

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA CONTROL ELECTRÓNICO DE POTENCIA Y
PREVENTIVO DEL AUMENTO DE TEMPERATURA EN LOS VEHÍCULOS DE
EMERGENCIA (BOMBEROS)**

NARCISO LAZO ROJAS

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
GIRARDOT
2015**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA CONTROL ELECTRÓNICO DE POTENCIA Y
PREVENTIVO DEL AUMENTO DE TEMPERATURA EN LOS VEHÍCULOS DE
EMERGENCIA (BOMBEROS)**

NARCISO LAZO ROJAS

***TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
TECNOLOGO EN ELECTRÓNICA.***

**DIRECTOR
MARCO TULIO SÁNCHEZ
COORDINADOR DE
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA
EFRAIN MASMELA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
PROYECTO DE GRADO
GIRARDOT
2015**

AGRADECIMIENTOS

*Primeramente a Dios por la fortaleza,
La paciencia, la salud y la esperanza
Para terminar este trabajo y tenerme con
Vida para su propósito, en el todo lo puedo, y será
prosperado, salmos 1:3*

*A mi familia ya que con el apoyo,
Dedicación y esfuerzo, hicieron de
Mí una persona luchadora para
Lograr mis sueños y metas, este título
Va para ustedes padres.*

*A mis compañeros John Hanner, Pablo Bermúdez, Leonel
Quenan, que aprendimos con el trabajo en equipo y
logramos sacar la carrera hasta las últimas instancias.*

*A los profesores e ingenieros Darío Tovar, Efraín Masmela,
Edwin palacios, la luz que guía mi desarrollo profesional. Por
su gran aporte de conocimientos, técnicas académicas y
prácticas.*

*Y finalmente en gran manera a Yobani Rivera por
Su gran sabiduría y experiencia en
Temas de vehículos de emergencia*

LA GLORIA ES DIOS

PAGINA DE ACEPTACION

Nota de aceptación

Firma Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Fecha de sustentación

Girardot, Cundinamarca agosto de 2015

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	PROBLEMA.....	10
3	FORMULACIÓN DEL PROYECTO	11
4	JUSTIFICACIÓN	12
5	OBJETIVOS.....	14
5.1	OBJETIVO GENERAL	14
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
6	MARCO LEGAL	15
6.1	Ley 1383 de 2010	15
6.2	NTC 3332.....	16
6.3	Permeabilidad y resistencia al golpe.	17
6.3.1	Grado de protección IP	17
6.3.2	EN 62262.....	21
7	MARCO DE REFERENCIA.....	22
8	MARCO CONCEPTUAL.....	23
8.1	CARGA ELECTRICA	23
8.2	CORRIENTE.....	23
8.3	RESISTENCIA ELECTRICA	23
8.4	LEY DE OHM	23
8.4.1	$V= R/I$	24
8.5	CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA	25
8.5.1	Circuitos eléctricos.....	25
8.6	FEM.....	25
8.7	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS MATERIALES.....	26
8.8	MOVIMIENTO	26
8.8.1	MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME	26
8.9	Electrónica de Potencia	26
8.10	Sistema de refrigeración.....	28
9	MARCO TECNOLÓGICO.....	29
9.1	Microcontroladores PIC	29
9.2	Led	29

9.3	Resistencias	30
9.3.1	Código de colores.....	31
9.4	El condensador eléctrico	31
9.5	REGULADOR DE VOLTAJE LM78XX.....	32
9.5.1	Características	32
9.5.2	Descripción	32
9.6	Prensacable.....	33
9.7	Batería eléctrica	34
9.7.1	Baterías de arranque:	35
9.7.2	Baterías Estacionarias (stand-by):.....	35
9.7.3	Baterías de Tracción:	35
9.8	IRFP2907	36
9.9	Display LCD.....	36
9.10	Microcontrolador pic.....	37
9.11	Sensor termistor.....	37
10	Diseño y desarrollo.....	38
10.1	Desarrollo modular	38
10.1.1	Sensor de temperatura	38
10.1.2	Sistema de control de luces y actuadores de emergencia.....	40
10.2	Diseño electrónico	40
10.2.1	Tarjeta de control de potencia de alto flujo de corriente electrónico	44
10.2.2	Sistema de (HT)	56
11	Conclusiones	68
12	Bibliografía	69

Tabla de contenido de figuras

Figura 1: Nomenclatura estándar IEC 60529	17
--	----

Figura 2: V, I y R, los parámetros de la ley de ohm.	24
Figura 3: diagrama modelo de electrónica de potencia	27
Figura 4: sistema de refrigeración.	28
Figura 5: ficha técnica.	30
Figura 6: diferentes resistencias de empaquetado tipo axial.	31
Figura 7: simbolo electrico del condensador.	32
Figura 8: presentaciones de encapsulado.....	33
Figura 9: Prensacable, partes y funciones.	34
Figura 10 diagrama de tiempos y valores absolutos, recomendados,.....	36
Figura 11: figura general y desarrollo modular	38
Figura 12: sistema de temperatura.....	39
Figura 13: sistema de la etapa de control de alto flujo de corriente	40
Figura 14: forma y acotado de la caja g3308.....	41
Figura 15: sistema de control eléctrico anterior.	42
Figura 16: forma y acotado de la caja k2008.....	43
Figura 17: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet FRR, NQR, FVR.	46
Figura 18: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet FRR, FVR.....	47
Figura 19: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet NQR, NPR.....	47
Figura 20: foto de baterías utilizadas en autosFREIGHTLINER motor mercedes Mercedes-Benz.	48
Figura 21: forma general de controlar un Mosfet.....	50
Figura 22: Grafica para calcular los grados de disipación y la corriente.....	51
Figura 23: Grafica para calcular el ancho y alto de las pistas	51
Figura 24: Diseño elaborado en Eagle para la etapa de control.	53
Figura 25: proceso de grabado y estañado en váquela de fibra.	54
Figura 26: Mosfet fijado al disipador.	54
Figura 27: proceso de fabricación de cuarto de bombas en aluminio.....	55
Figura 28: Proceso de fabricación de carrocería en aluminio	55
Figura 29: cuarto de bombas carrocería en aluminio, sistema de bombeo en acero al carbón, tanque en acero inoxidable, sobre un camión FRR Chevrolet, 100% fabricados en Girardot Cundinamarca. El circuito de control ubicado en el círculo rojo A.	56
Figura 30: pera de temperatura (sensor) ubicado en el sistema de refrigeración de un vehículo FRR.	56
Figura 31: el círculo verde con la letra A es donde se ubica la pera de temperatura del fabricante y junto al sensor que se utilizara para el proyecto por medio de racores en bronce.	57
Figura 32: simulación en ISIS Proteus del sistema de HT con 4 testigos visuales.....	57

Tabla de contenido de tablas

Tabla 1: Primer grado IP	18
Tabla 2: Segundo grado IP	20
Tabla 3: código IK y energía de impacto.....	21
Tabla 4: tabla de especificaciones técnicas caja tableplast G3308.....	41
Tabla 5: tabla de especificaciones técnicas caja 2008	44
Tabla 6: cuadro de las cargas del vehiculo	49
Tabla 7: datos mostrados por el sensor.....	58
Tabla 8: Tabla grafica de datos mostrados por el sensor.....	58
Tabla 9: datos de soensr y comportamiento	59
Tabla 10: gastos de inversión del proyecto	67

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la compra de vehículos de emergencia (bomberos) han aumentado junto a la oferta, debido a muchos factores, el más preocupante ha sido el del calentamiento global, que irónicamente estos mismos autos que contaminan son los utilizados para apagar los incendios causados por la misma contaminación o por otros factores ya sean forestales, residenciales, industriales o iniciados (terrorismo, o accidentes), entre otros.

Estos mismos vehículos tiene ensambladoras en otro países y por ende traerlos a Colombia sale muy costoso, una serie de empresas nacionales han sido las pioneras en tomar vehículos en solo su chasis y, motor y transformarlos en vehículos de bomberos dependiendo la necesidad de la población al que se destinara.

Estos vehículos también han tenido un desarrollo tecnológico ya que no solo son luces y bomba de agua, tienen una serie de circuitos de control eléctrico, comunicación, iluminación y sensores que trabajan conjuntamente pero aislados e independientes del sistema electrónico del motor para reducir fallas de una y otra parte.

2 PROBLEMA

En estos vehículos emplean circuitos netamente eléctricos, los cuales están ubicados en cajas herméticas, resistente a altas temperaturas debido a las condiciones de trabajo del mismo auto, son espaciosos y robustos estas cajas normalmente están ubicadas dentro de un gabinete de la carrocería del carro donde se guarda herramienta de rescate quitando espacio considerable, que fácilmente puede ser utilizado para guardar equipos der rescate. Por otro lado estos vehículos son sometidos a trabajo continuo y pesado durante alguna emergencia, por sentido común sabemos que todo auto si se excede en uso o revoluciones se calentara su motor junto a la boba de agua por transmisión mecánica (cardan), pudiendo causar algún daño grave al motor o la bomba.

Con este dispositivo se lograra la implementación de dos módulos donde se usan circuitos comerciales pantallas LCD que nos permita visualizar, resetear de forma real la temperatura del auto y a su vez otro que sea reducido en tamaño y soporte alto flujo de corriente, actualizando así estos autos nacionales compitiendo así con calidad.

3 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

¿Existe en algún dispositivo de control electrónico que soporte estas altas corrientes para sus circuitos de control de potencia de la empresa safety fire S.A. y un sistema de visualización electrónica con pantalla LCD guardando la temperatura del motor al que ha sido sometido de los autos de emergencia (bomberos) para alguna futura garantía y advertir visualmente algún exceso de trabajo representado en alta temperatura del auto de manera real?

4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar un circuito de control de potencia de alto flujo de corriente, de trabajo pesado y continuo con el fin de aportar de forma eficiente en alguna emergencia, este se desarrolla con integrados que reemplacen los actuales relevadores espaciosos y fijarlos en la carrocería de aluminio para su propia disipación de calor ya que estos integrados presentan una pérdida de energía representada en calor debido al flujo de corriente.

Los cuales son mucho menos espaciosos que los relevadores eléctricos, otra función que deben tener los integrados es que deben soportar algún cortocircuito de las baterías de arranque, las cuales pueden proporcionar desde 1200 amperios en un periodo corto, estos integrados se encuentran en el mercado y son comerciales.

Por otro lado se implementara accesorio complementario los sistemas visuales de prevención del vehículo con la finalidad de evitar daños al motor por elevación de temperatura y falta de lubricación, este dispositivo será capa de advertir altas temperaturas, y guardar las temperaturas a las que ha sido sometido en vehículo.

Dicho dispositivo dará la oportunidad de evitar gastos elevados con respecto a un mantenimiento correctivo ya que el usuario podrá estar informado de la temperatura y presión de aceite presente en el motor de su vehículo.

Este dispositivo no podrá apagar el vehículo al estar recaliente, porque si se usa en una emergencia prevalece la vida de las personas involucradas en la emergencia que el vehículo, ya que este se puede reparar, como se dijo anteriormente, la idea es que el maquinista no recaliente el motor y le dé un manejo correcto al mismo.

El presente proyecto tiene como finalidad poner en práctica competencias desarrolladas a partir de los cursos de formación en electrónica y la contribución a un ámbito tan importante como es el campo de la integridad motriz en el funcionamiento de un vehículo automotor, por medio

del diseño de un dispositivo electrónico que de forma complementaria a los sistemas del carro, actúe sobre el mismo, previendo la recalentada del motor y los posibles daños que conlleve.

Un motor puede subir de temperatura dentro del rango que el termómetro indica como tolerable o permitido cuando está en gran esfuerzo constante, como en las subidas o situaciones pesadas de tráfico, en condiciones de alta temperatura ambiente, como es el caso del clima en la región del Alto Magdalena y por su puesto en condiciones de trabajo en alguna emergencia. Cuando se sobrepasan esos límites, se producen burbujas de aire en el sistema de enfriamiento del motor debido a que el agua supera su punto de ebullición, provocando que los metales se dilaten, hay dilataciones mayores de las previstas y se pegan o funden entre sí, tales como partes móviles y fijas: casquete de biela y cigüeñal, cilindro rayado, deformidad en culata y bloque, múltiple de admisión, mangueras, etc. Todo esto provoca que, el empaque de la culata pierde el sello y de inmediato se apague el motor por falta de compresión y mezcla de fluidos (refrigerante, aceite), y se debe rectificar para recuperarla. En algunos casos, este arreglo no es factible y requiere el remplazo de las piezas como los pistones, rectificar los cilindros y el daño puede afectar a otras partes.

Sin importar cuál sea el combustible que utiliza o el modelo de fabricación del vehículo, este puede, en determinado momento, dejar de funcionar óptimamente por el recalentamiento, que se da en ocasiones también, por la falta de aceite o refrigerante, que produce inconvenientes con el sistema de enfriamiento y lubricación del motor.

Pese a que los vehículos están diseñados con sistemas de alerta para estos casos, siguen presentándose muy a menudo problemas de recalentamiento de motor, porque los conductores no miran el tablero continuamente o porque los instrumentos no la detectan.

