



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION

Trabajo monográfico para optar al Título de:

Ingeniero en Electrónica

Tema:

Implementación de un prototipo de circuito electrónico de alarma para la detección de fallas del sistema de carga y sistema de enfriamiento para automóviles.

Autores:

Br. Julio Cesar Membreño Mejía
Br. Yasser Vladimir Tijerino Álvarez

Tutor:

Msc. Ing. Juan Miguel Mairena

Julio del 2023

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Agradecemos primeramente a Dios por prestarnos la vida, a nuestros padres por guiarnos en nuestra juventud y promover constantemente nuestra preparación a través de los estudios y convertirnos en personas útiles para la sociedad.

Contenidos

1.- Introducción	1
2.- Objetivos	2
2.1.- Objetivo General:	2
2.2.- Objetivos Específicos:	2
3.- Justificación	3
4.- Marco Teórico	4
4.1.- Voltaje	4
4.2.- Concepto de Batería	6
4.2.1.- Funcionamiento de la batería	7
4.2.2.- Tipos de baterías	7
4.2.3.- Revisiones periódicas para comprobar el estado de la batería	9
4.3.- Alternador vehicular	10
4.3.1.- Funcionamiento del alternador	11
4.3.2.- Partes del alternador vehicular	12
4.3.3.- Causa de fallo más comunes	14
4.4.- Sistema de enfriamiento de motor	15
4.4.1.- Componentes del sistema de refrigeración	17
4.4.2.- Temperatura del radiador	19
4.4.3.- Bomba de agua	19
4.5.- Placas Arduino	21
4.5.1.- PCB de un Arduino UNO	22
4.5.2.- Origen de Arduino	22
4.5.3.- Micro controlador usado por Arduino UNO	22
4.6.- IDE Arduino	23
4.7.- Sensores Ópticos	24
4.7.1.- Funcionamiento	24
4.7.2. - Sensor de Fibra Óptica	26
4.7.3.- Sensor Óptico de Barrera	26
4.7.4.- Óptico Difuso	27
4.7.5.- Sensor Óptico Reflexivo	28
4.8.- Sensores de Temperatura	28
4.8.1.- Termopares	28
4.8.2.- Termo resistencias	29
4.8.3.- Sensores electrónicos	29
4.9. - Pantallas LCD Arduino	29

4.9.1. - Display LCD 1602 I2C	29
4.9.2.- Display LCD 2004 IC2.....	30
4.9.3.- Pantalla 3.5" TFT táctil de 480X320.....	31
4.9.4.- Pantalla LCD OLED 2 COLORES 0.96".....	32
4.10.- Piezo Buzzer.....	33
5.- Análisis y presentación de resultados	35
5.1.- Diseño Metodológico	35
5.1.1.- Tipo de estudio.....	35
5.1.2.- Diseño de investigación	35
5.2.- Presentación de resultados.....	36
5.2.1.- Identificación de variables:	36
5.2.2.- Selección de dispositivos para el diseño:.....	37
5.2.3.- Desarrollo de la programación del Arduino	42
5.2.4.- Diseño del prototipo electrónico	44
6.- Conclusiones	51
7.- Recomendaciones	52
8.- Bibliografía	53
9.- Anexos	56

1.- Introducción

La presente monografía tiene como fin obtener un prototipo que cuenta con un circuito electrónico con tecnología Arduino que alarma a través de una señal audiovisual y una pantalla LCD, luces LED y un buzzer al usuario, indicando que el sistema está trabajando correctamente o en fallo cuando uno de los valores controlados por sensores esté fuera de rango, esto a través de un monitoreo en tiempo real de los sistemas de carga y enfriamiento de un automóvil.

