposo en el interior de un campo magnético no sufre la acción de ninguna fuerza. Otro caso sería si la partícula se encuentra en movimiento, ya que, por el contrario, en este caso la partícula experimentara la acción de una fuerza magnética que recibe es decir la fuerza de Lorentz.[27]

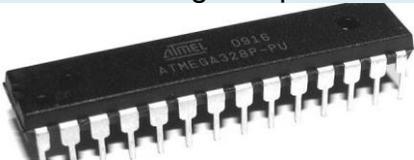
## Elementos del sistema

### Microcontrolador

El microcontrolador será el cerebro del sistema, ya que procesa la información mandada del sensor que se utilizará (Digital o Analógico) para posteriormente controlar el actuador, en este caso una electroválvula, cuando los parámetros establecidos por el programador del microcontrolador se cumplan. [25]

### Comparación y elección de microcontrolador

Tabla 1 Características de los microcontroladores

Microcontrolador	Características	Precio(MX)
<p>Arduino UNO</p> 	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Tarjeta que incluye un microcontrolador Atmega328p.</li><li>2) Microcontrolador de 8 bits.</li><li>3) Alimentación de 5V.</li><li>4) Programador incluido.</li><li>5) 14 pines digitales.</li><li>6) 6 pines analógicos.</li><li>7) 32 Kbytes de memoria flash.</li><li>8) 2 Kbytes de memoria SRAM.</li></ol>	\$195
<p>Atmega328p</p> 	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Microcontrolador 8 bits</li><li>2) Alimentación 5V</li><li>3) 32 Kbytes de memoria flash.</li><li>4) 2 Kbytes de memoria SRAM.</li><li>5) 23 pines IO.</li></ol>	\$69

Después de comparar los diferentes microcontroladores, se escogió el Atmega328p, debido a sus características y su costo, es el más eficiente para el proyecto.

### Transistor

El transistor es el elemento de potencia que actuará como interruptor para activar la electroválvula, dicho dispositivo debe manejar más de 1A de corriente eléctrica y debe poseer baja resistencia de salida para que pueda entregar grandes

cantidades de corriente, también debe tener un buen aislamiento de unión para resistir altos voltajes. [13]

El tipo de transistor a utilizar será un MOSFET (figura 22) también conocido como transistor de efecto de campo metal oxido semiconductor, esto hace referencia a las capas que posee, una capa de metal, una de óxido y una de un material semiconductor, las partes que lo componen son 3, la D de drenaje, la S de la fuente, y la G de la puerta, La G (Gate en inglés) o puerta es como la base de un transistor BJT, la D (Drain en inglés) o el drenador funciona como el colector, y el S (Source en inglés) funciona como el emisor.

Funciona como un interruptor eléctrico, deja fluir la corriente entre dos de sus patillas en este caso entre la D y la S cuando se le aplica tensión eléctrica a la patilla G.

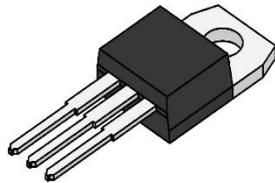


Figura. 22 MOSFET

Para un buen funcionamiento, debido a que se trabajará con un voltaje y una corriente relativamente bajos, se utilizará un MOSFET IRF ya que como se observa en la *Figura 23*, con un MOSFET IRF se puede trabajar con un voltaje de 5 V y llegar hasta una corriente de 4.5 A.

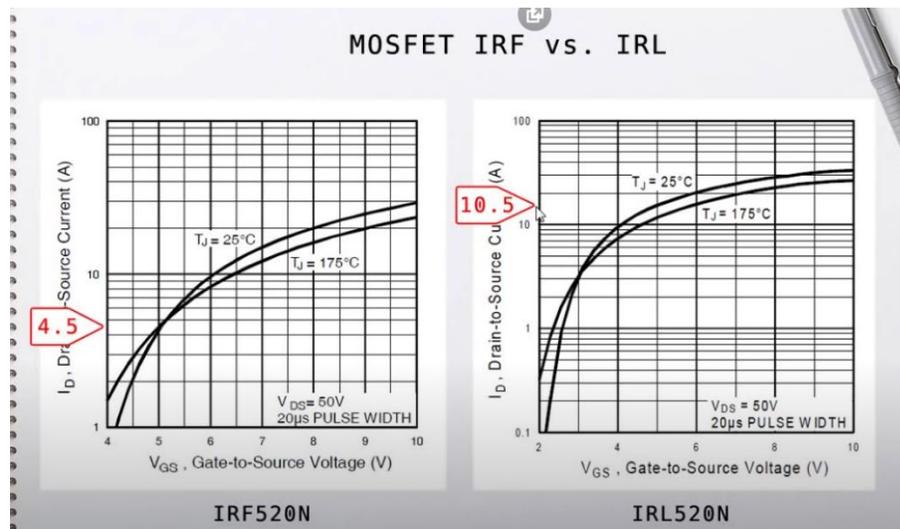


Figura. 23 Grafica del MOSFET

Obtenida de: <https://www.youtube.com/watch?v=SliUieh2eVc&t=670s>

## Actuador eléctrico lineal

Es un dispositivo que convierte el movimiento rotatorio de un motor en movimiento lineal, se utilizan para empujar, tirar, levantar, bajar, o girar algún objeto, estos dispositivos aplican una fuerza sobre un eje que, mediante una serie de mecanismos específicos, realiza esta función. Así se consigue convertir la electricidad en movimiento lineal, la transformación del movimiento rotatorio de un motor eléctrico en movimiento lineal se puede realizar mediante diferentes conjuntos de mecanismos internos; para saber que actuador usar se deben considerar características como: fuerza, velocidad, carrera o distancia lineal que va a recorrer, fuente de alimentación, ciclo de trabajo, etc. (*Tabla 2*)

Un actuador eléctrico (*Figura 24*) funciona alimentando un motor eléctrico rotativo el cual esté ensamblado por medio de un sistema de engranajes a un vástago con un resorte, el movimiento rotativo del motor se transforma en movimiento rectilíneo gracias a ese mecanismo y puede salir el vástago, si se invierte la polaridad del motor girara en sentido contrario por lo cual el actuador regresaría a su posición inicial. Para que no existan problemas cuando el vástago hace movimientos rectilíneos saliendo y entrando, se encuentran los límites de carrera los cuales son elementos que se encargan de detener el movimiento del vástago cuando llega a su carrera determinada o cuando regresa a su posición original.



*Figura. 24 Actuador eléctrico*

Obtenida de: <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-591209136-actuador-universal-automotriz>

*Tabla 2 Especificaciones de Actuador lineal*

<b>Especificaciones:</b>	
<b>Voltaje</b>	12 VDC
<b>Corriente</b>	6 A
<b>Torques</b>	4 Kg
<b>Carrera</b>	22mm
<b>Material</b>	Plástico

## Optoacoplador

Este circuito eléctrico funciona como interruptor aislado ópticamente, permite la conexión entre dos circuitos que operan a distintos voltajes, como el microcontrolador con la etapa de potencia para la electroválvula. Para lograr esta tarea este circuito internamente trabaja con un led y un fototransistor, esto permite que la única conexión entre estos sea la luz infrarroja. (Figura 25) [17]

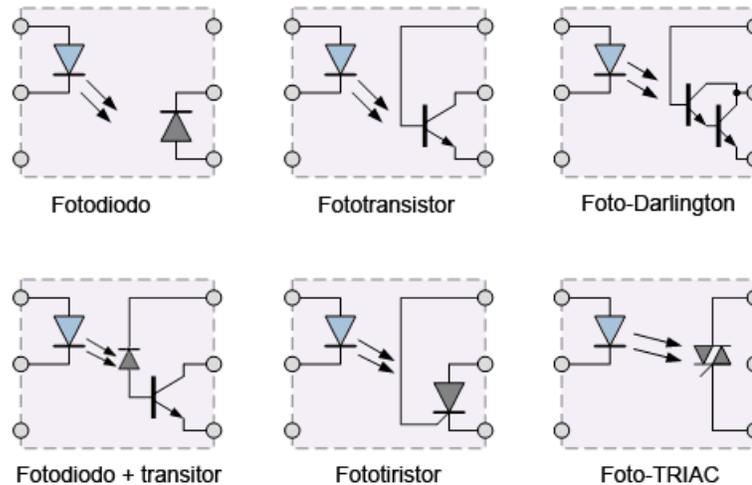


Figura. 25 Tipos de Optoacopladores [17]

## Buzzer

Es un dispositivo transductor que convierte la energía eléctrica en sonido, su funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico, es decir que cuando se aplica voltaje al material su volumen cambia ligeramente, el zumbador o buzzer está construido por dos pequeñas placas, una metálica y la otra cerámica, las cuales aprovechan el efecto piezoeléctrico y generan un clic, esto hace que se pueda utilizar el buzzer como una alarma sonora. [18]

## Sensor Infrarrojo detector de llama

Un sensor de llama óptico es un dispositivo que permite detectar la existencia de combustión debido a la luz emitida, la luz es capturada por las entradas digitales o analógicas de un microcontrolador, la combustión es un proceso que desprende grandes cantidades de energía en forma de calor, durante esta reacción química se generan compuestos intermedios que liberan parte de su energía mediante la emisión de luz.

El espectro de emisión de llama depende de los elementos que intervienen en la reacción, en el caso de combustión de productos de carbón en presencia de oxígeno existen dos picos característicos en ultravioleta, en longitudes de onda de 185 nm, a 260nm, (nm=nanómetros), y en infrarrojo en longitudes de onda de 4400 nm, a 4600 nm. (Tabla 3) [22]

Aunque detecta con facilidad la existencia del fuego también puede mandar señales erróneas, debido a su composición detecta otras fuentes luminosas como señal de fuego, como por ejemplo la luz del sol. Este sensor tiene una longitud de onda diferente por cada color y de cada tipo de radiación como se muestra en la Figura 26.