Lo anterior permite inferir que los testigos visuales del automóvil se deben complementar con llamados de alerta para prevenir al conductor, por lo cual se hace necesario pensar en un dispositivo que cuente con un sistema de notificación visual que se complemente con tonos audibles, para que de tal forma, no sea necesario revisar constantemente el tablero, sino que tan sólo con un sonido, quien conduce el vehículo esté alerta para iniciar acciones preventivas que eviten un daño en el motor.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un dispositivo electrónico, que sirva como indicador audible y visual del recalentamiento del motor en un vehículo. Así como un circuito de control de potencia de alto flujo y de reducido tamaño en comparación con el sistema anterior tradicional.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar y crear un dispositivo reducido en tamaño que soporte altos flujos de corriente.
- Calcular y diseñar el PCB necesario para los dispositivos de control de potencia y de temperatura.
- Complementar los indicadores convencionales con instrumentos digitales en vehículos diésel de emergencia.
- Crear un dispositivo adicional de visualización y preventivo sobre el estado de temperatura y presión de aceite del motor.

6 MARCO LEGAL

El sistema de transporte de un país está regulado por una normatividad que tiene como propósito garantizar estados de seguridad en zonas viales, a través de la organización del tránsito y la regulación del funcionamiento de los medios de transporte. En el contexto local, le corresponde al Ministerio de Transporte de Colombia, como autoridad suprema de tránsito “definir, orientar, vigilar e inspeccionar la ejecución de la política nacional en materia de tránsito”.

6.1 Ley 1383 de 2010

Reforma el Código Nacional de Tránsito, el cual en su Título II, Capítulo VIII, dicta disposiciones en lo relacionado con la revisión técnico mecánica.

En relación con el propósito de investigación del presente proyecto, se toma como fundamento que es una responsabilidad del conductor de un vehículo automotor mantenerlo con excelentes características de circulación:

- Artículo 50°. Condiciones mecánicas y de seguridad. Por razones de seguridad vial y de protección al ambiente, el propietario o tenedor del vehículo de placas nacionales o extranjeras, que transite por el territorio nacional, tendrá la obligación de mantenerlo en óptimas condiciones mecánicas y de seguridad.”

Lo anterior se interpreta desde la utilidad del dispositivo planteado, ya que evitar un recalentamiento del motor es una garantía de buen funcionamiento.

Por otra parte, se entiende que la revisión de los vehículos registra el buen estado de la parte mecánica de los mismos.

- Artículo 51, numerales 3 y 4 de la misma norma se verifica, “El buen funcionamiento del sistema mecánico” (...) “Funcionamiento adecuado del sistema eléctrico”.

Por otra parte, la instalación de accesorios auditivos y visuales, diferentes por ejemplo a las luces convencionales de un carro, no tienen hasta este periodo una norma específica que regule

sus características de funcionamiento. Es el caso de la compañía General Motors, que es la única ensambladora en el país, y no tiene protocolos relacionados con este tema.

6.2 NTC 3332

Se debe tener en cuenta que en la construcción de estos camiones extintores se tienen unas normas para la higiene seguridad en aparatos y accesorios destinados a la extinción de incendios.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3332 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1992-07-22.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

REFERENCIAS

Los siguientes documentos, o partes de éstos, se citan como referencia dentro de esta norma y se deberán considerar parte de los requisitos de este documento. La edición que se indica para cada referencia deberá ser actual a partir de la edición NFPA de este documento.

Publicaciones de la NFPA

NFPA 10, Standard for Portable Fire Extinguishers, 1984.

NFPA 70, National Electrical Code, 1984.

NFPA 1904, Standard for Testing Fire Department Aerial Ladders and Elevating Platforms, 1980.

NFPA 1921, Standard for Fire Department Portable Pumping Units, 1980.

NFPA 1931, Standard for Design and Design Verification Tests for Fire Department Ground Ladders, 1984.

NFPA 1961, Standard for Fire Hose, 1985.

NFPA 1963, Standard for Screw Threads and Gaskets for Fire Hose Connections, 1985.

Publicaciones de la ANSI

ANSI/UL 92, Standard for Fire Extinguisher and Booster Hose, 1982.

Asociación de Fabricantes de Caucho (RMA, siglas en inglés)

RMA IP 12, Standard for High Pressure Fire Engine Booster and Fire Extinguisher Hose, 1979.

6.3 Permeabilidad y resistencia al golpe.

Para desarrollar este dispositivo se debe tener unas normas adicionales ya que estos camiones están en constante contacto con el agua y el fuego, y por otro lado se tiene otra norma adicional que es la resistencia a los golpes.

6.3.1 Grado de protección IP

El grado de protección IP hace referencia a la norma internacional IEC 60529 Degrees of Protection¹ utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico, en general de uso industrial como sensores, medidores, controladores, etc. Especifica un efectivo sistema para clasificar los diferentes grados de protección aportados a los mismos por los contenedores que resguardan los componentes que constituyen el equipo.

Este estándar ha sido desarrollado para calificar de una manera alfa-numérica a equipamientos en función del nivel de protección que sus materiales contenedores le proporcionan contra la entrada de materiales extraños. Mediante la asignación de diferentes códigos numéricos, el grado de protección del equipamiento puede ser identificado de manera rápida y con facilidad.

De esta manera, por ejemplo, un grado de protección IP67 indica lo siguiente:

Las letras «IP» identifican al estándar (del inglés: Ingress Protection).

El valor «6» en el primer dígito numérico describe el nivel de protección ante polvo, en este caso: «El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia».

El valor «7» en el segundo dígito numérico describe el nivel de protección frente a líquidos (normalmente agua), en nuestro ejemplo: «El objeto debe resistir (sin filtración alguna) la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos»

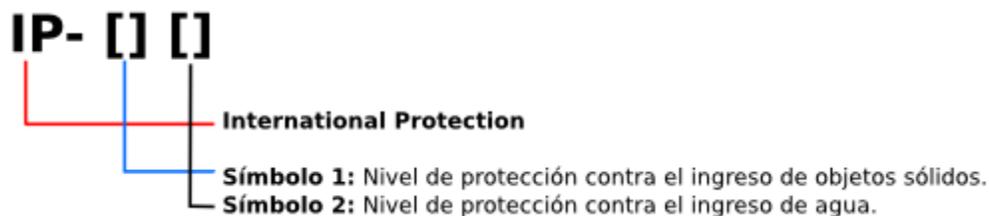


Figura 1: Nomenclatura estándar IEC 60529

Fuente: DIN 40050-9: Straßenfahrzeuge; IP-Schutzarten; Schutz gegen Fremdkörper, Wasser und Berühren; Elektrische Ausrüstung

IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). International Electrotechnical Commission, Geneva

Nivel	Tamaño del objeto entrante	Efectivo contra
0	—	Sin protección
1	<50 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
2	<12.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
3	<2.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
4	<1 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 1 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
5	Protección contra polvo	La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento.
6-	Protección fuerte contra polvo	El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia

Tabla 1: Primer grado IP

Fuente https://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protecci%C3%B3n_IP

Niv	Protección frente a	Método de prueba	Resultados
0	Sin protección.	Ninguno	El agua entrará en el equipamiento en poco tiempo.
1	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm ³ por minuto)
2	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm ³ por minuto). Dicha prueba se realizará cuatro veces a razón de una por cada giro de 15° tanto en sentido vertical como horizontal, partiendo cada vez de la posición normal de trabajo.
3	Agua nebulizada. (spray)	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 11 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
4	Chorros de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.

5	Chorros de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
6	Chorros muy potentes de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100 kN/m ² durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros.
7	Inmersión completa en agua.	El objeto debe soportar sin filtración alguna la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos.	No debe entrar agua.
8	Inmersión completa y continúa en agua.	El equipamiento eléctrico / electrónico debe soportar (sin filtración alguna) la inmersión completa y continua a la profundidad y durante el tiempo que especifique el fabricante del producto con el acuerdo del cliente, pero siempre que resulten condiciones más severas que las especificadas para el valor 7.	No debe entrar agua

Tabla 2: Segundo grado IP

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protecci%C3%B3n_IP

6.3.2 EN 62262

EN 62262 es una norma europea, equivalente a la norma internacional IEC 62262 (2002), que se refiere a las calificaciones de los grados de protección IK. Esta es una clasificación numérica internacional para los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos. Proporciona un medio para especificar la capacidad de un recinto para proteger su contenido de los impactos externos. El Código IK se definió originalmente en la norma europea BS EN 50102 (1995, modificación 1998). Tras su adopción como estándar internacional en 2002, la norma europea EN 62262 se volvió a numerar.

Antes de la llegada del código IK, se añadía ocasionalmente un tercer número al Grado de protección IP, para indicar el nivel de protección contra impactos - por ejemplo, IP66 (9). El uso no estándar de este sistema fue uno de los factores que condujeron al desarrollo de este estándar, que utiliza un código separado de dos números para distinguirlo de los sistemas ya existentes.

La EN 62262 especifica la forma en que deben montarse las envolventes cuando se llevan a cabo las pruebas, las condiciones atmosféricas que deben prevalecer, el número de impactos (5) e, incluso, la distribución, el tamaño, el estilo, material, dimensiones, etc. de los distintos tipos de martillo diseñados para producir los niveles de energía requeridos.

Código IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía de impacto (julio)	*	0.15	0.20	0.35	0.50	0.70	1	2	5	10	20

Tabla 3: código IK y energía de impacto

Fuente: es.wikipedia.org/wiki/EN_62262

7 MARCO DE REFERENCIA

En la actualidad con el avanzado avance tecnológico valga la redundancia se ha tomado diferentes medidas frente a la reducción de tamaño de los componentes y protección del motor, un claro ejemplo es un proyecto realizado anteriormente en la corporación universidad minuto de Dios sede Girardot por los estudiantes Pablo Andrés Bermúdez Caballero, Andrés Leonel Quenan, el cual solo realizo un análisis de la temperatura y dado del caso apagaba el vehículo.

En cuanto a vehículos de detección de alta temperatura que por medio de alguna interfaz interactúe más con el usuario, como es de saberse que para vehículos de baja gama los accesorios son más limitados, y por ende los de alta gama cuentan con alta tecnología que permiten prevenir al vehículo de algún daño o controlar las cargas con integrados de menor tamaño.

Innumerables automóviles y motocicletas eléctricas e híbridas para su buen funcionamiento para sus largas y extenuantes horas de uso con sus elevadas cargas.

8 MARCO CONCEPTUAL

8.1 CARGA ELECTRICA

La carga eléctrica es una propiedad de la materia que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. La carga se origina en el átomo, el cual está compuesto de partículas subatómicas cargadas como el electrón y el protón. La carga puede transferirse entre los cuerpos por contacto directo, o al pasar por un material conductor, generalmente metálicos. El término electricidad estática hace referencia a la presencia de carga en un cuerpo, por lo general causado por dos materiales distintos que se frotan entre sí, transfiriéndose carga uno al otro.

8.2 CORRIENTE

Se conoce como corriente eléctrica al movimiento de cargas eléctricas. La corriente puede estar producida por cualquier partícula cargada eléctricamente en movimiento; lo más frecuente es que sean electrones, pero cualquier otra carga en movimiento se puede definir como corriente.⁴⁸ Según el Sistema Internacional, la intensidad de una corriente eléctrica se mide en amperios, cuyo símbolo es A. (Jackson, Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons, Inc. 2.^a edición, 1975)

8.3 RESISTENCIA ELECTRICA

Se le denomina resistencia eléctrica a la igualdad de oposición que tienen los electrones al moverse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la **letra griega omega (Ω)**, en honor al físico alemán Georg Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

Además, de acuerdo con la ley de Ohm la resistencia de un material puede definirse como la razón entre la diferencia de potencial eléctrico y la corriente en que atraviesa dicha resistencia, así: $R = V / I$. (Alonso & J. Finn, física, 2000)

8.4 LEY DE OHM

La ley de Ohm, postulada por el físico y matemático alemán **Georg Simon Ohm**, es una ley de la electricidad. Establece que la diferencia de potencial **V** que aparece entre los extremos de un conductor determinado es proporcional a la intensidad de la corriente **I** que circula por el citado conductor. Ohm completó la ley introduciendo la noción de resistencia eléctrica **R**; que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre **V** e **I**:

8.4.1 $V = R/I$

La fórmula anterior se conoce como ley de Ohm incluso cuando la resistencia varía con la corriente, y en la misma V corresponde a la diferencia de potencial, R a la resistencia e I a la intensidad de la corriente. Las unidades de esas tres magnitudes en el sistema internacional de unidades son, respectivamente, **voltios (V)**, **ohmios (Ω)** y **amperios (A)**.