El documento monográfico está estructurado de la siguiente manera: Inicia con el objetivo general y específicos que detallan los alcances del trabajo realizado; en la justificación se define el origen del porque se realizan mediciones y se presentan las ECU (Electronic Control Unit) de un vehículo automotor donde este prototipo, viene a complementar más variables; en el marco teórico se pautan los conceptos generales acerca del hardware y software a utilizar de los sistemas a monitorear; análisis y presentación de resultados presenta el tipo de investigación, desglose cronológico de las etapas para alcanzar el producto final; conclusiones que validan el cumplimiento de los objetivos; recomendaciones para futuros proyectos relacionados o de mejora del mismo; bibliografía, referencia de extracción de la información, páginas web, libros, etc. y termina con los anexos mostrando fotos del prototipo terminado.

2.- Objetivos

2.1.- Objetivo General:

Implementar un prototipo de circuito electrónico de alarma para la detección de fallas del sistema de carga y sistema de enfriamiento para automóviles con sistemas analógicos.

2.2.- Objetivos Específicos:

- Elaborar un circuito electrónico que monitoree el voltaje de la batería y la temperatura para la detección de fallas en los sistemas de carga y enfriamiento.
- Definir los sensores adecuados para que interactúen con el controlador y obtener las mediciones en el rango deseado.
- Diseñar una interfaz de alerta que presente señales audiovisuales indicando fallos.

3.- Justificación

Los vehículos automotores son una de las invenciones más grandes creadas por el ser humano, ya que han permitido el desplazamiento de un lugar a otro en el menor tiempo posible.

La interacción del motor de combustión interna es a través dispositivos eléctricos, piezas mecánicas y sensores, estos últimos envían información a la ECU (Engine Control Unit) del vehículo, unidad que interpreta estas señales para poder controlar los distintos parámetros del motor mediante los actuadores.

El principal problema es que los sensores eventualmente se van deteriorando, pueden ensuciarse, estropearse y dejar de funcionar o enviar información errónea a la ECU. Esto causa problemas de funcionamiento del automóvil.

Los vehículos actuales poseen una variedad grande de sensores que envían la información a la ECU, dicha información es procesada y dará un mejor monitoreo y rendimiento al vehículo, principalmente aquellos con especificaciones “full extras” disponen de pantallas que muestran la mayor cantidad de información del vehículo, sin embargo, los vehículos más antiguos no cuentan con una gran cantidad de sensores y sus presentaciones son marcadores analógicos, para este sector de vehículos es que se pretende diseñar e implementar este prototipo que vendría a presentar dicha información y alarmar inclusive a través de una señal audiovisual información importante como voltaje de la batería antes de encenderlo, medición de voltaje que suministra el alternador DC y temperatura del sistema de enfriamiento.

Los usuarios de vehículos cuando manejan normalmente concentran la visión en la carretera y no en el tablero de diagnóstico que está detrás del volante, cuando alguna falla aparece únicamente se enciende una luz piloto que indica fallo, este sistema pretende indicar el valor de la medición y rango de trabajo para en el momento surja una falla nos informe con más exactitud qué está pasando.

4.- Marco Teórico

Para el desarrollo de este trabajo monográfico se pretende diseñar circuitos electrónicos para la detección de fallas de los sistemas de carga y enfriamiento, programando placa Arduino y presentando las alarmas a través de pantalla LCD.

4.1.- Voltaje

El voltaje es la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados. También llamado diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica, es el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos determinados. (Conceptos, 2021)

Cuando se unen dos puntos que presentan diferencia de potencial eléctrico con un material conductor, se producirá un flujo de electrones, lo que se conoce como corriente eléctrica, que llevará parte de la carga desde el punto de mayor al de menor potencial. (Conceptos, 2021)

Dicha diferencia de potencial eléctrico es el voltaje, y dicha corriente cesará en cuanto ambos puntos tengan el mismo potencial, a menos que se mantenga cierta diferencia de potencial mediante un generador o una fuente externa de algún tipo. (Conceptos, 2021)

Existen los siguientes tipos de voltaje:

- Voltaje inducido. Se llama así a la fuerza electromotriz o voltaje inducido necesario para generar energía eléctrica dentro de un circuito, es decir, para generar una diferencia de potencial. En un circuito abierto dicha fuerza puede mantener la tensión eléctrica entre dos puntos, en un circuito cerrado, generará un flujo de corriente. (Conceptos, 2021)