Radiación		Longitud de onda $\lambda$
Ultravioleta 100-400 nm	ultravioleta C	100 nm – 280 nm
	ultravioleta B	280 nm – 315 nm
	ultravioleta A	315 nm – 400 nm
Visible 400-780 nm	violeta	400 nm – 455 nm
	azul	455 nm – 490 nm
	verde	490 nm – 570 nm
	amarillo	570 nm – 590 nm
	anaranjado	590 nm – 620 nm
	rojo	620 nm – 780 nm
Infrarroja 780nm-1mm	infrarroja A	780 nm – 1400 nm
	infrarroja B	1400 nm – 3000 nm
	infrarroja C	3000 nm – 1 mm

Figura. 26 Relación de radiación con longitud de onda  
Obtenida de: <http://www.luisllamas.es/detector-llama-arduino>.

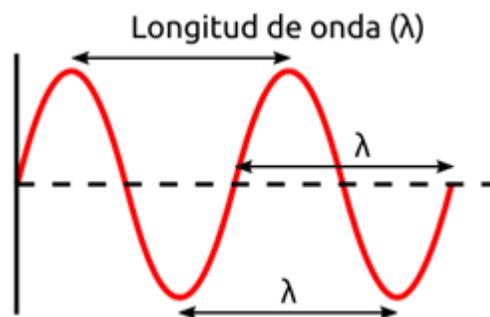


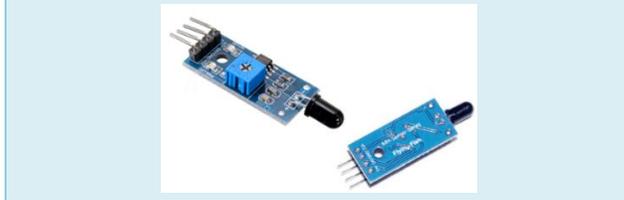
Figura. 27 Grafica de longitud de onda  
Obtenida de: <http://www.luisllamas.es/detector-llama-arduino>.

Se conoce la velocidad de transmisión de una onda ( $v$ ) y su frecuencia ( $f$ ), se puede calcular la longitud de onda ( $\lambda$ ) a partir de la siguiente relación analizando la gráfica de la Figura 29 y la ecuación 8:

$$\lambda = \frac{V(\text{m/s})}{F(\text{Hz})} \quad (8)$$

*Tabla 3 Sensor IR*

**Imagen de Sensor IR detector de llama**



## Cable automotriz

Son aquellos que se utilizan para el sistema eléctrico de los vehículos automotores. De acuerdo a su función específica, los cables automotrices tienen distintas características, por ejemplo: calibre, material aislante, etc. [25]

### Tipos

En general, los tipos de cables automotrices de acuerdo a los requerimientos para su uso son:

Tabla 4 Tipos de cables automotrices [25]

Tipo	Características	Voltaje Max	Temp. Max	Normas
<b>TWP</b>	Conductor de cobre suave con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC)	50 V	105°C	NMX-J-036-ANCE-2001. NMX-J-297-ANCE-2005. SAE J1128 Rev. Dic. 2005 DIN 72 551
<b>GPT</b>	Conductores multifilares de cobre suave con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC)	50 V	105°C	NMX-J-036-ANCE-2001 NMX-J-297-ANCE-2005 SAE J1128 Rev. Dic. 2005
<b>HDT</b>	Conductores multifilares de cobre suave con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC)	50 V	105°C	NMX-J-036-ANCE-2001 NMX-J-297-ANCE-2005 SAE J1128 Rev. Dic. 2005
<b>STS</b>	Aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (PVC). Satisfacen la prueba de resistencia a la propagación de la flama vertical y mayor resistencia mecánica al aplastamiento.	50 V	105°C	Cable aprobado por UL (File: E74280)
<b>HTS</b>	Para trabajo pesado con aislamiento de caucho sintético, adecuado para el uso en calefacción	50 V	150° C	
<b>TXL</b>	Pared delgada, con de aislamiento	50 V	90°C	

	poliolefina de cadena cruzada			
<b>GXL</b>	Uso general, con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada, resistente a la luz solar(UV)	50V	125°C	
<b>SXL</b>	Para trabajo estándar, con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada	50 V	125 °C	Cumple con todas las especificaciones del código J1128 de la SAE

#### Regulaciones de los Cables Automotrices

- NMX-J-036-ANCE-2001. Conductores. Alambre de cobre suave para usos eléctricos.
- NMX-J-297-ANCE-2005. Conductores. Cordones flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos.
- SAE J1128 Cables primarios de baja tensión.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE. Instalaciones eléctricas. [25]

## Cables resistentes a la flama

Un cable resistente a la flama o con clasificación de incendio es un cable que continuará funcionando en presencia de un incendio. Esto se conoce comúnmente como un cable de integridad del circuito (CI) y tiene una clasificación de incendio de 2 horas.

## Aplicaciones para cables de alta resistencia al fuego

Están específicamente diseñados para resistir a los incendios en aplicaciones como el suministro de energía y el control auxiliar en sistemas de alarmas de incendio, sistemas de alarma de voz y sistemas de alumbrado de emergencia (*Tabla 5*). [26]

*Tabla 5 Tipos de cables de alta resistencia al fuego [26]*

TIPO	A PRUEBA DE INCENDIOS	APLICACIÓN
PH30	Aprobación frente al fuego 30 minutos	Los cables PH30 son adecuados para aplicaciones de emergencia en las que los circuitos deben permanecer en funcionamiento durante un máximo de 30 minutos
PH60	Aprobación frente al fuego 60 minutos (1 hora)	Los cables PH60 se usan en aplicaciones de emergencia, en especial en iluminación de emergencia, en conformidad con la BS 5266, donde se requiere un funcionamiento más largo del circuito en caso de incendio
PH120	Aprobación frente al fuego 120 minutos (2 horas)	Los cables PH120 están diseñados para instalaciones que requieren la integridad del circuito mejorada para un máximo de 120 minutos. Esto incluye complejos bloques de pisos o de gran altura que requieren un tiempo de evacuación más largo.

En la industria se encuentran diferentes tipos de tablas sobre las especificaciones de cable AWG ó mm<sup>2</sup>, que contienen los diferentes datos como: calibre, diámetro, peso, corriente que soporta, etc. Siendo un factor importante los ampers que soporta, porque con estudios y experimentos ya realizados por los fabricantes, se marca un cierto rango que cada calibre debe de cumplir con los estándares y normas para su comercialización, como se muestra en la Figura 28. [36]

SECCION	SECCION NOMINAL	Nº HILOS	DIÁMETRO HILO	ESPESOR AISLAMIENTO	DIÁMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	CAPACIDAD CORRIENTE
AWG	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	Kg/Km	A
20	0.52	15	0.204	0.46	1.87	7	9
18	0.82	24	0.204	0.46	2.11	10	14
16	1.31	24	0.255	0.46	2.40	15	19
14	2.08	39	0.255	0.46	2.79	23	29
12	3.31	61	0.255	0.51	3.36	35	33
10	5.26	98	0.255	0.62	4.20	55	48
8	8.37	154	0.255	0.73	5.41	89	67

Figura. 28 Calibre del cable VS amperaje [36]

### Componentes químicos de matafuegos casero

Ácido cítrico: El C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> es un compuesto que está presente en forma natural tanto en frutas y verduras, se produce industrialmente por fermentación, es un compuesto muy versátil con buenas propiedades conservantes, que se utiliza ampliamente como aditivo en la industria alimentaria y farmacéutica. [31]

Bicarbonato de sodio: El NaHCO<sub>3</sub> también conocido como carbonato ácido de sodio, hidrógeno carbonato de sodio, es un compuesto blanco sólido cristalino que se obtiene en un mineral presente en la naturaleza llamado natrón, el cual contienen grandes cantidades de bicarbonato sódico. Es un compuesto soluble en agua y que en presencia de ácido se descompone formando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua. [29]

Una reacción ácido base o reacción de neutralización es una reacción química que produce otro compuesto en sal, la base para neutralizar las propiedades del ácido el catión (carga positiva) se combina con el anión (carga negativa) para formar agua y la sal.

## **Capítulo 5:**

### Desarrollo de solución

**Diseño**

Debido a la situación de COVID 19, el proyecto debía estar constituido con materiales que se encontraran a la disposición del equipo, para lo cual se compararon los diferentes elementos, al hacer esto, se fue adaptando el proyecto de la idea principal, pero siempre buscando cumplir con el propósito del proyecto (Tabla 1).

La realización del proyecto se dividió en diferentes categorías como, el diseño mostrado en la figura 29, detector de flama, que se conforman de diferentes pruebas de tipo de flamas, código (que se muestra en el Anexo 6), simulaciones de las diferentes partes eléctricas del sistema que se pueden ver en la figura 30 y 31, conexión con el mecanismo donde se muestra la forma de armado del sistema, mecanismo y el manual de usuario que indica la forma en que funciona el sistema y se puede encontrar en el Apéndice B.