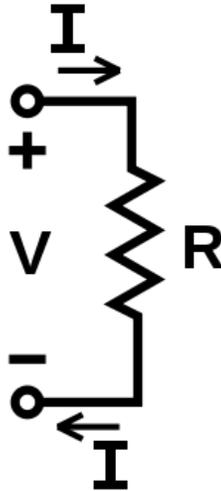


Figura 2: V , I y R , los parámetros de la ley de ohm.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/leydeohm,2014>

Otras expresiones alternativas, que se obtienen a partir de la ecuación anterior, son:

$$I = V / R \text{ válida si 'R' no es nulo}$$

$$R = V / I \text{ válida si 'I' no es nula}$$

En los circuitos de alterna senoidal, a partir del concepto de impedancia, se ha generalizado esta ley, dando lugar a la llamada ley de Ohm para circuitos recorridos por corriente alterna, que indica:

$$I = V / Z$$

Donde I corresponde al fasor corriente, V al fasor tensión y Z a la impedancia.

8.5 CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA

8.5.1 Circuitos eléctricos

Un circuito eléctrico es una interconexión de componentes eléctricos tales que la carga eléctrica fluye en un camino cerrado, por lo general para ejecutar alguna tarea útil.⁵⁹

Los componentes en un circuito eléctrico pueden ser muy variados, puede tener elementos como resistores, capacitores, interruptores, transformadores y electrónicos. Los circuitos electrónicos contienen componentes activos, normalmente semiconductores, exhibiendo un comportamiento no lineal, que requiere análisis complejos. Los componentes eléctricos más simples son los pasivos y lineales. (Jackson, Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons, Inc. 2.^a edición, 1975)

8.6 FEM

La fuerza electromotriz (FEM) es toda causa capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado. Es una característica de cada generador eléctrico. Con carácter general puede explicarse por la existencia de un campo electromotor, cuya circulación, define la fuerza electromotriz del generador.

Se define como el trabajo que el generador realiza para pasar por su interior la unidad de carga positiva del polo negativo al positivo, dividido por el valor en **Culombios** de dicha carga.

Esto se justifica en el hecho de que cuando circula esta unidad de carga por el circuito exterior al generador, desde el polo positivo al negativo, es necesario realizar un trabajo o consumo de energía (mecánica, química, etcétera) para transportarla por el interior desde un punto de menor potencial (el polo negativo al cual llega) a otro de mayor potencial (el polo positivo por el cual sale). La FEM se mide en voltios, al igual que el potencial eléctrico. (wikipedia.orgFuerza_electromotriz,, 2015)

8.7 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS MATERIALES

La resistividad es la resistencia eléctrica específica de cada material para oponerse al paso de una corriente eléctrica. Se designa por la letra griega rho minúscula (ρ) y se mide en ohmios metro ($\Omega \cdot m$).

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

Formula de resistividad/metro

En donde R es la resistencia en ohms, S la sección transversal en m^2 y l la longitud en m. Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica, por lo que da una idea de lo buen o mal conductor que es. Un valor alto de resistividad indica que el material es mal conductor mientras que uno bajo indicará que es un buen conductor.

Como ejemplo, un material de 1 m de largo por 1 m de ancho por 1 m de altura que tenga 1 Ω de resistencia tendrá una resistividad (resistencia específica, coeficiente de resistividad) de 1 $\Omega \cdot m$.

Generalmente la resistividad de los metales aumenta con la temperatura, mientras que la resistividad de los semiconductores disminuye ante el aumento de la temperatura. (Zemansky, 2009)

8.8 MOVIMIENTO

Un cuerpo está en movimiento relativo con respecto a otro, cuando su posición cambia en el transcurso del tiempo.

8.8.1 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Elementos del M.C.U. En todo movimiento circular uniforme se encuentran los siguientes elementos:

Periodo. Es el tiempo que emplea el móvil en dar una vuelta; se simboliza por T y su unidad es el segundo. (V., 2001)

8.9 Electrónica de Potencia

Definición de la Electrónica de Potencia Durante mucho tiempo ha existido la necesidad de controlar la potencia eléctrica de los sistemas de tracción y de los controles industriales

impulsados por motores eléctricos, así pues la electrónica de potencia ha revolucionado la idea del control para la conversión de potencia y para el control de los motores eléctricos. Lo electrónico de potencia combina la energía, la electrónica y el control, el control se encarga del régimen permanente y de las características dinámicas de los sistemas de lazo cerrado. La energía tiene que ver con equipo de potencia estática y rotativa o giratoria, para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. La electrónica se encarga de los dispositivos y circuitos de estado sólido requeridos el procesamiento de la señales para cumplir con los objetivos de control deseados. La electrónica de potencia se puede definir como la aplicación de la electrónica de estado sólido para el control y la conversión de la energía eléctrica. En la figura 1 se muestra la interrelación de la electrónica de potencia con la energía, la electrónica y el control. (G., 2014)

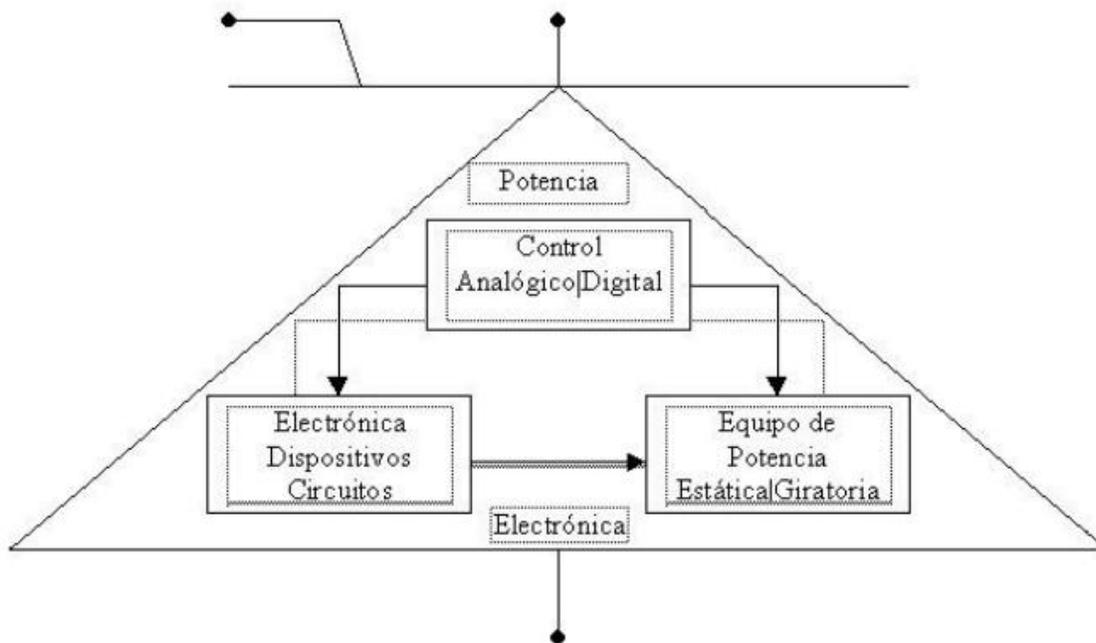


Figura 3: diagrama modelo de electrónica de potencia

Fuente: Fuente: <http://www.ie.itcr.ac.cr/juanjimenez/cursos/Potencia/lectura3.pdf>

Los dispositivos semiconductores de potencia se pueden clasificar a partir de: 1) Activación y desactivación sin control (por ejemplo diodo) 2) Activación controlada y desactivación sin control (por ejemplo SCR) 3) Características de activación y desactivación controladas (por ejemplo BJT, MOSFET, GTO, SITH, IGBT, SIT, MCT) 4) Requisito de señal continua en la compuerta (BJT, MOSFET, IGBT, MCT) 5) Requisito de pulso en la compuerta (por ejemplo SCR, GTO, MCT) 6) Capacidad de soportar voltajes bipolares (SCR, GTO) 7) Capacidad de soportar

voltajes unipolares (BJT, MOSFET, GTO, IGBT, MCT) 8) Capacidad de corriente bidireccional (TRIAC, RCT) 9) Capacidad de corriente unidireccional (SCR, GTO, BJT, MOSFET, MCT, IGBT, SITH, SIT, diodo). Tomado del tecnológico de costarica, escuela de ingeniería electrónica. (G., 2014)

8.10 Sistema de refrigeración

Este sistema elimina el exceso de calor generado en el motor, es de suma importancia ya si fallara puede poner en riesgo la integridad del motor. Su función es la de extraer el calor generado en el motor para mantenerlo con una temperatura de funcionamiento constante, ya que el motor por debajo o por encima de la temperatura de funcionamiento tendría fallas pudiendo hasta no funcionar por completo. (nacional u. , 2015)

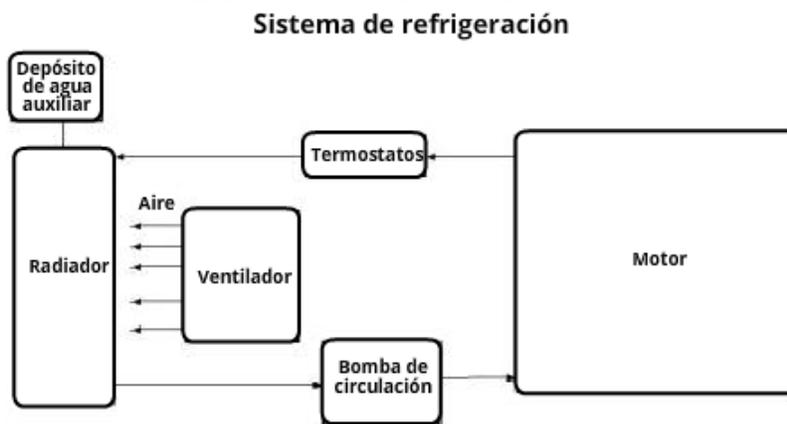


Figura 4: sistema de refrigeración.

Fuente: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos>

9 MARCO TECNOLÓGICO

El módulo se compone de diversas partes electrónicas como lo son los circuitos integrados los elementos pasivos, sensores y los conectores correspondientes en el transcurso hablaremos de cada uno de ellos.

9.1 Microcontroladores PIC

Los PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico).

El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000. Siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de E/S a la CPU. El PIC utilizaba microcódigo simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.

En 1985 la división de microelectrónica de General Instrument se separa como compañía independiente que es incorporada como filial (el 14 de diciembre de 1987 cambia el nombre a Microchip Technology y en 1989 es adquirida por un grupo de inversores) y el nuevo propietario canceló casi todos los desarrollos, que para esas fechas la mayoría estaban obsoletos. El PIC, sin embargo, se mejoró con EPROM para conseguir un controlador de canal programable. Hoy en día multitud de PIC vienen con varios periféricos incluidos (módulos de comunicación serie, UART, núcleos de control de motores, etc.) y con memoria de programa desde 512 a 32 000 palabras (una palabra corresponde a una instrucción en lenguaje ensamblador, y puede ser de 12, 14, 16 o 32 bits, dependiendo de la familia específica de PICmicro). (Angulo, 2010)

9.2 Led

Antes de comenzar su descripción debemos tener en cuenta como se escribe en forma plural led, el cual está explicado en el diccionario de la Real Academia Española, y nos guiaremos por la fundación de BBVA. Hasta el año 2001, led se escribía en español como una sigla: con mayúsculas y sin plural (un LED, dos LED), La palabra *led* se escribe **en minúscula y en redonda** ya que, con motivo de la extensión de su uso, la **sigla LED** de la expresión

inglesalight-emitting diode ('diodo emisor de luz') se ha lexicalizado y ha pasado a emplearse como sustantivo común; de esta manera lo recogerá la Real Academia en la próxima edición de su Diccionario, el plural de *led* se forma atendiendo a las **normas del español**; por tanto, al ser una palabra que termina en *-d* debe añadirse *-es* y escribirse **ledes** en lugar de *leds* o *LEDs*, del mismo modo que se escribe *redes* y no *reds*, (fundeu, 2013)

Los diodos LED se clasifican en cinco variantes:

- 1.- Estándar o común.
- 2.-de alta luminosidad.
- 3.- Agrupados.
- 4.- Matrices de ledes.
- 5.- Agrupados como fuente de iluminación.

9.3 Resistencias

Se denomina **resistor** o bien resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico. En el propio argot eléctrico y electrónico, son conocidos simplemente como resistencias. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule.

Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente. La corriente máxima en un resistor viene condicionada por la máxima potencia que pueda disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes son 0,25 W, 0,5 W y 1 W.

Existen resistencias de valor variable, que reciben el nombre de potenciómetros.



Figura 5: ficha técnica.

Fuente, <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Resistor.jpg>, 2013

9.3.1 Código de colores

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de éste; para el tipo de encapsulado axial, el que se observa en las fotografías, dichos valores van rotulados con un código de franjas de colores.

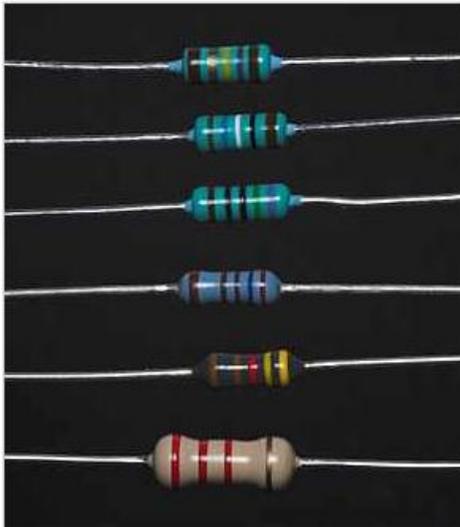


Figura 6: diferentes resistencias de empaquetado tipo axial.