- Voltaje alterno. Se representa por las letras VA, con valores positivos y negativos en un eje cartesiano, dado que se considera una onda sinusoidal. Es el voltaje más usual en las tomas de corriente porque es el más fácil de generar y transportar. Como su nombre lo indica, es un voltaje con valores alternos, no constante en el tiempo y su frecuencia dependerá del país o de la región específica.
- Voltaje de corriente directa. Es usual en motores y baterías, y se obtiene de la transformación de la corriente alterna en corriente más o menos continua, con pequeñas crestas, mediante fusibles y transformadores.
- Voltaje continuo. También llamado voltaje de corriente continua (VCC), se trata de la corriente más pura que hay, presente en chips, microprocesadores y otros artefactos que requieren de voltajes continuos y constantes. Suele obtenerse luego de tratamiento con condensadores electrolíticos. (Conceptos, 2021)

Para medir el voltaje se usa un voltímetro, que se instala de manera paralela a la fuente de energía para medir y cuantificar el potencial eléctrico. Otros aparatos empleados son el *tester* (o multímetro) y el potenciómetro. (Conceptos, 2021)

Del modo que sea, el voltaje se calcula tomando en cuenta la energía total necesaria para movilizar una pequeña carga eléctrica desde el inicio al final del circuito, dividida entre la magnitud de dicha carga. (Conceptos, 2021)

De acuerdo al Sistema Internacional (SI), la tensión eléctrica se mide en voltios (de allí el término voltaje), representados por la letra V, en honor a Alejandro Volta, creador en el siglo XVII de la pila voltaica. Un voltio es igual a un Julio dividido por un Coulomb. (Conceptos, 2021)

4.2.- Concepto de Batería

Batería es el elemento encargado de suministrarle energía eléctrica a nuestro vehículo, permitiendo que el motor y los elementos auxiliares puedan funcionar correctamente. Suele estar ubicada en el vano motor del vehículo, aunque algunos modelos la incluyen en el habitáculo, en el suelo o debajo de alguno de los asientos. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

La función principal de la batería es propiciar la puesta en marcha del motor de arranque, entrando posteriormente en acción el alternador. También sirve de apoyo a este último cuando hay que suministrar energía a elementos como los accesorios de ventilación, seguridad, multimedia, etc., o cuando mantenemos el motor al ralentí y este no proporciona al alternador la potencia necesaria. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

La duración de una batería es limitada y depende del uso que le demos al vehículo, tanto por intensidad como por mantenimiento o trato. Por tanto, tarde o temprano es probable que el coche no dé un aviso de que el momento de sustituir la batería está llegando o acabaremos por quedarnos tirados. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

También nos puede suceder si nos hemos dejado las luces o la radio del coche encendido accidentalmente, lo que horas después se traduce en la inevitable sensación de frustración al ver como el motor no reacciona. En ese caso, tenemos varias opciones para arrancar nuestro vehículo y recargar la batería, pero en esta ocasión nos vamos a centrar en las características y tipos de las baterías actuales que podemos encontrar en el mercado. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)



Imagen 1 – Batería para automóvil. (SAC, 2023)

4.2.1.- Funcionamiento de la batería

La batería genera energía eléctrica gracias a un proceso químico y consta de varios elementos que contribuyen al proceso:

- El acumulador contiene varias placas, generalmente cinco negativas y cuatro positivas que están unidas mediante un puente.
- El compartimento contiene una solución electrolítica compuesta por agua destilada y ácido sulfúrico.
- La combinación de esta solución y las placas (generalmente de plomo) propicia la reacción que genera corriente eléctrica.
- Al administrar electricidad a la batería, el proceso se invierte, permitiendo que el sulfato vuelva desde las placas a la solución electrolítica y recargando la batería.
- La máxima tensión que puede administrar este proceso es de 2,2V por lo que se unen varios en serie aumentando así el tamaño de las placas, lo que permite obtener baterías de 6, 12, 18 y hasta 24V.
- Cuando hablamos de la capacidad de una batería, la expresamos en amperios/hora (Ah): la intensidad de corriente capaz de soportar sin ser recargada en una hora de uso. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