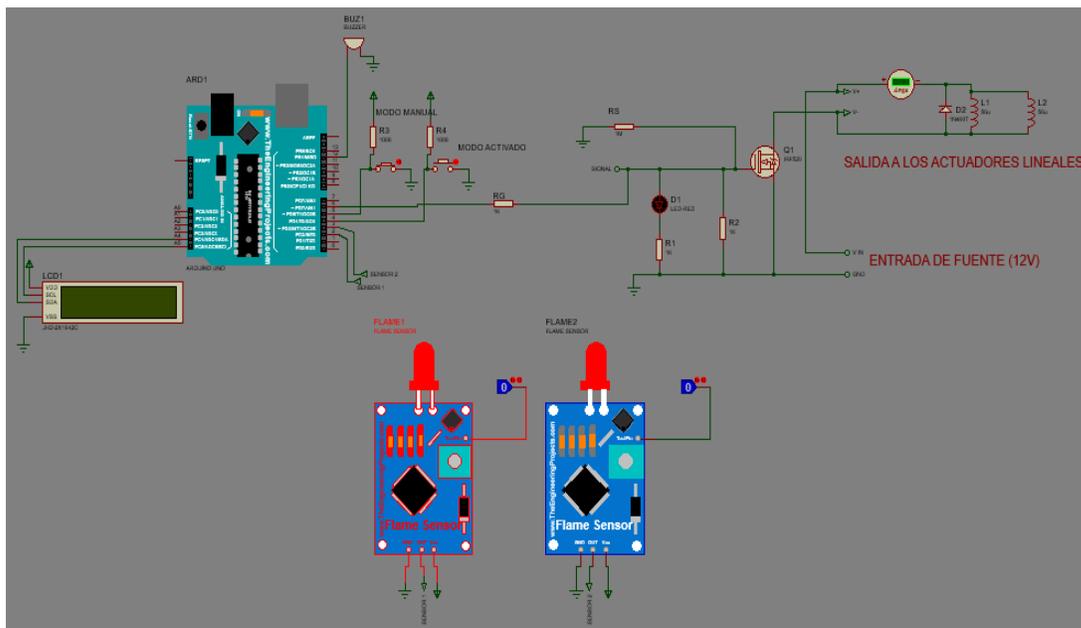


Figura. 29 Diagrama general del proyecto

Diseño del sistema: en esta parte se analizaron los diferentes componentes, así como sus características para buscar las mejores opciones para ir adaptando el sistema.

Con la anterior información se prosiguió a diseñar el circuito que se montó posterior mente a un automóvil tipo sedán, primero se programó los puertos de entrada y de salida en una tarjeta arduino para controlar los dos sensores infrarrojos, LCD, MOSFET y un buzzer.

## **Capítulo 6:** Construcción

**Cálculos de etapa de potencia**

En esta parte se calculan las corrientes del MOSFET para que pueda activar los actuadores sin problemas.

- $RL =$  Resistencia del actuador
- $IL =$  intensidad del actuador
- $Ic =$  intensidad con voltaje del alternador(15v)
- $VDS =$  voltaje maximo del MOSFET
- $IDS =$  corriente maxima del MOSFET
- $Q_c =$  Total Gate Charge
- $T_{on} =$  Turn – on
- $R_{DS} =$  Static Drain – to – Source On – Resistance

**Etapa de control del actuador lineal**

$$RL = 3.6\Omega$$

$$IL = \frac{12V}{3.6\Omega} = 3.33A \quad (9)$$

Voltaje de alternador  $\approx$  15V

$$Ic = \frac{15V}{3.6\Omega} = 4.16A \quad (10)$$

**Factor de protección al 20%**

$$IL_{max} = (3.33A * 1.2) = 3.99Amp$$

$$IA_{max} = (4.16A * 1.2) = 4.99Amp$$

$$VCE > 15V$$

$$ICE > 4.99 Amp$$

**MOSFET IRF520N**

$$VDS=100V>15V$$

$$IDS=9.7A>4.99A$$

$$T_{on} = 4.5ns$$

$$Q_G = 20nC$$

$$R_{DS(on)} = 0.18\Omega$$

$$IG = \frac{QG}{Ton} = \frac{20nC}{4.5ns} = 4. \quad (11)$$

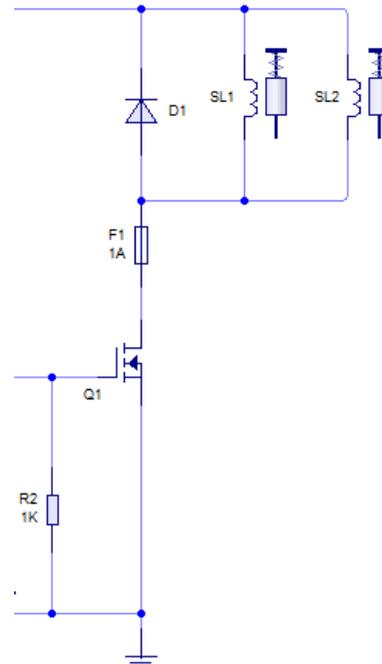


Figura. 30 Simulación en Livewire

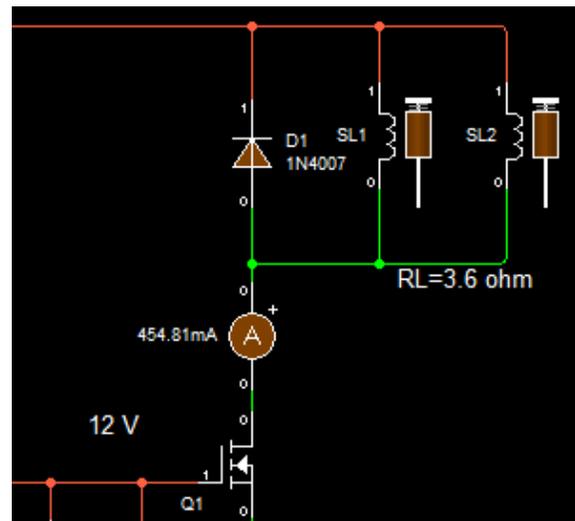


Figura. 31 Consumo de amperaje de los actuadores

### Cálculo de volumen y caudal del extintor

$$V = \frac{\pi * d^2 * h}{4} \quad (12)$$

Donde:

V = Volumen del cilindro (cm)

d = Diametro del cilindro (cm)

h = Altura del cilindro (cm)

$$V = \frac{\pi * (8.8)^2 * (22)}{4} = 1338.06 \text{ mL}$$

cm<sup>3</sup> = mL, centrimetros cubicos son iguales a mililitros

tiempo aproximado de descarga total del cilindro es:

5 segundos

$$C = \frac{V}{t} \quad (13)$$

Donde:

C = Caudal o flujo volumétrico (mL/s)

t = Tiempo (s)

$$C = \frac{1338.06 \text{ mL}}{5 \text{ s}} = 267.61 \text{ mL/s}$$



Figura. 32 Dimensiones del extintor

## Calculo y diseño de placa PCB

Cálculo del ancho de pistas para la PCB

$$A = \left( \frac{I}{k_1 * \Delta T^{K_2}} \right)^{\frac{1}{K_3}} \quad (14)$$

Donde:

A = Área

I = Intensidad de corriente

$\Delta T$  = diferencia de temperaturas (Temperatura máxima – Temperatura ambiente)

$K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$  = Constantes para una placa de una sola capa

$$\Delta T = T_{max} - T_{ambiente} \quad (15)$$

$$\Delta T = 75^\circ C - 25^\circ C = 50^\circ C$$

$$A = \left[ \frac{5 A}{(0.0647)(50^\circ C)^{0.4281}} \right]^{\frac{1}{0.6732}} = 52.9916 \text{ ft}^2$$

$$W = \frac{A}{t * 1.378} \quad (16)$$

Donde:

W = Ancho de la pista

t = Grosor = 1 oz/ft<sup>2</sup> para la placa de una capa

$$W = \frac{52.9916}{1 * 1.378} \approx 38.4554 \text{ th} = 40 \text{ th}$$

Se deja en 40 th el ancho de la pista que son 40 milésimas de pulgada.

En la figura 33 se muestra la primera etapa para el diseño de la placa PCB, se muestra el diseño del circuito en el programa “Proteus”, se logra apreciar las conexiones de los sensores con el microcontrolador Atmega328p, así como la conexión con el elemento de potencia, el MOSFET, y la conexión con los indicadores visual (Pantalla LCD) y auditivo (Alarma con Buzzer)

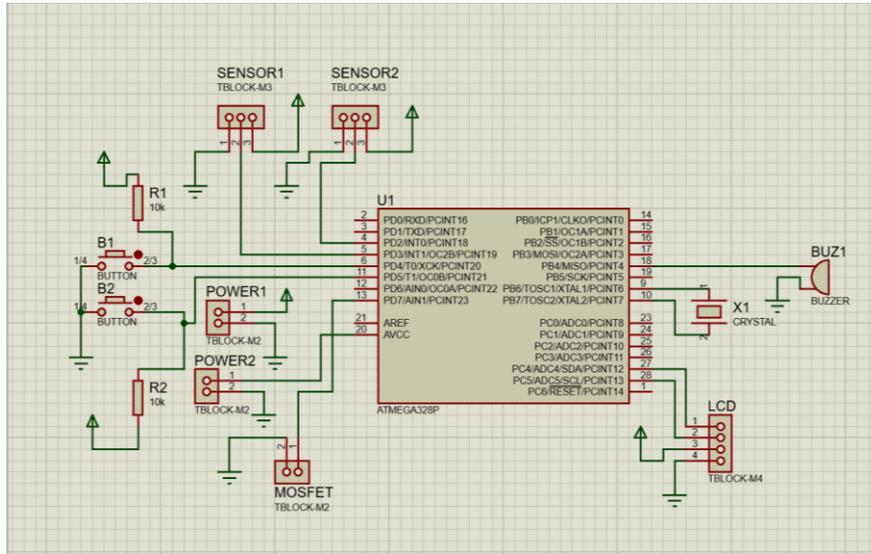


Figura. 33 Diseño del sistema para PCB

En la figura 34 se muestra el acomodo de los componentes en forma de placa PCB y la pista de conexión que llevara.