Fuente, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:6_different_resistors.jpg, 2013. .

Estos valores se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento. Son tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). De las restantes, la última es el multiplicador y las otras indican las cifras significativas del valor de la resistencia.

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en Ohmios (Ω). El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión o tolerancia menor del 1%. (wikipedi.ORGRESISTENCIA, 2014)

9.4 El condensador eléctrico

Según la página de (unicrom, 2002) en su definición es un dispositivo formado por dos placas metálicas separadas por un aislante llamado dieléctrico o aislante es un material que evita el paso de la corriente.

El condensador eléctrico o capacitor eléctrico almacena energía en la forma de un campo eléctrico (es evidente cuando el capacitor funciona con corriente directa) y se llama capacitancia o capacidad a la cantidad de cargas eléctricas que es capaz de almacenar

El símbolo del capacitor se muestra a continuación:



Figura 7: simbolo electrico del condensador.

Fuente,,: <http://es.wikipedia.org/wiki/condensador>

La capacidad depende de las características físicas del condensador:

- Si el área de las placas que están frente a frente es grande la capacidad aumenta
- Si la separación entre placas aumenta, disminuye la capacidad
- El tipo de material dieléctrico que se aplica entre las placas también afecta la capacidad
- Si se aumenta la tensión aplicada, se aumenta la carga almacenada.

9.5 REGULADOR DE VOLTAJE LM78XX

Ya que la tensión que se va a manejar en el circuito de los módulos es de 5V A 12Vv se utilizara este regulador de voltaje DC .

9.5.1 Características

- Salida de corriente hasta 1 A
- Los voltajes de salida de 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Protección contra sobrecarga térmica
- Protección contra cortocircuitos
- Transistor Safe Protección del área de funcionamiento de salida.

9.5.2 Descripción

La serie de tres MC78XX/LM78XX/MC78XXA reguladores positivos de terminales están disponibles en el TO-220/D-PAK paquete y con varias salidas fijas voltajes, haciéndolos útiles en una amplia gama de aplicaciones según (regulador de Fairchild Semiconductor, 2001). Cada tipo emplea corriente interna que limita, termal Apague y protección de áreas de funcionamiento seguro, por lo que es esencialmente indestructibles. Si la disipación de calor adecuada se proporciona, se pueden entregar más corriente de salida 1A.

Aunque está diseñado principalmente como reguladores de voltaje fijos, estos dispositivos pueden ser utilizados con componentes externos a obtener tensiones y corrientes ajustables.

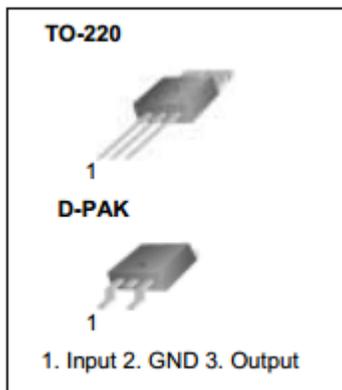


Figura 8: presentaciones de encapsulado.

Fuente, Tomado del catálogo ubicado en la página: http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/7/8/0/5/7812.shtml

9.6 Prensacable

Su función es impedir que entre agua y polvo en una caja eléctrica. Prensacables fabricados en NYLON 6.6. Poseen guarnición de PVC en el cabezal ergonómico lo que garantiza su grado de protección IP 68. Provisto de una corona dentada anti vibración que evita torceduras o lesiones en el cable; Amplio rango de ajuste. Resistencia a los golpes y a cambios bruscos de temperatura. (electricidadlynch, 2015)



Figura 9: Prensacable, partes y funciones.

Fuente: www.electricidadlynch.com/prensacableplasticoconextube.htm

9.7 Batería eléctrica

Se denomina batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo, o ánodo y un electrodo negativo, o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

Las baterías vienen en muchas formas y tamaños, desde las celdas en miniatura que se utilizan en audífonos y relojes de pulsera, a los bancos de baterías del tamaño de las habitaciones que proporcionan energía de reserva a las centrales telefónicas y ordenadores de centros de datos.

Tipos de Batería según su Aplicación

9.7.1 Baterías de arranque:

Entregan grandes cantidades de corriente en poco tiempo para poner en funcionamiento el motor y el sistema de carga. Utilizadas en vehículos, maquinaria pesada, embarcaciones y motos. Pueden ser baterías ventiladas o selladas.

Funciones principales de las baterías de arranque:

- Suministrar energía al sistema de arranque cuando se enciende el motor
- Proveer la energía adicional necesaria cuando los requerimientos excedan la capacidad del sistema
- Entregar energía a los accesorios que requieren electricidad (luces, radio, aire acondicionado, etc.) cuando el motor está apagado
- Actuar como estabilizador de voltaje en el sistema eléctrico

9.7.2 Baterías Estacionarias (stand-by):

Actúan como fuentes de energía de respaldo para sistemas y equipos cuando ocurren fallas en el sistema de energía tradicional. Utilizadas en centrales telefónicas, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de alumbrado de emergencia, computadores, sistemas de UPS, sistemas de emergencia y seguridad, sistemas de generación de energía, sistemas solares, entre otros.

9.7.3 Baterías de Tracción:

Proporcionan energía durante largos períodos de tiempo. Una vez consumida toda la carga, éstas son recargadas. Utilizadas en montacargas, vehículos eléctricos de golf, entre otros. (duncan, 2016)

9.8 IRFP2907

International
IOR Rectifier

AUTOMOTIVE MOSFET

PD-93906D
IRFP2907

HEXFET® Power MOSFET

Typical Applications

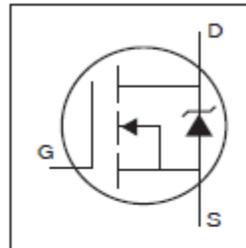
- Integrated Starter Alternator
- 42 Volts Automotive Electrical Systems

Benefits

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Repetitive Avalanche Allowed up to Tjmax

Description

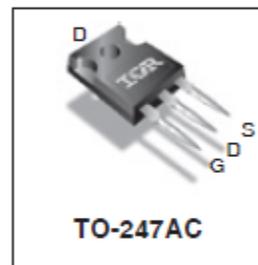
Specifically designed for Automotive applications, this Stripe Planar design of HEXFET® Power MOSFETs utilizes the latest processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. Additional features of this HEXFET power MOSFET are a 175°C junction operating temperature, fast switching speed and improved repetitive avalanche rating. These benefits combine to make this design an extremely efficient and reliable device for use in Automotive applications and a wide variety of other applications.



$$V_{DSS} = 75V$$

$$R_{DS(on)} = 4.5m\Omega$$

$$I_D = 209A\text{⑥}$$



G	D	S
Gate	Drain	Source

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
I_D @ $T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10V	209⑥	A
I_D @ $T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10V	148⑥	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	840	
P_D @ $T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	470	W
	Linear Derating Factor	3.1	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy②	1970	mJ
I_{AR}	Avalanche Current	See Fig.12a, 12b, 15, 16	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy②		mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting Torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

Figura 10 diagrama de tiempos y valores absolutos, recomendados,

Fuente: <http://www.datasheetcatalog.com>

9.9 Display LCD

Como su nombre lo indica en español traducido del inglés es un visualizador pero en una pantalla de cristal líquido traducido de las siglas LCD, es electrónico pasivo que nos permite observar información de manera visual (NARCISO LAZO, 2015)

9.10 Microcontrolador pic

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico que se puede grabar en las diferentes instrucciones para que interactúe su interior con en el exterior por medio de sus tres unidades funcionales: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida. (Weiss, 2007)

9.11 Sensor termistor

Un sensor es un dispositivo electrónico capaz de captar magnitudes físicas (temperatura, presión, etc.) y convertirlas en señal eléctrica bien sea analógica o digital. Los hay de dos tipos NTC y PTC en este proyecto utilizaremos el de coeficiente de temperatura negativo, el cual en sus siglas NTC que lo fabrica la empresa Veethree de tipo vehicular e industrial con rangos de temperatura desde 40 grados centígrados hasta 200 grados centígrados (NARCISO LAZO, 2015)

10 Diseño y desarrollo

Para llevar a cabo este proyecto primero se debe organizar todos los pasos, los cuales se dividirán en tres grandes tareas la primera es el desarrollo modular, diseño electrónico y por último el integración y funcionamiento los cuales se desarrollan a continuación.

10.1 Desarrollo modular

Para esta etapa cabe mencionar que se dividirá el proyecto en dos grandes módulos un módulo de control de potencia y un módulo de visualización y, prevención.

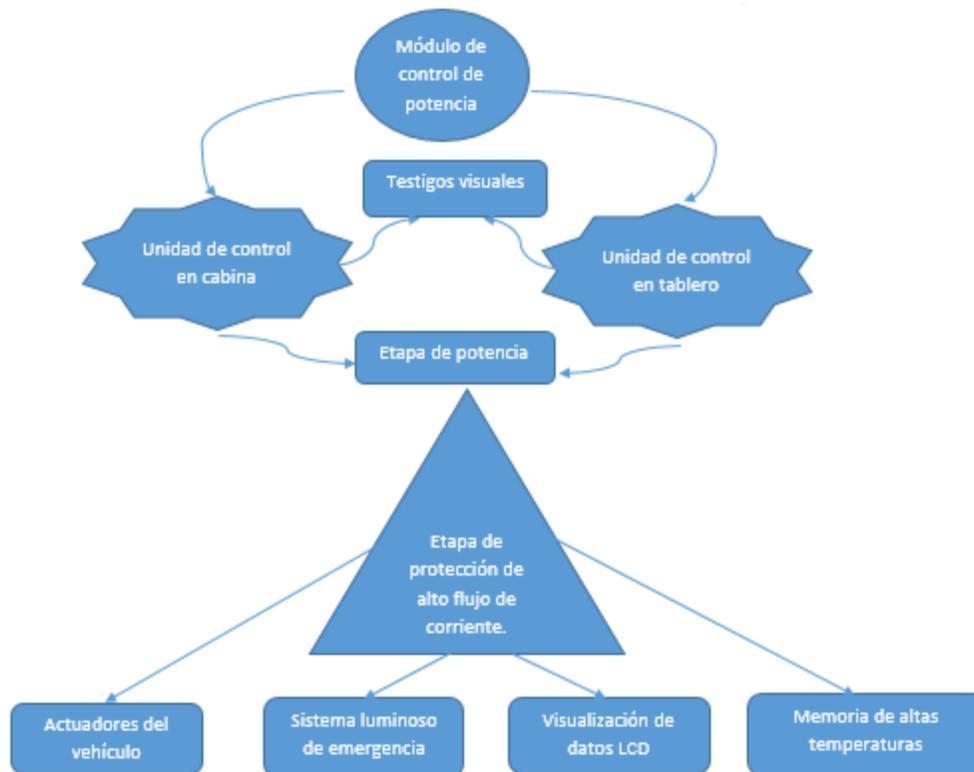


Figura 11: figura general y desarrollo modular

Fuente: Propia

10.1.1 Sensor de temperatura

La etapa de control la cual funciona como en lazo abierto, controlado únicamente con interruptores ubicados en la cabina del vehículo y dos interruptores más en el tablero de instrumentos, un interruptor del tablero activa el circuito de visualización de temperatura del motor el cual funciona en lazo cerrado.

En la siguiente figura se observa el proceso que lleva a cabo en esta etapa, el sensor se encarga de enviar constantemente los datos al microprocesador el cual a medida de que incrementa la

temperatura motor envía mensajes y figuras del estado del motor y en altas temperaturas muestra mensajes de alerta el cual alternamente guarda el (HT) high temperatura, en español alta temperatura, la cual puede ser revisada por el fabricante ósea nosotros, por medio de la pantalla LCD , por si se llega a tener algún uso extremo o de mala manipulación recalentando el motor.