4.2.2.- Tipos de baterías

Un buen mantenimiento y uso de la batería es fundamental para que nos dure lo que debe, que suele ser alrededor de cuatro años. Debido a su gran demanda en el mercado, los precios de las baterías son ahora más contenidos y también podemos encontrar una nutrida oferta de diferentes tipos de baterías que nos ofrecen diversas cualidades: (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

Baterías de plomo:

De celdas húmedas: son las más habituales por su bajo costo, pues desde 40 euros pueden encontrarse en el mercado. Contienen placas de plomo positivas y negativas aisladas entre sí y suspendidas libremente en ácido sulfúrico. Su mantenimiento es casi nulo, aunque son sensibles a los climas adversos. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

De calcio: son un poco más caras, pero también son muy habituales y cuentan con una disposición y concepto muy similar al de las de celdas húmedas, pero siendo las placas de una aleación de calcio. Debido a ello, se evita la corrosión de las mismas y el auto descarga por pérdida de fluido se reduce hasta en un 80%. Así, ofrecen una duración muy superior, aunque como contrapartida debemos evitar sobrecargarlas o las podríamos inutilizar de manera permanente. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

VRLA: estas siglas significan «Valve Regulated Lead Acid» a consecuencia de las válvulas de seguridad presentes en el interior de la batería. Gracias a ellas, no existe posibilidad de pérdida de líquido al presurizarse el gas en estado líquido. Hay dos tipos:

- AGM: se suelen llamar «secas» porque no se hace necesario el uso del agua o gel, ya que utilizan la fibra de vidrio para separar los electrolitos. Son muy potentes y permiten dimensiones reducidas.
- Gel: utilizan silicona para dotar de mayor densidad al ácido. Aguantan muy bien descargas de alta intensidad, pero no son recomendables para arrancar motores. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

Baterías de ciclo profundo

Este tipo de batería se auto descarga con mucha rapidez, ya que tiene la capacidad de proporcionar energía durante un largo periodo de tiempo. En este caso las placas son más gruesas, lo que permite una mayor capacidad de carga. Son habituales en coches eléctricos o con altas necesidades de este tipo de energía, además de caras (desde 150 euros). (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

Baterías de iones de Litio (Li-Ion)

Seguro que nos suenan mucho este tipo de baterías porque siguen el mismo concepto que las de nuestros teléfonos móviles, ordenadores portátiles y demás dispositivos electrónicos habituales en nuestro día a día. Se sirven de la sal de litio e incorporan un circuito que las protege de las sobrecargas, pero cuentan con el inconveniente de que bajan su rendimiento con bajas temperaturas. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

A cambio, ofrecen una autonomía muy buena con poco peso, pero son extremadamente caras (800 euros en adelante). Por esa razón, son más propias de coches de alta gama o eléctricos. (Plaza, ¿Qué es la Batería?, 2023)

4.2.3.- Revisiones periódicas para comprobar el estado de la batería

Por regla general, una batería de coche tiene una duración aproximada de entre tres y cinco años, dependiendo de su calidad, características, si utilizamos el sistema Start & Stop o del tipo de uso que le demos al vehículo. Situaciones como las temperaturas extremas, forzar los ciclos de arranque, utilizar elementos con un amperaje superior al de la batería o mantener el coche en desuso durante largos periodos de tiempo propiciarán que la duración de la batería se reduzca. (Plaza, Comprobar el estado de la batería, 2020)

Comprobación de carga de la batería del coche

El modo de hacerlo puede resumirse y para completarlos, necesitaremos dos herramientas principales: un polímetro o multímetro para medir el voltaje de la batería y de ese modo comprobar su estado, y guantes de goma para mantenernos a salvo de posibles quemaduras o descargas eléctricas. (Plaza, Comprobar el estado de la batería, 2020)