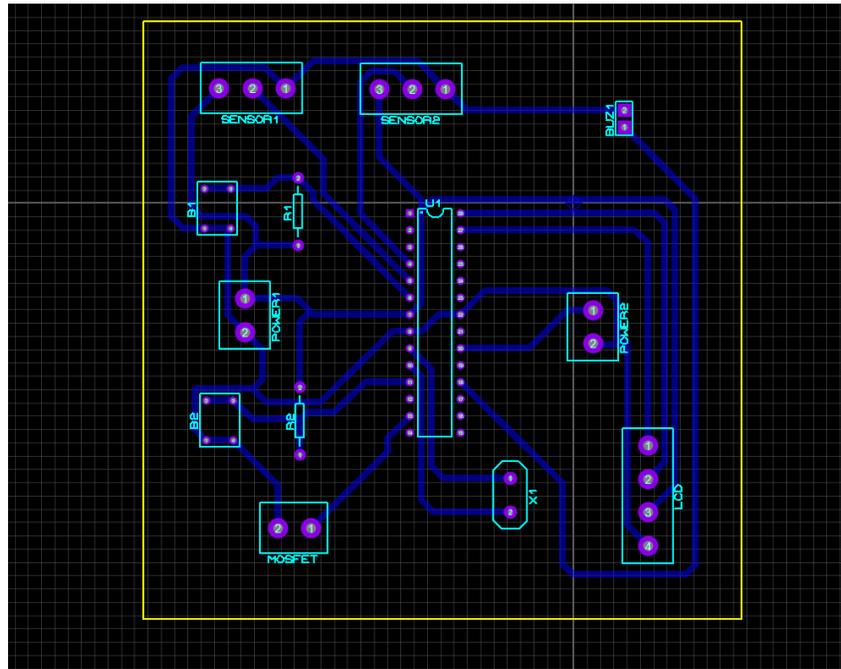


Figura. 34 Diseño del PCB

En la figura 35 se muestra una simulación en 3D de la apariencia de la placa en forma física con componentes soldados.

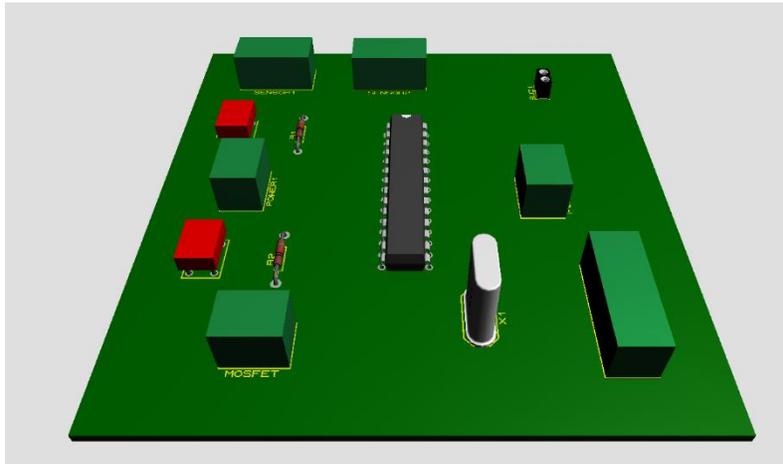


Figura. 35 Vista previa de la placa PCB en 3D

Se mandó el diseño de la PCB a fabricar con las siguientes características:

Material: FR4	Espacio mínimo entre pistas: 0.15 mm o mayor
Número de capas: 2	Terminado superficial: Estaño plomo HASL
Largo: 90.00 mm	Color de Mascara antisoldante: Verde
Ancho: 90.00 mm	Lados de mascara: Dos lados
Espesor de tarjeta: 1.6 mm	Rotulado: Blanco
Espesor de cobre: 35um [1oz]	Lados de Rotulado: Un lado
Perforación más pequeña: 0.4 mm o mayor	

Figura. 36 Características para la fabricación del PCB

En la figura 37 se muestra la parte superior e inferior de la placa manufacturada.

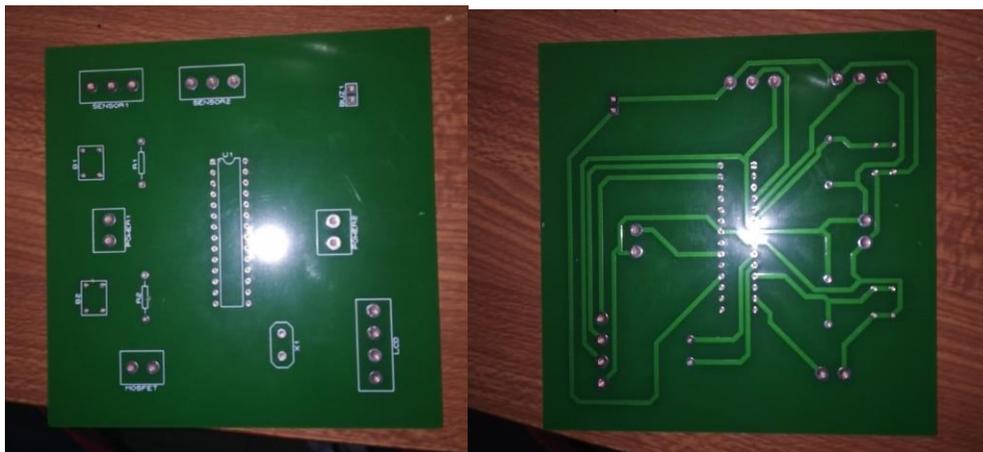
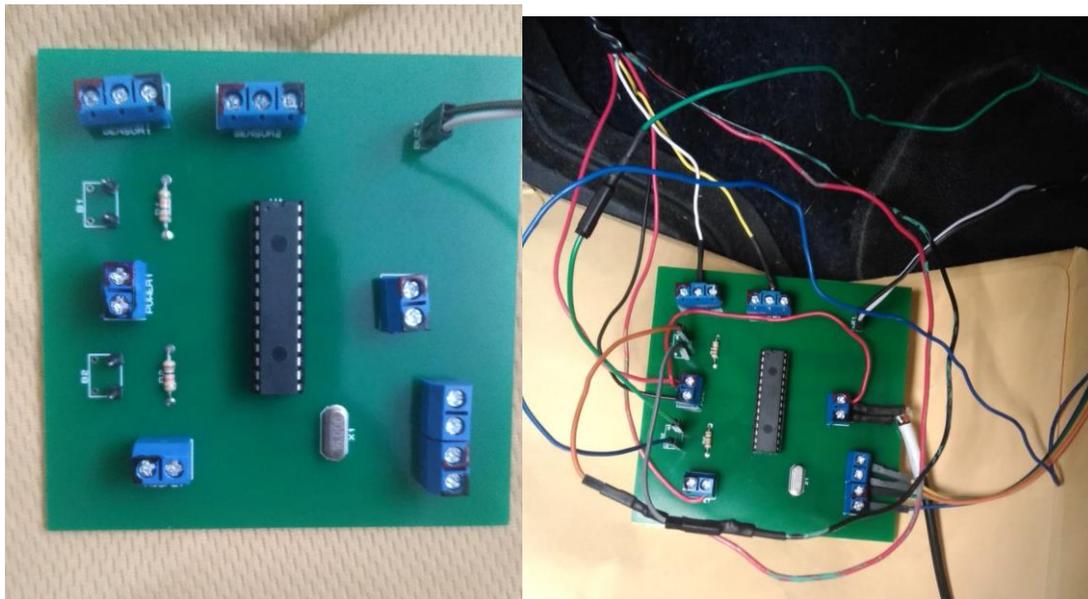


Figura. 37 PCB impresas

En la figura 38 se muestran los componentes soldados en la placa con el respectivo cableado listo para el uso en el vehículo.



*Figura. 38 Circuito soldado y montado en la placa PCB*

# Capítulo 7:

## Pruebas

**Pruebas**

**Pruebas del sensor infrarrojo**

El propósito de esta prueba fue distinguir qué clase de materiales al estar en proceso de combustión, pueden ser detectados por su espectro de luz (Figura 28) a través del sensor infrarrojo, ya que el sensor infrarrojo se comporta de manera diferente dependiendo la sensibilidad con la que se calibre, por lo cual se debe de comprobar con qué tipo de espectro de luz logra funcionar el sensor para mandar los valores analógicos, esta señal la procesará el Arduino y mandará la activación para la liberación del CO<sub>2</sub> (Tabla 6).

Para ello se diseñó el código y el armado del circuito, para la alimentación del circuito se usa una fuente de 5 volts a 1 Amper, que es suficiente para el funcionamiento de los sensores infrarrojos como viene estipulado en su datasheet (Figura 34).