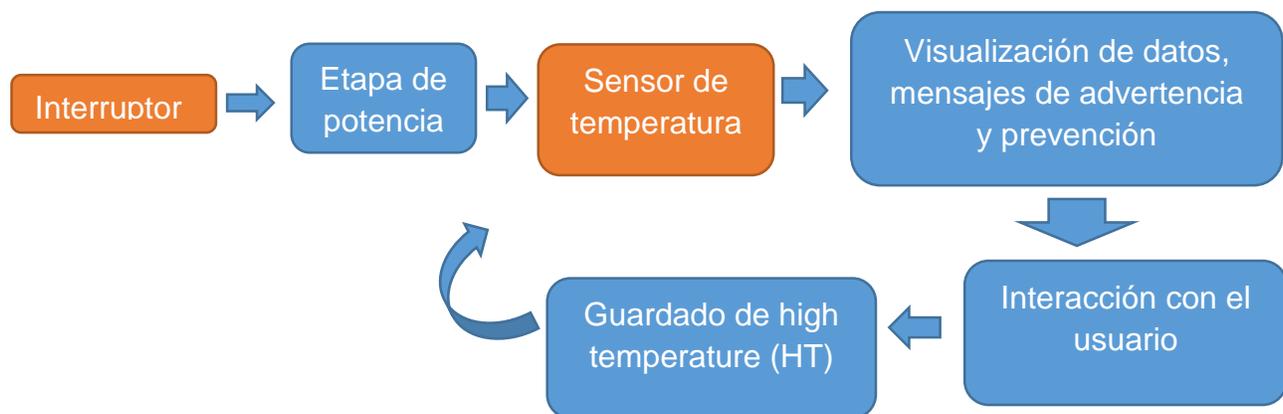


Figura 12: sistema de temperatura

Fuente: Propia

Como es de saberse un carro de bomberos su función vital es trasportar agua para luego ser aplicada en los incendios, y como consecuencia este mismo le caerá (salpicara) agua en todas las partes del carro y si algún circuito electrónico se expone a este flujo de agua muy probablemente se dañara ya sea por corto, por oxidación o por avería de sus componentes electrónicos, para solucionar esto se aplica una resina liquida la cual pasados unos minutos se endurece y evita la filtración de agua a sus componentes electrónicos vitales del circuito.

10.1.2 Sistema de control de luces y actuadores de emergencia

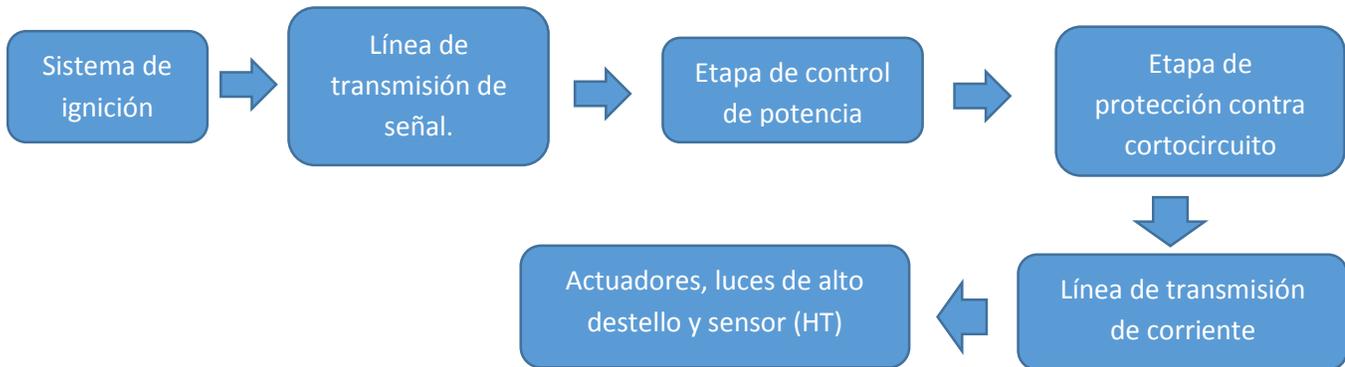


Figura 13: sistema de la etapa de control de alto flujo de corriente

Fuente: Propia

Esta figura muestra claramente cómo se distribuirá el ramal, los circuitos y los dispositivos en el carro de bomberos para un control más eficiente.

10.2 Diseño electrónico

Antes de comenzar a diseñar los circuitos e integrados, se dirá el por qué y para que se eligieron cada uno de los integrados que se utilizara en este proyecto.

Se inicializara con la elección de la caja tableplast K2008 se elige por razones de tamaño con respecto a la utilizada para los circuitos eléctricos pioneros del carro de bomberos la anterior la cual es mostrada en la siguiente figura que por su tamaño es muy robusta y estorbosa tanto para la instalación como para los bomberos ya que es ubicada en un gabinete quitando espacio para guardar herramienta de vital importancia.

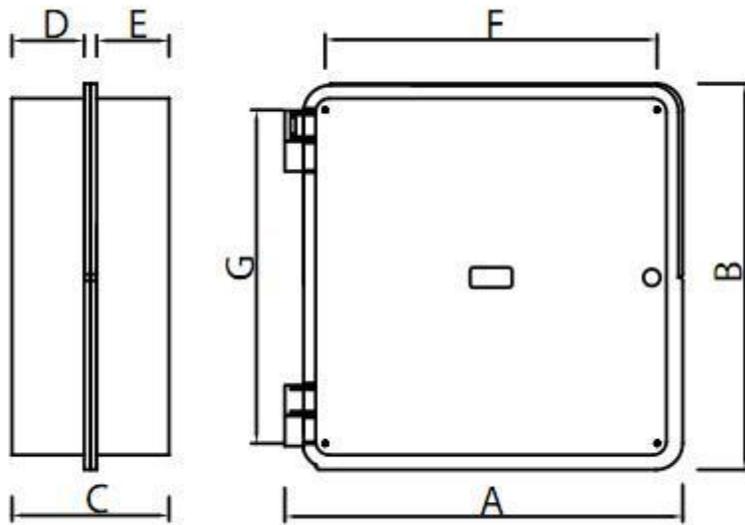


Figura 14: forma y acotado de la caja g3308
 Fuente: <http://www.tableplast.com/es/un/serieg/linea3300>

					
Código c/Chasis	3301CH	3302CH	3308CH	3306CH	3307CH
Código s/Chasis	3301H	3302H	3308H	3306H	3307H
Ancho (A)	380	380	380	381	381
Alto (B)	366	366	366	367	367
Profundidad (C)	154	154	154	155	155

Tabla 4: tabla de especificaciones técnicas caja tableplast G3308

Fuente: <http://www.tableplast.com/es/un/serieg/linea3300>

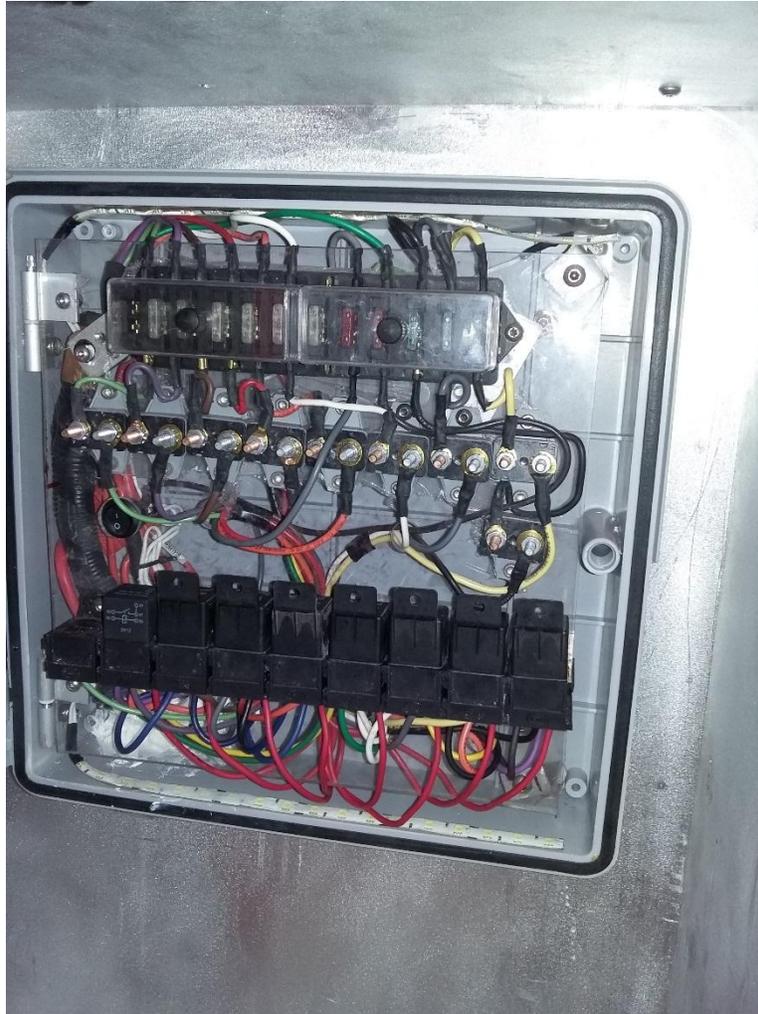


Figura 15: sistema de control eléctrico anterior.

Fuente: (Propia. 2015)

Ahora teniendo en cuenta lo anterior se elige una caja de menor tamaño y con las mismas especificaciones de protección e impermeabilidad ya que un auto de estos esta en constante contacto con el fuego y con el agua, por ultimo está certificada por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).

LÍNEA 2000

- Máximo nivel de estanqueidad IP67 / IP65
- Máximo nivel de resistencia al impacto IK10
- Autoextinguibles
- Doble aislación

- Protección UV

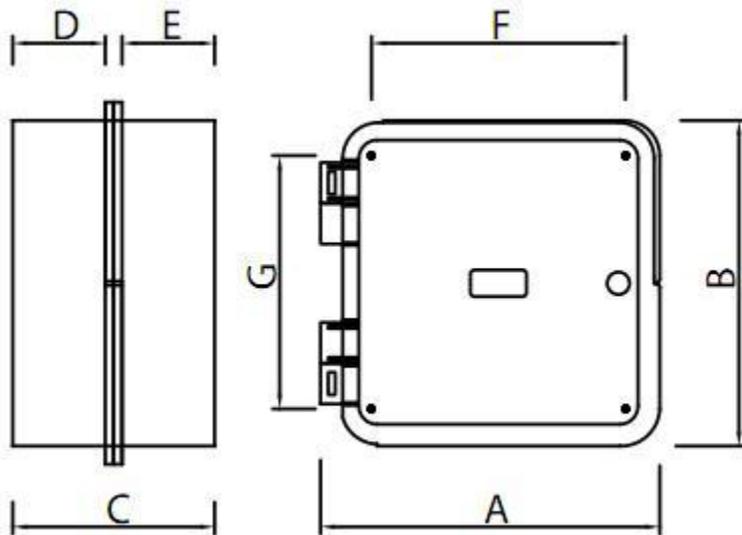


Figura 16: forma y acotado de la caja k2008

FUENTE: [HTTP://WWW.TABLEPLAST.COM/ES/UN/SERIEG/LINEA2000](http://www.tableplast.com/es/un/serieg/linea2000)

					
Código c/Chasis	2001CH	2002CH	2008CH	2006CH	2007CH
Código s/Chasis	2001H	2002H	2008H	2006H	2007H
Ancho (A)	244	244	244	245	245
Alto (B)	230	230	230	232	232
Profundidad (C)	141	141	141	143	143
Tapa (D)	64	64	64	65	65

Base (E)	64	64	64	65	65
Distancia entre agujeros de fijación (F)	183	183	183	185	185
Distancia entre agujeros de fijación (G)	183	183	183	185	185
Profundidad Útil Interior (H)	120	120	120	121	121
Chasis	192 x 192	192 x 192	192 x 192	192 x 192	192 x 192
Material	TAUV*	TAUV*	TAUV*	PC**	PC**
Energía máx. de disipación térmica (Wh) 25/55°C	30	30	30	30	30
Energía máx. de disipación térmica (Wh) 20/60°C	41	41	41	41	41
Color	Azul	Beige	Gris	Gris / Transp.	Gris

Tabla 5: tabla de especificaciones técnicas caja 2008

Fuente: <http://www.tableplast.com/es/un/serieg/linea2000>

10.2.1 Tarjeta de control de potencia de alto flujo de corriente electrónico

Actualmente crear, diseñar y hacer realidad un dispositivo electrónico a gusto propio es muy fácil gracias a programas que nos facilitan esa tarea aunque hay unos más actualizados se escoge este programa por la practicidad, herramientas que los actuales desechan para dar paso a otras herramientas y la razón de más peso es porque se ha aprendido y trabajado

más tiempo con este estamos hablando de trabajado se realizar PIC C Compiler y CadSoft EAGLE PCB Design Software.

PIC C Compiler es una herramienta en la cual se ha trabajado y comenzado la mayoría de estudiantes en programación de PIC, además de que es mucho más fácil de corregir si a así lo requiere, puede ser aplicable a muchos sistemas.

EAGLE a pesar de no ser un simulador como otros programas si se especializan en el ruteo y PCB's posee y detecta malas conexión además de que si librería de circuitos es mucho más prolífera, con autoenrutador. Famoso alrededor del mundo de los proyectos electrónicos.

En cuanto a los mosfet que se escojo es por las siguientes razones:

- Deben operar a altas temperaturas.
- (pulsed drain current) Deben soportar altos picos de corriente
- Deben ser Automotive Electrical Systems (para sistemas eléctricos en automóviles).
- Integrated Starter Alternador (Integrado, de arranque Alternador).
- Rápido switcheo
- Muy baja resistencia

Estas condiciones son necesarias ya que en un auro una mala manipulación o alguna trocha (caminos reales) se enrienden un cable provocando corto circuito y este integrado pueda soportar estas altas corrientes de arranque que poseen estos vehículos, con lo dicho anteriormente llega el momento de hablar del tipo de baterías que tienen de fábrica.



Figura 17: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet FRR, NQR, FVR.
Fuente: Propia



Figura 18: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet FRR, FVR.
Fuente: Propia

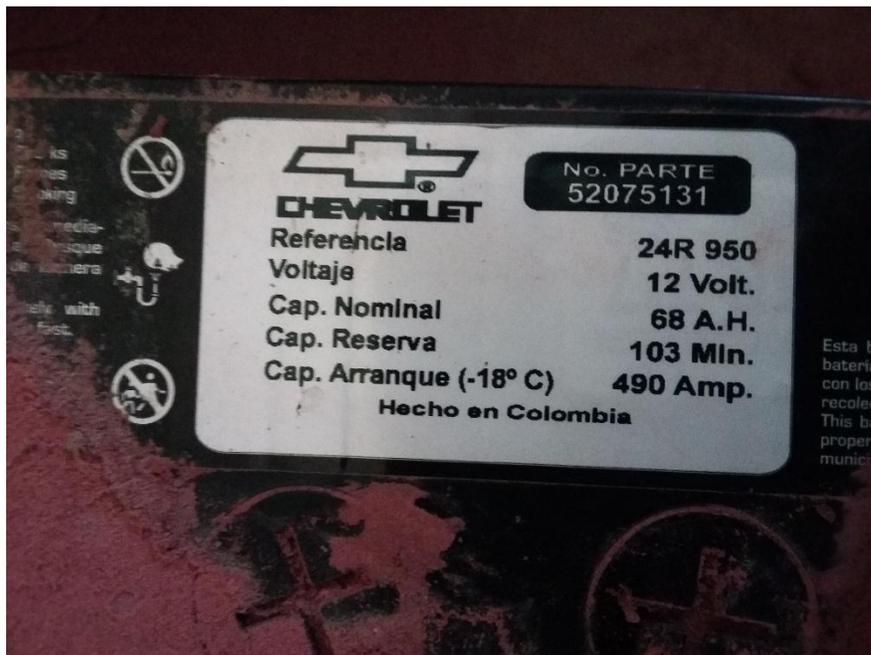


Figura 19: foto de baterías utilizadas en autos Chevrolet NQR, NPR.
Fuente: Propia



Figura 20: foto de baterías utilizadas en autos FREIGHTLINER motor mercedes Mercedes-Benz.
 Fuente: Propia

Estas baterías son de arranque y son capaces de proporcionar bastante corriente en poco tiempo y este valor aumenta a medida de que aumenta la temperatura y más aún cuando son puestas en paralelo.

Como pueden observar una sola batería puede proporcionar en corriente de arranque (CA) a cero grados centígrados (°C) 1140A y a temperatura ambiente subirá gradualmente, cuando se conecta de forma paralela sumara la corriente proporcionando más de 2000A

Pese a que los mosfet no son capaces de soportar estos flujos en su totalidad si soportan 800A ósea que con un fusible de hasta 15A es más que suficiente ya que realmente un fusible que se dice soporta hasta 10A no es así este en un pico repentino puede fluir por el más del triple en tan solo unos milisegundos.

Existe un Mosfet capaz de soportar dicha corriente el cual es mas optimo para este caso pero solo existe un inconveniente no es comercial en Colombia todavía pero si en Estados Unidos por el momento no se importara este ya que por costos no es accesible por el incremento del dólar y por el poco tiempo de diseño pero se tiene presupuestado traerlo el próximo año para mejorar la eficiencia del dispositivo, estamos hablando del

AUIRFB8409 con un encapsulado TO-220AB el cual soporta 400A de forma continua y 1524A de corriente pico suficiente para soportar un corto circuito de dos baterías en paralelo de los autos FRR Chevrolet.

La tabla de consumo de corriente en cada dispositivo del camión de bomberos que controlaremos son:

Cargas de luces en el auto según amperios a 24v y 12 v			
Tensión DC (V)	Dispositivo	Cantidad	Corriente total (Amperios)
24	Exploradoras de 100W c/u	2	2.7
24	Licadoras (rutilantes LED de alto destello)	2	1.7
24	Luces gabinete (led de 4")	10	1.5
24	Luces de la U	14	0.8
24	Luces bomba (sistema HT)	5 luces y sensores	3
12	Sirena 200W	1	4.4
12	Barra de luces ledes de alto destello	1	3.9
12	Radio Motorola	1	4.5
12	sistema reversa luz nocturna (IR)	1	2
12	GPS Garmin	1	0.9
Total corriente			25,4 Amperios

Tabla 6: cuadro de las cargas del vehiculo
 Fuente: propia

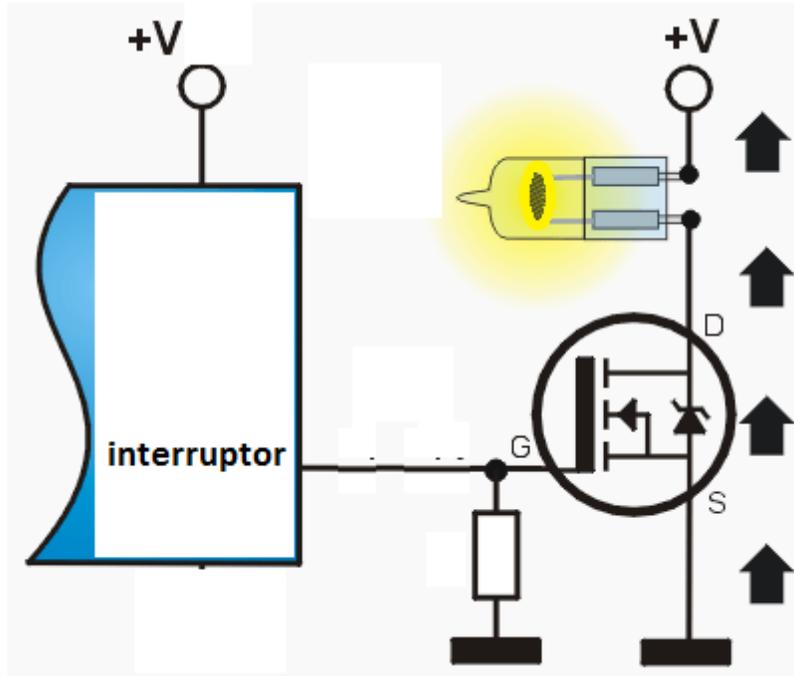


Figura 21: forma general de controlar un Mosfet
Fuente: Fuente: (Narciso L. 2015)

En la figura anterior se muestra como controlaremos los Mosfet

El anchor de la pista se calcula con Los gráficos que fueron creados tomando como base los publicados en el estándar IPC2221“Generic Standard on Printed Circuit Board Design” 1956. Se mejoró la gráfica para facilitar la visualización.

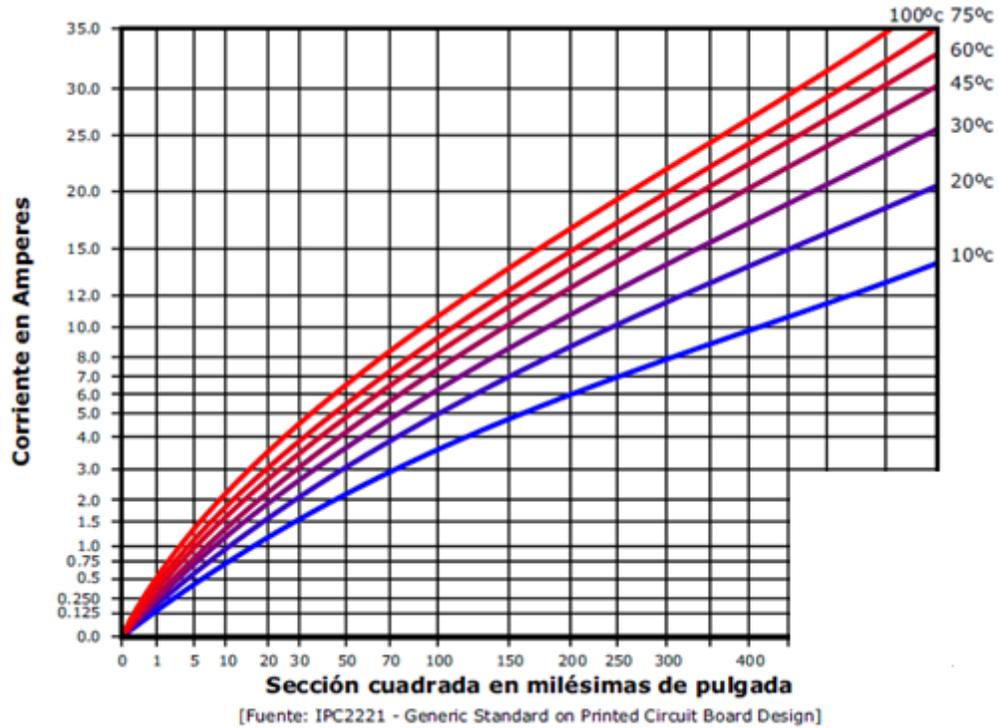


Figura 22: Grafica para calcular los grados de disipación y la corriente
Fuente: Propia

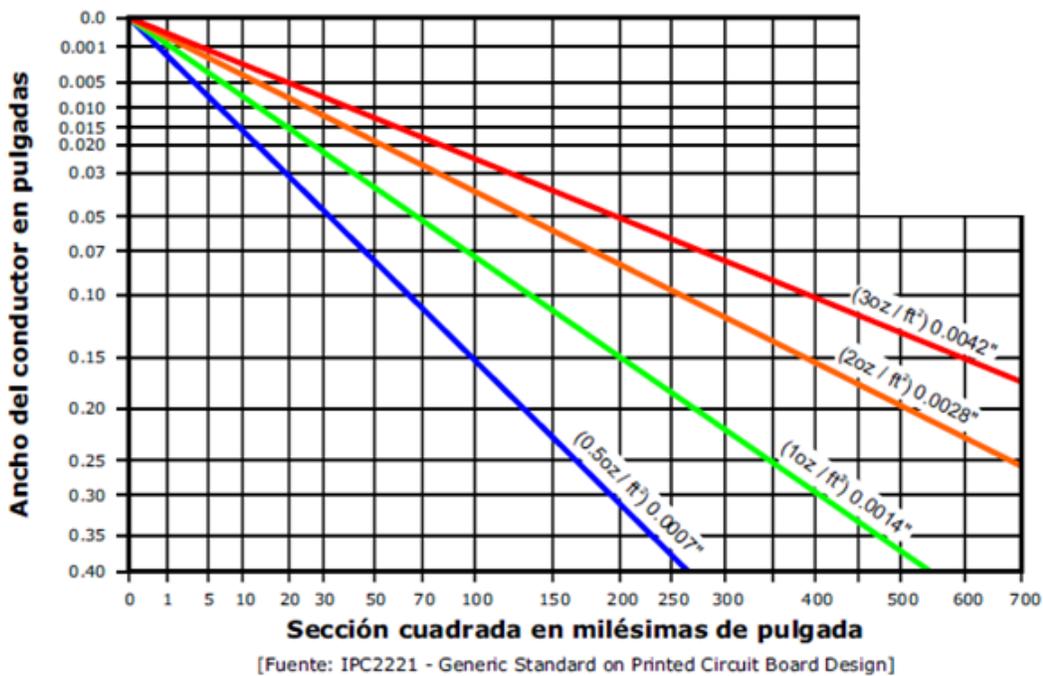


Figura 23: Grafica para calcular el ancho y alto de las pistas
Fuente: Fuente: (Narciso L. 2015)

Supongamos que deseamos calcular el ancho de pista para una corriente de

10 Amperes y que admitimos un incremento de la temperatura inicial de 10°C. Definimos que el material a utilizar posee 3 Oz/Ft² o 0.105mm o de espesor de cobre. Siguiendo el siguiente procedimiento; ingresamos en el grafico 1 por el eje de ordenadas que corresponde a 10A e interceptamos la curva correspondiente a 10°C, bajamos y encontramos el valor de 400 mils² de sección. Con este valor ingresamos en el grafico 2 por el eje de abscisas e interceptamos la curva que corresponde a 3 Oz/Ft² (0.105mm) proyectamos hacia el eje de ordenadas y obtenemos que el valores de aproximadamente 0.10 pulgadas de ancho (aprox. 2,5mm). Significa que para acarrear una corriente de 10A admitiendo un incremento de 10°C en la temperatura de la pista, debemos trazar un ancho de pista de 2,5mm. En el diseño de nuestro pcb, se pondrá 2mm de ancho por 27 Oz/Ft² o 1mm, el cual lo obtenemos como resultado de estañar las pistas y a su vez sobre-dimensionamos nuestro PCB con respecto a la tabla mostrada por los fabricantes (no alteramos solo queremos una mayor eficiencia), como resultado tendremos una conducción comparada con las 3 Oz/Ft² (0.105mm) de 10A Oz/Ft² a las 27 Oz/Ft² (1mm) de más de 80A con una disipación de 10 grados centígrados pero como lo máximo que conducirá continuamente es 5A es nuevamente sobre-dimensionado, ahora como se ha utilizado mucho el termino sobre-dimensionado diremos el por qué en nuestro PCB.