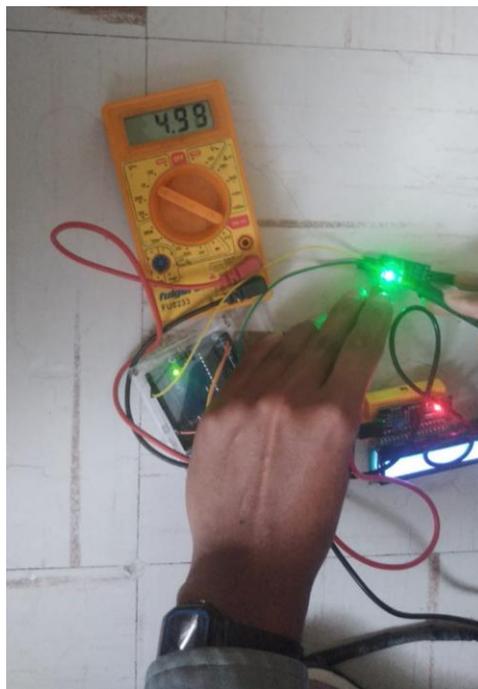
Tabla 6 Pruebas del sensor infrarrojo

Tipo de espectro de luz	Detectado	Observaciones
Luz solar	SI	El sensor detecta la luz del sol y manda la señal de activación
Luz eléctrica (Foco)	NO	El sensor no detecta ningún espectro con luz blanca ni amarilla
Gasolina	SI	El sensor detecta con facilidad la presencia de fuego tanto con luz natural como artificial
Gas LP	NO	El sensor no detecto el espectro, por pequeñas ocasiones manda una señal, pero esta no es constante y es muy variable
Gas butano	NO	El sensor no detecto el espectro con un soplete, solo cuando el nivel del gas es bajo fue cuando la flama cambió de color azul a naranja y el sensor detectó el espectro de luz.
Aceite	SI	El espectro de luz sí fue percibido sin ningún inconveniente, solo que para generar una más rápida combustión se le agregaron otros elementos como thinner y gasolina
Thinner	SI	El sensor detecta el espectro de luz sin problemas

Alcohol	<b>NO</b>	<b>El espectro de luz no fue apreciable de manera satisfactoria, ya que la flama que produce el alcohol es una flama de color azul</b>
Plástico	<b>SI</b>	<b>El sensor detectó el espectro de luz de las partes plásticas que se estaban incendiando</b>

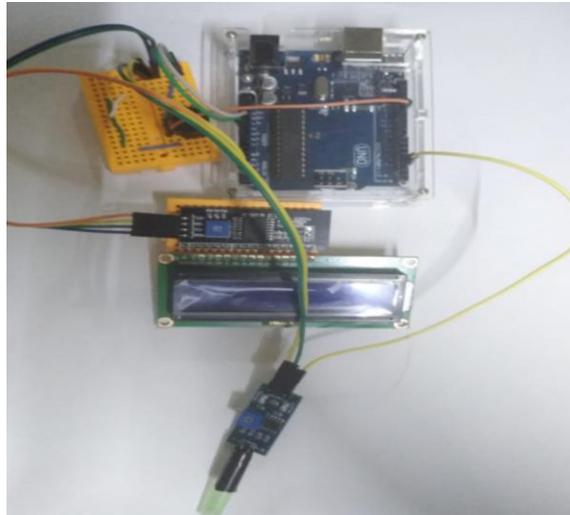
Al terminar esta prueba se comprobó que el sensor infrarrojo no logra detectar todo tipo de espectro de luz, las flamas que el sensor detecta sin problemas son las que contienen colores como el amarillo, naranja y rojo que son producidas por combustibles fósiles, plásticos y thinner. Por otro lado, los combustibles que emanan una flama en color azul no logran ser percibidas por el sensor.

Para el acondicionamiento del circuito, se corroboró que el sensor si funcionara mediante 5 Volts (Figura 39) y así poder conectar todo al arduino y que a su vez funcionara con el voltaje de operación del Atmega 328P.



*Figura. 39 Voltaje de operación del sensor*

Como siguiente paso se comprobó el funcionamiento del circuito, cuando opera con un solo sensor infrarrojo Figura 40-41.



*Figura. 40 Circuito de control*



*Figura. 41 Pruebas del sensor de flama*

### Pruebas de distancia

En este segmento de las pruebas, se midió la distancia a la cual el sensor detecta una pequeña vela, ya que si su calibración no es la adecuada provocaría una falsa lectura, que se podría dar con luz artificial y activaría el sistema en momentos inoportunos, tomando el caso contrario, el sensor no detectará el espectro de la flama al menos que se encuentre a escasos centímetros, entonces si en el motor se presenta un incendio el sistema no lo detectará hasta que sea muy tarde.

Por lo ya mencionado, el sensor se calibró a una distancia aproximadamente de 40 cm (*Figura 42*) haciendo posible dar lectura de una pequeña flama sin problemas como se muestra en la (*Figura 43*).



*Figura. 42* Distancia de lectura 40 CM



*Figura. 43* Segunda prueba

### Pruebas con dos sensores infrarrojos

En esta prueba se pusieron en funcionamiento dos sensores infrarrojos, se diseñó un nuevo código con funciones “and” y “or”, con el propósito de que el botón (interruptor) del cofre se encuentra presionado, el sistema estará activo, pero si es el caso contrario el cofre se encuentra abierto el sistema se desactivara, esta opción se tomó como medida de seguridad, ya que si en la parte del motor hay que realizar algún mantenimiento a los diferentes sistemas del vehículo, el prototipo no se activara.

Al momento de tener activo el sistema si algún sensor detecta una flama se mandarón las alertas visuales y auditivas, pero si algún sensor detecta fuego y el botón no se encuentra activo no mandará ninguna señal de alerta (Figura 44).



Figura. 44 Dos sensores infrarrojos

## Activación con MOSFET

Ya operando los dos sensores, se incluyó el módulo IRF520 para la activación de los actuadores lineales, por lo cual se usó una fuente de 17 Volts a 3 Amper, esto para ver cómo se comportaba y operaba con valores de alimentación superiores a los de funcionamiento de los actuadores. (Figura 45).



Figura. 45 Voltaje de la fuente

Para comprobar si el MOSFET cumple con la activación se utilizó un foco de dos polos (Figura 46) y una electroválvula de canister (Figura 47).

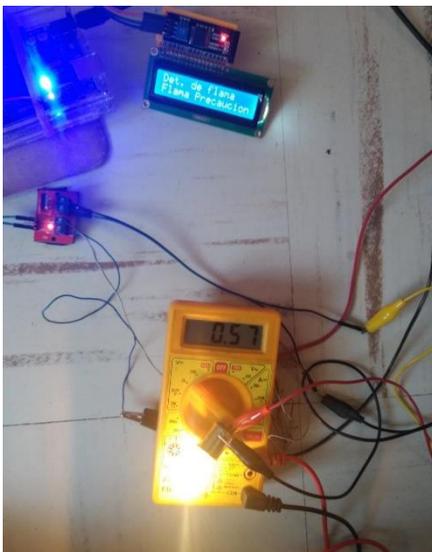


Figura. 46 Prueba con foco de dos polos

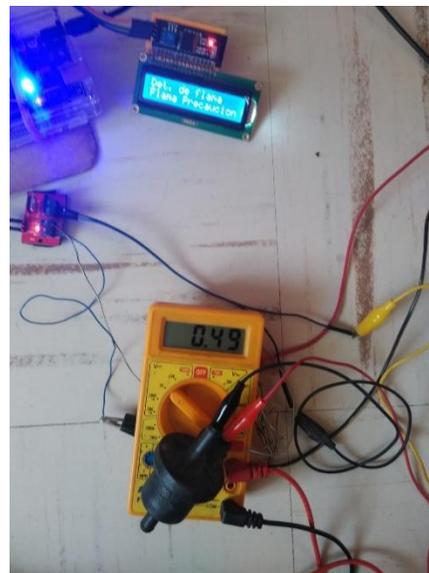


Figura. 47 Prueba con electroválvula de canister

### Prueba elaboración del $CO_2$ (mata fuego)

Para obtener la reacción química de  $CO_2$ , que se usó en el proyecto como químico matafuego, primero se buscó que los componentes cumplieran las condiciones de nuestro sistema, ya que el tanque de almacenamiento en condiciones normales trabaja a 1.2 MPa, por lo cual se empleó una serie de pruebas para recargar el extintor, para que el sistema trabaje en situaciones optimas, por esto se usó ácido cítrico, bicarbonato de sodio y agua, estos dos primeros compuestos al ser mezclados con agua nos generan el  $CO_2$

#### Porciones de cada elemento

- Ácido cítrico 60 gr
- Bicarbonato de sodio 60gr
- Agua 420 ml



Figura. 48 Ácido cítrico



Figura. 49 Bicarbonato de sodio



Figura. 50 Agua

Al cerrar el tanque se debe de agitar para que los componentes comiencen a hacer la reacción, este proceso tarda alrededor de 1:20 minutos (Anexo 5) para que alcance una presión aproximada de 1.2 Mpa, al pasar este tiempo el tanque cuenta con la presión adecuada para su uso.

## Prueba de vaciado del extintor

### Electroválvula

Para la eliminación del fuego, se implementó una electroválvula que sirvió para abrir o cerrar el paso del  $CO_2$  dependiendo si hay o no fuego en el motor, esta al no soportar la presión del tanque, se conectó a la salida del tanque un regulador de aire para reducir el caudal a 116 PSI( 0.8 Mpa ) y así conseguir el correcto funcionamiento del sistema (Figura 51).

En las primeras pruebas se tuvo que cerrar aproximadamente a la mitad el regulador de aire para después poder regular sin ningún problema el paso del  $CO_2$  y no estropear la electroválvula. Esta idea era la principal que se implementaría, pero al no contar con una electroválvula adecuada que debía ser mínimo de 1.5 MPa y tener que buscar el espacio para adecuar el regulador de aire se optó por cambiar esta alternativa y sustituirla por actuadores lineales como se explica en el siguiente apartado. (Anexo 1) (Anexo 2)



Figura. 51 Prueba regulando el CO2

### **Actuador lineal**

Para hacer más eficiente el sistema, así como reducir los componentes del sistema además del espacio se examinó una nueva idea para liberar el  $CO_2$  la cual fue usar un par de actuadores lineales universales (Figura 52), al adecuarlos de tal manera que al ser activados se contraigan y estos al contar con la suficiente fuerza para tirar de la palanca de disparo del extintor, logran la liberación del gas. (Anexo 3)



*Figura. 52 Prueba actuadores lineales*

### Validación del sistema

Para la elaboración del diseño propuesto se conectó el sistema a la cigarrera del vehículo tipo sedán, esto para usar un cargador de 5 Volts a 1 amper que nos permite una fuente de voltaje confiable y continua para que en transcurso del viaje siempre vaya monitoreando el vehículo, por lo cual el automóvil al tener activo la función de accesorios el sistema empezara a analizar datos y al momento de apagar por completo el vehículo el sistema se desactivara para no reducir la carga de la batería.