- En el caso de algún cortocircuito soporte la corriente de arranque de las baterías.
- En el caso de que las bobinas de la sirena y motores actuadores dispositivos no la afecte ya que las bobinas requieren mayor corriente en poco tiempo para arrancar.
- Cambio de especificaciones de algún fabricante.
- Cambio de proveedor de dispositivos.

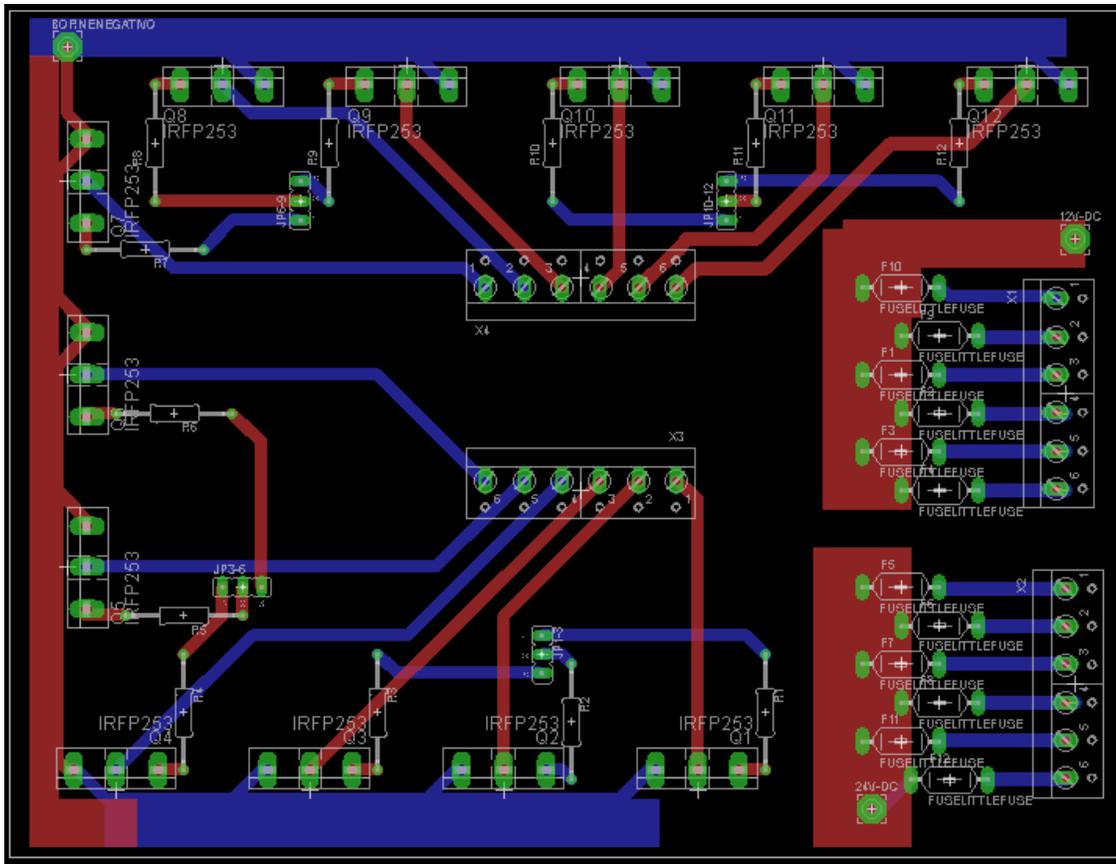


Figura 24: Diseño elaborado en Eagle para la etapa de control.
 Fuente: Propia

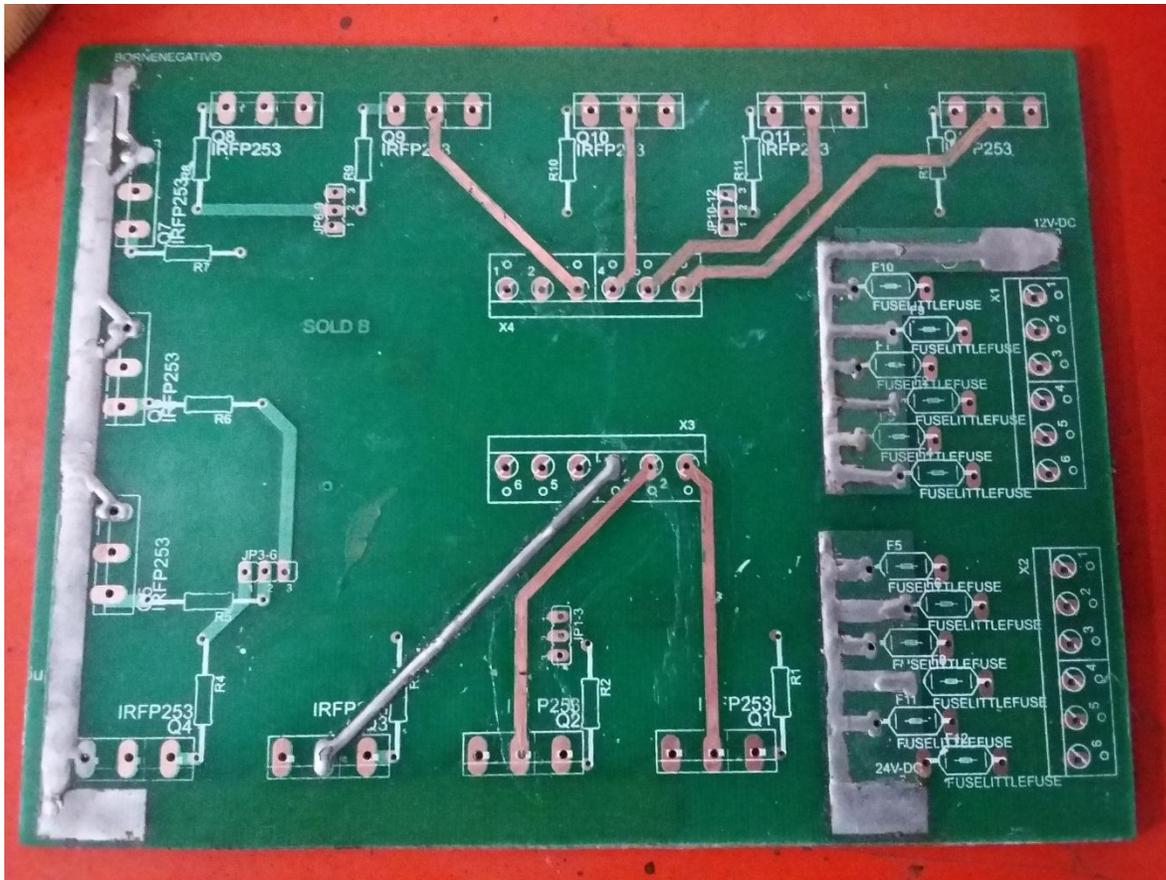


Figura 25: proceso de grabado y estañado en vácueta de fibra.

Fuente: Propia



Figura 26: Mosfet fijado al disipador.

Fuente: Propia

Estos integrados que parecen son sobredimensionados

El disipador a pesar de ser pequeño este va fijado por parte trasera a la estructura del cuarto de bombas el cual está fabricado en aluminio, con gran área, este cumple la función de un gran disipador, es un poco sobredimensionado, pero es eso justo lo que queremos evitar el recalentamiento.



Figura 27: proceso de fabricación de cuarto de bombas en aluminio.
Fuente: Propia



Figura 28: Proceso de fabricación de carrocería en aluminio .
Fuente: Propia



Figura 29: cuarto de bombas carrocería en aluminio, sistema de bombeo en acero al carbón, tanque en acero inoxidable, sobre un camión FRR Chevrolet, 100% fabricados en Girardot Cundinamarca. El circuito de control ubicado en el círculo rojo A.

Fuente: Propia

10.2.2 Sistema de (HT)



Figura 30: pera de temperatura (sensor) ubicado en el sistema de refrigeración de un vehículo FRR.

Fuente: Propia

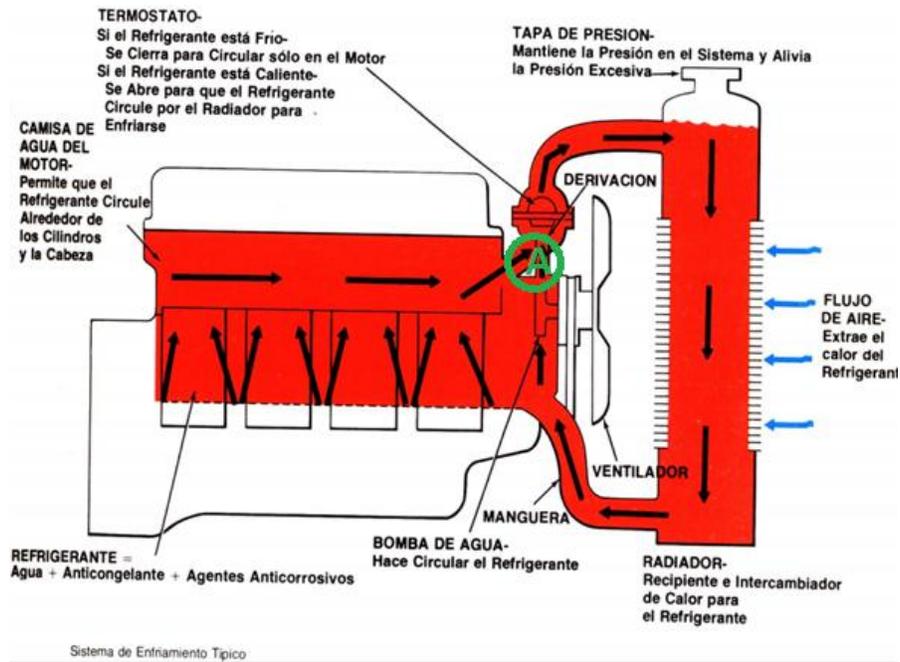


Figura 31: el círculo verde con la letra A es donde se ubica la pera de temperatura del fabricante y junto al sensor que se utilizara para el proyecto por medio de racores en bronce.

Fuente: Propia

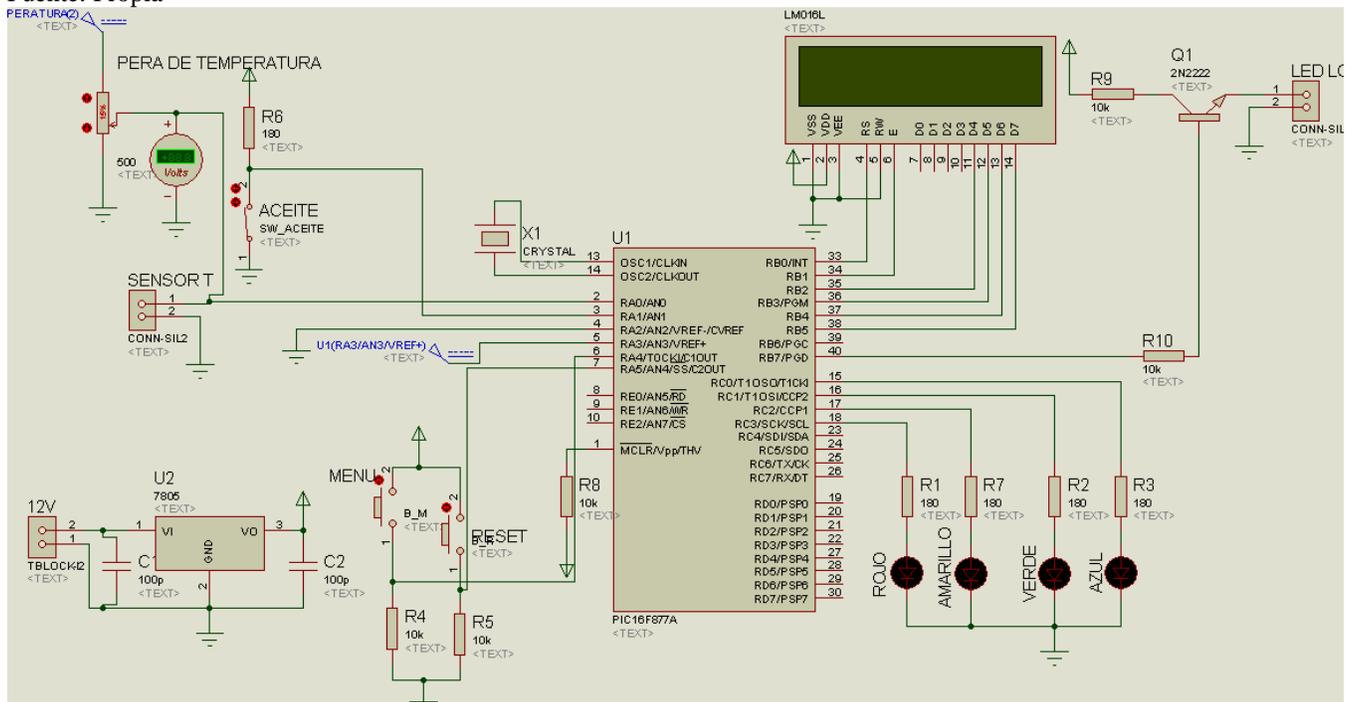


Figura 32: simulación en ISIS Proteus del sistema de HT con 4 testigos visuales.

Fuente: Propia

Este dispositivo se enciende cuando un interruptor activa el circuito de cuarto de bomba con el sistema (HT) el cual guarda la temperatura más alta al cual es expuesto el motor y por medio de botones táctiles en la pantalla se interactuara y sabremos cual fue la temperatura máxima, y si en algún momento se quedó sin el suficiente aceite y así tener evidencia de alguna garantía.

Temperatura	sensor
40	1,82
80	0,63
90	0,46
100	0,32
110	0,22

Tabla 7: datos mostrados por el sensor

Fuente: Propia.

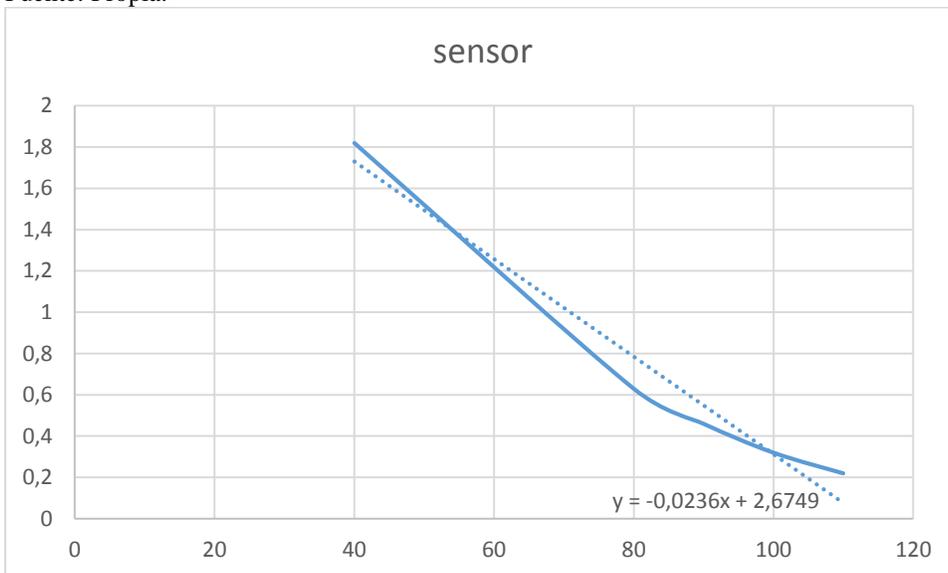


Tabla 8: Tabla grafica de datos mostrados por el sensor

Fuente: (Narciso L. 2015).

datos de los sensores

Procesos

Temperatura <40°C	Enciende led azul (indica motor frio)
Temperatura >40°C & <=92°C	Enciende led verde (indica motor en funcionamiento normal o temperatura de trabajo)
Temperatura >92°C & <=100°C	Enciende led amarillo (indica motor más caliente del funcionamiento normal)
Temperatura >100°C & <120°C	Enciende led rojo intermitentemente (indica motor extremadamente caliente)
Temperatura > a 90°C Sin presión de aceite.	Caso especial: parpadea la pantalla LCD y el testigo led rojo, indicando que no hay suficiente presión de aceite en el motor que podría causar daños severos e irreversibles en el motor del vehículo. En este caso el motor debe ser enfriado para que el deje de parpadear.

Tabla 9: datos de soensr y comportamiento
 Fuente: Propia

10.2.3 Integración

El dispositivo de control de potencia por uno de sus Mosfet se accionan el HT dándole flujo eléctrico para que funcione.

El código inicial es el siguiente.

```
#define(__PCM__)
#include <16f877A.h>
#DEVICE ADC=10
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=20000000)
```

```
#define LED_ROJ    PIN_C3
```

```
#define LED_AMA    PIN_C2
```

```
#define LED_VER    PIN_C1
```

```
#define LED_AZU    PIN_C0
```

```
#define B_MENU     PIN_A2
```

```
#define B_BORR     PIN_A3
```

```
#define S_ACEITE   PIN_A1
```

```
#define LCD_DB4    PIN_B4
```

```
#define LCD_DB5    PIN_B5
```

```
#define LCD_DB6    PIN_B6
```

```
#define LCD_DB7    PIN_B7
```

```
#define LCD_RS     PIN_B1
```

```
#define LCD_E      PIN_B0
```

```
#define LCD_L      PIN_B2
```

```
#include <flex_lcd420.C>
```

```
float T;
```

```
int estado;

INT16 T1;

SHORT E_ACEITE;

void lee_sensor_T()
{
//T=91.5;
set_adc_channel(0);
T = 113.343-(0.08269*Read_ADC());
//T=M*Y-B B=113,343 M=42,37
E_ACEITE=input_state(S_ACEITE);

}

void INI_MENSAJE()
{
printf(lcd_putc,"\fTELEC UNIMINUTO");
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"HIGH TEMPERATURE");

delay_ms(4000);
printf(lcd_putc,"\fTEMP MOTOR:");
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"ACEITE:");
```

```
}
```

```
void MAIN()
```

```
{
```

```
delay_ms(1000);
```

```
lcd_init();
```

```
output_high(LCD_L);
```

```
SETUP_ADC_PORTS(AN0_VREF_VREF);
```

```
setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );//HABILITA AL MICRO PARA RECIBIR LAS  
SEÑALES ANALOGAS
```

```
adc_start_and_read;//INICIA EL PROCESO DE LECTURA ANALOGA
```

```
INI_MENSAJE();
```

```
while(true)
```

```
{
```

```
lee_sensor_T();
```

```
lcd_gotoxy(13,1);
```

```
printf(lcd_putc,"%3.1f C", T);
```

```
if((T<40)&&(E_ACEITE)) //motor frio y tengo presion de aceite
```

```
{  
ESTADO=1;          //el mortor esta bien, en calentamiento  
}  
  
if((T>40)&&(T<80)&&(E_ACEITE)) //tempe de trabajo en el motor y tengo presion de aceite  
{  
ESTADO=2;          //el mortor esta bien, en calentamiento  
}  
  
if((T>80)&&(T<100)&&(E_ACEITE)) //motor caliente y tengo presion de aceite  
{  
ESTADO=3;          //MOTOR CALIENTE  
}  
  
if((T>100)&&(E_ACEITE)) //motor muy caliente pero si tengo presion de aceite  
{  
ESTADO=4;          //MOTOR SOBRE CALIENTE  
}  
  
if((T>90)&&!(E_ACEITE)) //motor caliente y NO tengo presion de aceite  
{  
ESTADO=5;          //MOTOR CALIENTE SIN ACEITE  
}
```

SWITCH (estado)

```
{  
CASE 1: //MOTOR FRIO  
    output_high(LCD_L);  
    output_low(LED_ROJ);    //APAGO LED ROJO  
    output_low(LED_AMA);    //APAGO LED AMARILLO  
    output_low(LED_VER);    //APAGO LED VERDE  
    output_high(LED_AZU);   //PRENDO LED AZUL  
    lcd_gotoxy(8,2);  
    printf(lcd_putc,"OK ");  
  
    break;
```

CASE 2: //MOTOR EN TRABAJANDO

```
    output_high(LCD_L);  
    output_low(LED_ROJ);    //APAGO LED ROJO  
    output_low(LED_AMA);    //APAGO LED AMARILLO  
    output_high(LED_VER);   //PRENDO LED VERDE  
    output_low(LED_AZU);    //APAGO LED AZUL  
    lcd_gotoxy(8,2);  
    printf(lcd_putc,"OK ");  
  
    break;
```

CASE 3: //MOTOR CALIENTE

```
output_toggle(LCD_L);  
output_low(LED_ROJ);    //APAGO LED ROJO  
output_high(LED_AMA);   //PRENDO LED AMARILLO  
output_low(LED_VER);    // APAGO LED VERDE  
output_low(LED_AZU);    //APAGO LED AZUL  
  
lcd_gotoxy(8,2);  
printf(lcd_putc,"OK ");  
  
break;
```

CASE 4: //motor muy caliente

```
output_toggle(LCD_L);  
output_high(LED_ROJ);   //PRENDO LED ROJO  
output_LOW(LED_AMA);    //APAGO LED AMARILLO  
output_low(LED_VER);    // APAGO LED VERDE  
output_low(LED_AZU);    //APAGO LED AZUL  
  
lcd_gotoxy(8,2);  
printf(lcd_putc,"OK ");  
  
break;
```

CASE 5: //motor muy caliente SIN ACEITE

```
output_toggle(LCD_L);  
output_toggle(LED_ROJ); //PRENDO LED ROJO
```

```
output_LOW(LED_AMA);    //APAGO LED AMARILLO
output_low(LED_VER);    // APAGO LED VERDE
output_low(LED_AZU);    //APAGO LED AZUL
lcd_gotoxy(8,2);
printf(lcd_putc,"Off");
    break;

}

}

}
```

Materiales	Costos
Váquela diseñada	30.000
12 Mosfet	180.000
Caja certificada	130.000
Interruptores y cajas	20.000
Resina y estaño	25.000
Sensor veetre	50.000
Programador PIC	50.000
Microcontrolador y pantalla LCD	150.000
Resistencias	2500
Otros	50.000
Total gastos	687.500

Tabla 10: gastos de inversión del proyecto
 Fuente: Propia

11 Conclusiones

Al diseñar, fabricar, instalar, verificar y ensayar o poner a prueba todos los circuitos, se deja una gran satisfacción de hacer un trabajo bien hecho, con calidad y gran duración, este dispositivo se ensayó en más de un camión de emergencia real, con baterías de alto arranque lo cual nos permite concluir de que está en buenas condiciones dándole la garantía a todo un municipio y su comunidad riverense, beneficiándola con su servicio.

12 Bibliografía

- Alonso, M., & J. Finn, E. (2000). *física*.
- Alonso, M., & J. Finn, E. (1976). *física*. Fondo Educativo Interamericano. ISBN 84-03-20234-2.
- Angulo, J. M. (2010). *diseño practico con microcontroladores*. univercidad de deusto.
- duncan. (2016). Obtenido de http://www.duncan.com.ve/co_tipos.php
- electricidadlynch. (2015). *prensacable*. Obtenido de www.electricidadlynch.com/prensacableplasticoconextube.htm
- fundeu. (2013). *Fundación patrocinada por la Agencia Efe y el BBVA, y asesorada por la RAE*. Obtenido de <http://www.fundeu.es/recomendacion/el-plural-de-led-es-ledes-925/>, 2013.
- G., D. (2014). *Escuela de Ingeniería Electrónica*. Obtenido de tecnologo de costarica: <http://www.ie.itcr.ac.cr/juanjimenez/cursos/Potencia/lectura3.pdf>
- Jackson, J. (1975). *Classical Electrodynamics*. En J. W. Sons, *Classical Electrodynamics*. Inc. 2.ª edición.
- Jackson, J. (1975). *Classical Electrodynamics*. John Wiley & Sons, Inc. 2.ª edición. ISBN 978-0-471-43132-9).
- Jackson, J. (1975). *Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons, Inc. 2.ª edición*. (1975). . ISBN 978-0-471-43132-9.
- Monsó Ferré, F. (2008). *Física y Química 3º ESO*. Barcelona (España): : edebé. p. 199. ISBN 9788423692460.
- nacional, U. (2015). Obtenido de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2000477/lecciones/070401.htm>
- nacional, u. (2015). *sede medellin*. Obtenido de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/3007073/und_4/html/sistema_enfria.html
- naconal, u. (2015). Obtenido de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001619/lecciones/descargas/>
- Ohm, G. S. (1827). *ley de ohm*. alemania.
- ordenador. (2015). Obtenido de http://ordenador.wingwit.com/Hardware/computer-drives-storage/48466.html#.VH3XO9KG_D8.

Shubert, E. F. (2003,2013). *Light-Emitting Diodes*. (fundeu, 2013).

unicrom. (2002). Obtenido de www.unicrom.com

V., A. (2001). Consultor estudiantil. En A. V., *matemáticas*. Bogota D. C.: H. Estefenn prolibros y cia. s, en c.

Weiss, G. G. (26 de febrero de 2007). *Vienna University of Technology, Introduction To Microcontrollers* . Vienna: Vienna University of Technolog.

wikipedi.ORGRESISTENCIA. (2014). Obtenido de Wikipedia resistencia, 2014

wikipedia.org. (2015). *wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad>

wikipedia.org. (2015). *wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/fisica>

wikipedia.org/mecanica. (2015). *wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanica>

wikipedia.orgFuerza_electromotriz,. (2015). *wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_electromotriz

Zemansky, S. y. (2009). *Física universitaria con física moderna Volumen 2*. página 851., decimosegunda edición. .