El sistema está diseñado con 3 funciones, que cada una ejecuta diferentes acciones, la primera es el estado de “DESACTIVADO” como se muestra en la figura 53, al no estar cerrado el cofre el sistema lo detectara y neutralizara la función principal del prototipo esto para evitar que se active el sistema cuando se le esté dando servicio al vehículo en sus diferentes sistemas. La segunda función es cuando es sistema muestra el mensaje “No flama” como en la figura 54, en esta el cofre está cerrado y el sistema está buscando alguna señal de fuego para poder eliminarlo con el CO2 del tanque, al detectar el fuego el sistema mandara una alerta visual y auditiva. La última función tiene el propósito de activar de forma manual el sistema, este se activará presionando un botón, al hacer esto el sistema mandará un mensaje “Modo Manual” y liberará el CO2, esto fue diseñado para comprobar si el sistema opera con normalidad después de un largo tiempo o si por cualquier razón los sensores no detecten el fuego en el motor.



Figura. 53 Sistema desactivado (cofre abierto)



Figura. 54 Sistema activado (detección de fuego)

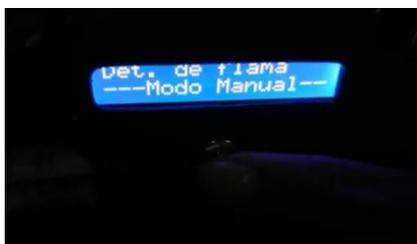


Figura. 55 Modo manual

### Resultados del sistema extinción de fuego en el motor

Al tener ya tener la PCB montada en el vehículo tipo sedán, se comprobó de primera manera que los sensores detectaran el fuego, así como si el sistema activa y desactiva el sistema dependiendo si el cofre estaba o no abierto, como se muestra en el capítulo 8.

Como paso siguiente, se encendió fuego en el área del motor, usando estopa con thinner (figura 56) para crear un fuego más intenso, esto para comprobar que el sistema es confiable.

Para ello los sensores se posicionaron en una distancia no mayor a los 40 cm y el extintor se posiciono fuera de su lugar ya establecido, esto para observar de qué manera se activan los actuadores, más aparte de tener las mejores condiciones de probar el sistema sin afectar ninguna otra parte del auto, por lo cual se observó que el sistema eliminaba el fuego sin ningún problema en menos de un segundo (figura 57).



*Figura. 56 Encendido de fuego en el motor*



*Figura. 57 Eliminación del fuego*

## **Conclusiones**

Del presente proyecto se obtienen varias conclusiones, por un lado, las conclusiones generales y por otro unas conclusiones específicas en cuanto al comportamiento del sistema de extinción de fuego en el habitáculo del motor.

Debido a la situación de COVID 19, la elaboración del proyecto se convierte un poco complicada ya que por materiales ciertos materiales se vuelve un poco más compleja su obtención ya que algunas cosas se pensaban traer de importación, pero de cualquier manera se ha conseguido diseñar y desarrollar un sistema funcional con materiales más comerciales, el cual se logró implementar en un vehículo sedan, que al ya contar con sensores infrarrojos detecta si hay o no fuego en el motor esto en fracción de milisegundos.

El presente sistema, no presenta un consumo significativo al vehículo en general, esto se debe a que consumiría la carga normal de un teléfono celular y no afectaría en el sistema eléctrico o consumo de combustible.

El sistema también cuenta con un manual de usuario, el cual ayudara al usuario a comprender de qué forma funciona el sistema, así como posibles fallas y soluciones.

## **Trabajos futuros**

Finalmente, se proponen en esta sección una serie de mejoras o trabajos futuros.

- Desarrollar un nuevo tanque que se adapte a los espacios del vehículo sin buscar modificaciones del sistema.
- Estudiar y analizar el comportamiento de los sensores infrarrojos después de varios meses de funcionamiento para corroborar si tienen el mismo funcionamiento y tiempo de reacción del día de instalación.
- Estudiar un nuevo compuesto que se pueda utilizar en el tanque para que se encuentre homologado y dentro de las normas de eliminación del fuego.
- Implementar un nuevo mecanismo de liberación del matafuego que tenga menor tamaño a comparación de los actuadores lineales.

## Anexos

- 1) Prueba de sistema 1: <https://youtu.be/QuzLWUoETWg>
- 2) Prueba de sistema 2: <https://youtu.be/w-T-jns2Wik>
- 3) Prueba con actuadores lineales: <https://youtu.be/OZMz5MVskWA>
- 4) Prueba con polvo químico: [https://youtu.be/Bi8i6\\_u70k](https://youtu.be/Bi8i6_u70k)
- 5) Tiempo de reacción de la mezcla: <https://youtu.be/8t7gAjRavUM>

### 6) Código

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //libreria para la interfaz I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // inicializa la interfaz I2C
int swi; //funcion para el boton del cofre
int manual; //boton manual para la activacion
//const int LED=13;//señal visual
int buzzer=12;//señal auditiva
const int FLAME = 2;//entrada del sensor de flama
const int FLAMA = 3;//entrada del sensor de flama
int operacion;//funcion para detectar flama
int oper;//funcion para detectar flama
int boton=4;//boton del cofre
int bManual=5;//boton manua
int MOSFET = 7;//activacion del mosfet

void setup(){
  lcd.init();           // Se inicializa el LCD 16x2
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  Serial.begin(9600);
  pinMode(boton,INPUT);//Pin de entrada del boton del cofre
  pinMode(bManual,INPUT);//Pin de entrada del boton manual
  //pinMode(LED, OUTPUT);//Pin de salida al led
  pinMode(buzzer, OUTPUT);//Pin de salida al buzzer
  pinMode(FLAME, INPUT); //Pin de entrada del sensor 1
  pinMode(FLAMA, INPUT); //Pin de entrada del sensor 2
  pinMode(MOSFET, OUTPUT);//Pin de salida al MOSFET
  lcd.setCursor(0,0); //Situamos el cursor en 0 0
  lcd.print("Det. de flama");//Imprimos
  delay(1000);
}

void loop(){
  swi=digitalRead(boton);// operacion leer el estado del cofre "abierto-cerrado"
```

```

manual=digitalRead(bManual);// operacion activar el sistema sin importar las
condiciones
//operaciones para lectura de flama
operacion= digitalRead(FLAME);//Lee los valores de los sensores
oper= digitalRead(FLAMA);

if(digitalRead(bManual) == LOW){// si el boton esta presionado y alguno de los
dos sensores no detecta flama
  lcd.setCursor(0,0); //Situamos el cursor en 0 0
  lcd.print("Det. de flama");//Imprimos
  lcd.setCursor(0,1); //Situamos el cursor en 0 1
  lcd.print("---Modo Manual---");//Imprimos
  // digitalWrite(LED,true);
  digitalWrite(buzzer,true);
  digitalWrite(MOSFET, true);
}
else if (digitalRead(boton) == HIGH)//interruptor de cofre no presionado
{
  lcd.setCursor(0,1); //Situamos el cursor en 0 1
  lcd.print("---DESACTIVADO---");//Imprimos
  digitalWrite(MOSFET, false);
  //digitalWrite(LED,false);
  digitalWrite(buzzer,false);
}

else if((swi==0) && ((operacion==0)||(oper==0)) ){// si el boton esta presionado
y alguno de los dos sensores detecta fuego mandara una alerta
  lcd.setCursor(0,0); //Situamos el cursor en 0 0
  lcd.print("Det. de flama");//Imprimos
  lcd.setCursor(0,1); //Situamos el cursor en 0 1
  lcd.print("Flama Precaucion");//Imprimos
  //digitalWrite(LED,true);
  digitalWrite(buzzer,true);
  digitalWrite(MOSFET,true);
}

else if((swi==0) && ((operacion==1)||(oper==1))){// si el boton esta presionado
y alguno de los dos sensores no detecta flama
  lcd.setCursor(0,0); //Situamos el cursor en 0 0
  lcd.print("Det. de flama");//Imprimos
  lcd.setCursor(0,1); //Situamos el cursor en 0 1
  lcd.print("----No flama----");//Imprimos
  //digitalWrite(LED,false);
  digitalWrite(buzzer,false);
  digitalWrite(MOSFET,false);
}

```

```
    else if(digitalRead(bManual) == HIGH){// si el boton no esta presionado
manual no esta precionado
    lcd.setCursor(0,0); //Situamos el cursor en 0 0
    lcd.print("Det. de flama");//Imprimos
    lcd.setCursor(0,1); //Situamos el cursor en 0 1
    //digitalWrite(LED,false);
    digitalWrite(buzzer,false);
    digitalWrite(MOSFET,false);
    }
}
```

## Referencias

1. Zoilorios << *¿A qué temperatura debe estar el coche? ¿Qué hacer si se calienta el coche?* >> Julio 2017[En línea] Available: <https://www.zoilorios.com/noticias/que-temperatura-debe-estar-el-coche-que-hacer-si-se-calienta-el-coche>[Ultimo acceso: Mayo 2021].
2. R. Fildargo << *Por qué es más probable que tu coche arda en verano* >> Julio 2020 [En línea] Available: <https://www.autocasion.com/actualidad/noticias/incendios-de-coches-en-verano-mas-probables> [Ultimo acceso: Mayo 2021].
3. R. Fildargo,<< *Por qué puede arder un coche en un accidente*>>Junio 2019[En línea] Available: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/por-que-puede-arder-un-coche-en-un-accidente> [Ultimo acceso: Abril 2021].
4. GFS IBERICA << *Extintores para Autobuses Rotarex | Sistemas de Extinción* >> [En línea].Available: <https://gfsiberica.com/extintores-autobuses/> [Ultimo acceso: Mayo 2021].
5. PRI-SAFETY<<*Sistema automático de extinción de incendios de vehículos para autobuses*>> Marzo 2019, [En línea]. Available: <http://www.chinesefire.net/automatic-fire-suppression-systems/pri-safety-vehicle-automatic-fire-suppression.html>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
6. Revista turbo<< *¿Por qué se incendian normalmente los carros?*>> Marzo 2019[En línea] Available: <https://www.revistaturbo.com/mecanica/por-que-se-incendian-normalmente-los-carros-1841> [Ultimo acceso: Abril 2021].
7. ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE<<*El fuego y los incendios*>>[En línea]. Available: [http://www.anb.cl/documentos\\_sitio/81229\\_4\\_Guia\\_Fuego.pdf](http://www.anb.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf) [Ultimo acceso: Abril 2021].
8. CENAPRED << *Nociones Básicasde Prevención de Conato de Fuego*>> [En línea]. Available: [http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso\\_conato.pdf](http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso_conato.pdf) [Ultimo acceso: Abril 2021].

9. Mario Anero Cárcamo << *TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS. INCENDIOS DE ORIGEN ELÉCTRICO* >> [En línea]. Available: <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/5372/PFCAnero.pdf?sequence=1> [Ultimo acceso: Abril 2021].
10. Melisam << *Tipos de matafuegos* >> 2020, [En línea]. Available: <https://melisam.com/tipos-de-matafuegos/>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
11. D. Gutierrez << *Tesla publica el número de accidentes con el Autopilot y el número de incendios de sus coches eléctricos* >> HyE, Julio 2019, [En línea]. Available: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/tesla-publica-numero-incendios-coches-accidentes-autopilot/20190718131022029126.html>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
12. Coche español << *¿Qué es la grasa dieléctrica ?* >> [En línea]. Available: <http://www.automotriz.mobi/coches/car-maintenance/general-car-maintenance/126852.html>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
13. Electromundo << *Qué Es Un Transistor De Potencia Y Para Qué Sirve* >> [En línea]. Available: <https://electromundo.pro/que-es-un-transistor-de-potencia-y-para-que-sirve/#:~:text=Los%20transistores%20de%20potencia%20son,usarse%20como%20interruptores%20o%20amplificadores.&text=Dichos%20transistores%20deben%20tener%20una,uni%C3%B3n%20para%20resistir%20altos%20voltajes>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
14. SHI << *¿Qué son las electroválvulas?* >>, [En línea]. Available: <https://valvulas-hidraulicas.mx/las-electrovalvulas/>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
15. J. Martin << *Los bomberos avisan: "Apagar el fuego de un coche eléctrico es totalmente distinto a uno de gasolina o diésel"* >> Motor pasión, Noviembre 2018, [En línea]. Available: <https://www.motorpasion.com/seguridad/bomberos-avisan-apagar-fuego-coche-electrico-totalmente-distinto-a-uno-gasolina-diesel>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
16. Districtec << *¿Qué es una electroválvula y para qué sirve?* >> Enero 2021, [En línea]. Available: <https://www.districtec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
17. R. Estrada Marmolejo << *Optoacoplador, que es y cómo funciona* >> [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/optoacoplador/>. [Ultimo acceso: Abril 2021].

18. Ingeniería Mecafenix << *Que es el buzzer y cómo funciona (zumbador)* >> [En línea]. Available: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/el-buzzer/>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
19. BricoGeek << *Raspberry Pi Pico* >> [En línea]. Available: <https://tienda.bricogeek.com/placas-raspberry-pi/1513-raspberry-pi-pico.html>. [Ultimo acceso: Abril 2021].
20. Sahaun Salvador << *¿Qué es un termopar?* >> [En línea]. Available: <http://www.llogicbus.com.mx/blog/que-es-un-termopar/> [Ultimo acceso: Mayo 2021].
21. CONAPCI << *El Consejo Nacional de Protección Contra Incendio (CONAPCI, A.C.)* >> [En línea]. Available: <https://conapci.org/quienes-somos/> [Ultimo acceso: Mayo 2021].
22. Llamas Luis << *Detector de llama con Arduino y sensor infrarrojo* >> [En línea]. Available: <http://www.luisllamas.es/detector-llama-arduino>. [Ultimo acceso: Mayo 2021].
23. Geek Factory << *Características del Atmega328p Microcontrolador AVR* >> [En línea]. Available: <https://www.geekfactory.mx/tienda/componentes-electronicos/circuitos-integrados/atmega328p-microcontrolador-avr/>. [Ultimo acceso: Mayo 2021].
24. Anónimo << *Raspberry Pi Pico la nueva placa de Raspberry* >> [En línea]. Available: <https://programarfacil.com/podcast/raspberry-pi-pico/> [Ultimo acceso: Mayo 2021].
25. Anónimo << *Información Técnica y Comercial de los Cables automotrices* >> [En línea]. Available: <https://www.cosmos.com.mx/wiki/cables-automotrices-chbb.html> [Ultimo acceso: Setiembre 2021].
26. ELAND CABLES << *Cables de Alta Resistencia al Fuego* >> [En línea]. Available: <https://www.elandcables.com/es/electrical-cable-and-accessories/cables-by-type/fire-performance-cable> [Ultimo acceso: Septiembre 2021].
27. Universidad Sevilla << *Ley de Lorentz* >> [En línea]. Available: [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley\\_de\\_Lorentz#Ley\\_de\\_Lorentzc](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley_de_Lorentz#Ley_de_Lorentzc) [Ultimo acceso: Septiembre 2021].
28. Acadenas << *Que son las Bobinas (Inductores)* >> [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=LXwFKTRQzVY> [Ultimo acceso: Octubre 2021].
29. Anónimo << *Bicarbonato* >> [En línea]. Available: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/bicarbonato.html> [Ultimo acceso: Octubre 2021].

30. Alberto Valdivielso << *¿Qué es el agua?* >> [En línea] Available: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua> [Ultimo acceso: Septiembre 2021].
31. Manuchar << *Ácido Cítrico* >> [En línea]. Available: <https://manuchar.com.mx/productos/alimentos-y-bebidas/acido-citrico/> [Ultimo acceso: Octubre 2021].
32. André Laverde << *Normas para diseñar PCB y electrónica* >> [En línea] Available: <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/> [Ultimo acceso Octubre 2021].
33. D&R Tutoriales << *Cómo hacer un PCB en Proteus* >> [En línea] Available: <https://www.youtube.com/watch?v=78GVsMHJnPg> [Ultimo acceso: Octubre 2021].
34. Fundacion Carlos Slim << *Cálculo de ancho de pista según corriente* >> [En línea] Available: <https://capacitateparaelemplo.org/pages.php?r=.tema&tagID=7928&load=10181&brandID=capacitate> [Ultimo acceso: Octubre 2021].
35. Vlex << *Norma para equipo de protección contra incendios en autotransporte* >> [En línea] Available: <https://vlex.com.mx/vid/incendio-extintores-dispositivo-carga-39526781> [Ultimo acceso: Octubre 2021].
36. Construyendo.co << *Cables eléctricos y sus características* >> [En línea] Available: <https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php> [Ultimo acceso: Octubre 2020]

# APÉNDICES

## Apéndice A Lista de materiales del circuito

*Nota: los materiales en su mayoría fueron comprados por mayoreo en mercado libre, por ese motivo aumenta el costo del proyecto a diferencia si se adquirieran las piezas exactas.*

<b>3 Buzzer</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
3	BUZZER	ACTIVO	<a href="https://articulo.mercadolibre">https://articulo.mercadolibre</a>	GENÉRICO	\$47.00
SUBTOTAL					\$47.00

<b>5 RESISTENCIAS</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1	R1	1 K		GENÉRICO	\$ 5.00
1	R2	1 K		GENÉRICO	\$ 5.00
1	R3	10 K		GENÉRICO	\$ 5.00
1	R4	10 K		GENÉRICO	\$ 5.00
1	RS	1 K		GENÉRICO	\$ 5.00
1	RG	1 M		GENÉRICO	\$ 5.00
SUBTOTAL					\$ 30.00

<b>PLACA FENOLICA</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1			<a href="https://articulo.merca">https://articulo.merca</a>	GENÉRICO	\$64.50
SUBTOTAL					\$64.50

<b>MODULO MOSFET</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
2	Q1	IRF520N	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	MOSFET	\$46.00
SUBTOTAL					\$92.00

<b>BORNERAS</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1	BORNERA 4 PIN	BLOCK 4 P	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	Terminal Blocks	\$68.00
2	BORNERA 3 PIN	BLOCK 3 P	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	Terminal Blocks	\$49.00
3	BORNERA 3 PIN	BLOCK 2 P	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	Terminal Blocks	\$66.00
SUBTOTAL					\$183.00

<b>ATMEGA 328 P</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1		328P	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	P	\$105.00
SUBTOTAL					\$105.00

<b>CRISTAL</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1	X1	16MHZ	<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	EXTERNO	\$60.00
SUBTOTAL					\$60.00

<b>CALE CAL. 18</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
8 M		CALIBRE 18		AUTOMOTRIZ	\$12.00
SUBTOTAL					\$96.00

<b>SENSOR INFRARROJO</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
2	FLAMA, FLAME		<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	INFRARROJO	\$44.00
SUBTOTAL					\$84.00

<b>LCD 16X2 I2C</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1	LCD	16X2	<a href="https://articulo.mercadol">https://articulo.mercadol</a>	I2C	\$128.00
SUBTOTAL					\$128.00

<b>ACTUADORES LINEALES</b>					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
2	L1-L2		<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>	UNIVERSALES	\$125.00
SUBTOTAL					\$125.00

QUÍMICOS (CO2)					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1KG	BICARBONATO DE SODIO			COMERCIAL	\$56.00
1 KG	ACIDO CÍTRICO			COMERCIAL	\$23.00
SUBTOTAL					\$79.00

CINTA TÉRMICA					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1			<a href="https://articulo.mercado">https://articulo.mercado</a>		\$94.99
SUBTOTAL					\$94.99

CIRCUITO PBC					
<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>	<u>Stock Code</u>	<u>Tipo</u>	<u>Coste unitario</u>
1				PCB	\$522.00
SUBTOTAL					\$522.00

*\*El costo de la PCB es un poco alto, esto es porque se imprimían un mínimo de 5 placas, así que contamos con 5 tarjetas PCB y el precio unitario de cada tarjeta es de \$104.40.*

---

**TOTAL** | **\$1710.49**

**Sistema para detección y extinción  
de fuego en el capó automotriz en un  
automóvil tipo sedán**



## *índice*

<b>Componentes.....</b>	<b>3</b>
<b>Extintor .....</b>	<b>3</b>
<b>Actuador eléctrico.....</b>	<b>3</b>
<b>Sensor infrarrojo.....</b>	<b>3</b>
<b>Pantalla LCD .....</b>	<b>3</b>
<b>Interruptores.....</b>	<b>3</b>
<b>Funcionamiento habitual.....</b>	<b>4</b>
<b>Funcionamiento manual.....</b>	<b>4</b>
<b>Posibles fallas.....</b>	<b>5</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>7</b>

## Extinción del fuego

### Componentes

#### Extintor



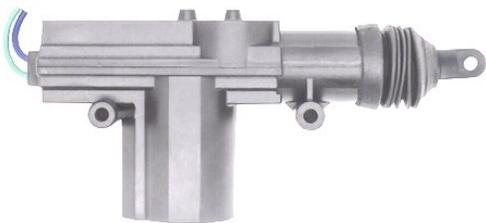
**Nota:** El extintor debe de sustituirse cada vez que se termina su carga o que pasa su fecha de caducidad.

El extintor esta cargado con CO<sub>2</sub>, el cual es capaz de eliminar diferentes tipos de fuego clase A, B y C.

Este se encuentra por debajo de la batería del automóvil.

#### Actuadores eléctricos

Se encuentran ubicados junto al extintor, conectados a la manija de liberación del mata-fuegos.



**Nota:** Revisar su funcionamiento en cada cambio del extintor.

#### Sensor infrarrojo

Se encuentran ubicados en puntos cruciales que puedan ser propensos a incendiarse en el motor del vehículo

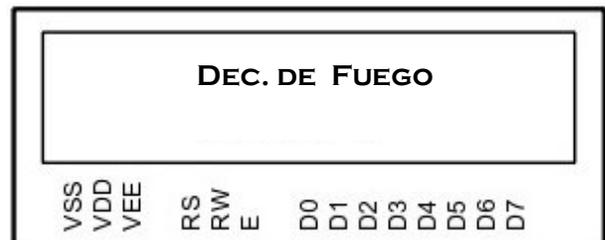


**Nota:** Dependiendo de cada vehículo el sensor puede ser ajustado para que cambie su sensibilidad dependiendo los requerimientos de cada automóvil.

#### Pantalla LCD

La pantalla LCD se ubica en la consola central del vehículo.

La pantalla mostrara una serie de mensajes diferentes



**Nota:** Los mensajes dependerá en que estado que se encuentre el sistema.

#### Interruptores

Los interruptores van alojados en dos diferentes posiciones , en el cofre y en la consola central, cada uno tiene diferentes funciones .

- 1- Verificar si el cofre esta abierto o cerrado.
- 2- Activación manual del sistema



## Sistema

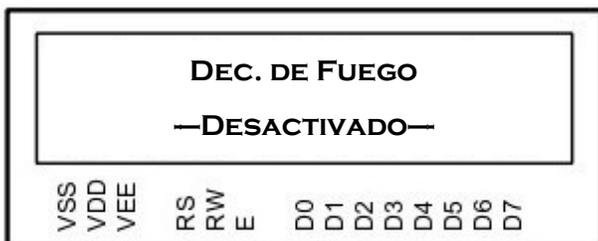
### Funcionamiento habitual

El sistema esta diseñado para que comience su funcionamiento una vez que se abra el switch, comenzara la detección de fuego en el área del motor.

Si el cofre se encuentra cerrado el sistema mandara un mensaje habitual de "no flama" el cual nos dirá que no tenemos ningún incendio en el motor



En caso contrario que el cofre se encuentre abierto el sistema se encontrara desactivado, este modo es para mantenimiento .



**Nota:** Este modo es para evitar activaciones del sistema, si el cofre se encuentra abierto, pero sigue funcionando el moto manual.

En caso que el cofre se encuentre cerrado y se origine un incendio en el motor, el sistema activara los actuadores para que estos liberen el C02, al mismo tiempo también se mandara un mensaje a la LCD y una alerta auditiva.

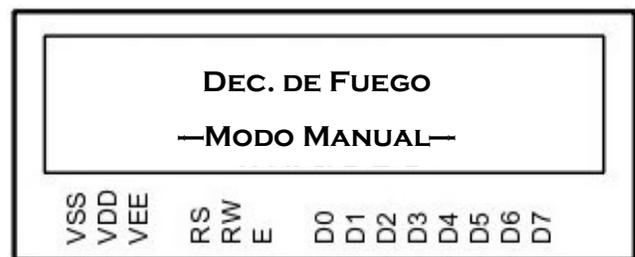


### Funcionamiento manual

Esta función del sistema tiene dos propósitos al presionar el botón como:

1- Verificar si el mecanismo sigue operando con normalidad: ya que el sistema solo se va a activar ocasionalmente, se debe de comprobar en cada servicio que opera con normalidad.

2- Botón de emergencia. Si por alguna razón los sensores fallan o no logran detectar el fuego , este botón podrá activar de manera manual los actuadores , para liberar el CO2.

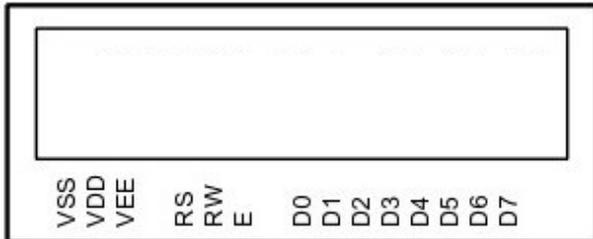


**Nota:** Esta función opera sin ninguna restricción para liberar el CO2

## POSIBLES FALLAS

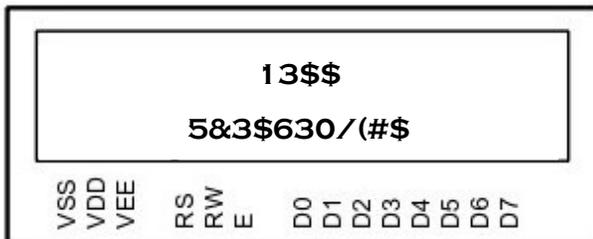
## SOLUCIONES

### Pantalla no enciende



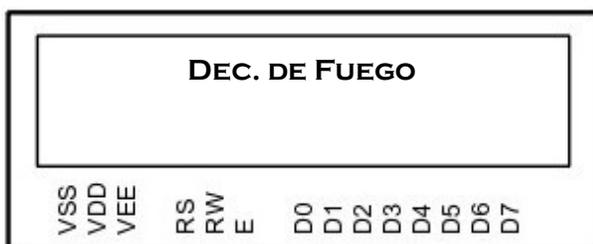
- \* Revise toda la fusilería del vehículo
- ++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

### Muestreo de caracteres sin ningún sentido



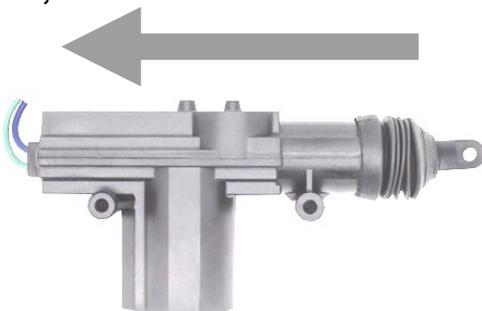
- \*Revise el fusible correspondiente a los sensores infrarrojos
- \*Revise el conector de la LCD que este bien insertado
- ++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

### No muestra cambio en la LCD al abrir o cerrar el cofre



- \*Revise el conector del interruptor del cofre que este bien insertado
- \*Revisar el estado del interruptor
- ++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

### No se activan los actuadores en modo manual, modo habitual o ambos.



- \*Revise el conector de los actuadores
- \*Revisar el fusible de los actuadores
- ++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

## POSIBLES FALLAS

### Sensores no detectan fuego



### Extintor no expulsa el matafuegos



## SOLUCIONES

\*Revise el conector del sensor que este bien insertado

\*Revisar el estado del sensor

++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

\*Revise el estado del extintor

\*Revisar la presión del extintor

\*Revisar la fecha de vencimiento del extintor

++ Llevar el vehículo con un técnico especializado para un diagnóstico.

## **Recomendaciones**

Para que el sistema realice su principal objetivo de apagar un incendio antes de que incremente la flama, se le recomienda al usuario hacer lo siguiente:

- Disminuir su velocidad hasta detener totalmente el vehículo
- Apagar el motor del vehículo
- Desalojar el vehículo lo más rápido posible
- Si el humo es demasiado ,NO abrir el cofre del vehículo, ya que el fuego en el motor puede ser muy intenso.
- Si el humo es poco, puede abrir el cofre del vehículo con la ayuda de un trapo húmedo (Debido a la temperatura se transmite el calor al cofre y podría sufrir daños).
- Si el sistema no funciona, puede presionar el botón de la consola central para activar manualmente el extintor.

*Nota: Después del incidente, el extintor se vaciara por completo, deberá llevarlo a su agencia para que realicen el cambio del extintor, NO se permite la recarga, los extintores son para un solo uso.*