Una vez que estemos preparados, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Si queremos realizar una medición fiable, debemos circular previamente con el coche durante unos 45 minutos para dejarlo reposar posteriormente durante un periodo similar.
 2. Medimos el voltaje de la batería con el vehículo parado, apagado y sin la llave en el contacto. El voltaje debe estar comprendido entre 12.5 y 12.9 voltios con el polímetro en corriente continua conectado a los bornes de la batería.
 3. Encendemos el coche y lo dejamos en punto muerto. A continuación, volvemos a conectar el polímetro en corriente continua y apuntamos el valor que nos indica.
- (Plaza, Comprobar el estado de la batería, 2020)

4. Comprobamos los resultados de la medición para ver si cumplen las condiciones necesarias. Si se dan los siguientes valores, debemos cambiar la batería:

- Con el vehículo apagado y en corriente continua: menor de 12.2 voltios
- Con el vehículo al ralentí y corriente continua: más de 14.7 voltios (Plaza, Comprobar el estado de la batería, 2020)

Porcentaje de carga de la batería del coche

Una vez realizada la comprobación, podemos determinar con precisión el estado de carga de la batería atendiendo a la siguiente tabla de valores:

VOLTAJE	PORCENTAJE DE CARGA	SITUACIÓN
13 V	100%	Cargada recientemente
12,5 V	80%	Óptima
12,3 V	60%	Óptima
12,1 V	40%	Carga limitada, los coches nuevos podrían no arrancar
11,9 V	20%	Necesidad de recarga
Menos de 11,7 V	0%	Coche inutilizado hasta que no se recargue la batería

Tabla 1 - Estado batería según porcentaje de carga. (Plaza, Comprobar el estado de la batería, 2020)

4.3.- Alternador vehicular

Un alternador es una pieza común en un motor de combustión interna. Como ya mencionamos, el alternador de automóvil funciona como un generador de energía eléctrica y es un componente esencial para el suministro eléctrico del vehículo. (Crabi, 2022)

Cuando el motor está en marcha, gracias a la energía mecánica, el alternador carga la batería y suministra energía eléctrica de corriente alterna adicional para los sistemas eléctricos del vehículo. (Crabi, 2022)

Si un alternador falla, el coche puede seguir funcionando durante un corto periodo de tiempo con la energía de la batería. Sin embargo, el motor se detendrá en cuanto se agote la carga de la batería. (Crabi, 2022)



Imagen 2 - Alternador DC. (MATEOS-APARICIO, 2022)

4.3.1.- Funcionamiento del alternador

Mientras que la batería es esencial para arrancar tu coche cuando está apagado, el alternador ayuda a mantener tu coche encendido cuando el motor se encuentra en marcha. (Crabi, 2022)

El alternador del motor aporta la corriente eléctrica necesaria a la mayoría de los componentes electrónicos del auto, incluyendo: los faros, la dirección eléctrica, los elevadores de ventanas, los limpiaparabrisas, los asientos con calefacción, los instrumentos del salpicadero y la radio. (Crabi, 2022)

La principal función del alternador del vehículo es suministrar a todos los componentes energía de corriente continua o corriente directa (DC). El alternador también se encarga de cargar la batería del auto durante la conducción. (Crabi, 2022)

¿Cómo funciona el alternador del carro?

El alternador funciona transformando la energía mecánica en energía eléctrica con el motor encendido. Esto ocurre cuando la fuerza mecánica del motor del vehículo acciona una correa de transmisión que se apoya en la polea del alternador. (Crabi, 2022)

Este sistema de correas hace girar el eje del rotor del alternador, el cual a su vez hace girar un conjunto de imanes alrededor de las bobinas. Estos imanes giratorios generan corriente alterna (AC) alrededor de la bobina, la cual se canaliza al rectificador del alternador. (Crabi, 2022)

El rectificador de diodos convierte esa corriente alterna en corriente continua la cual ya puede ser usada para activar los accesorios eléctricos y otros dispositivos del vehículo. (Crabi, 2022)

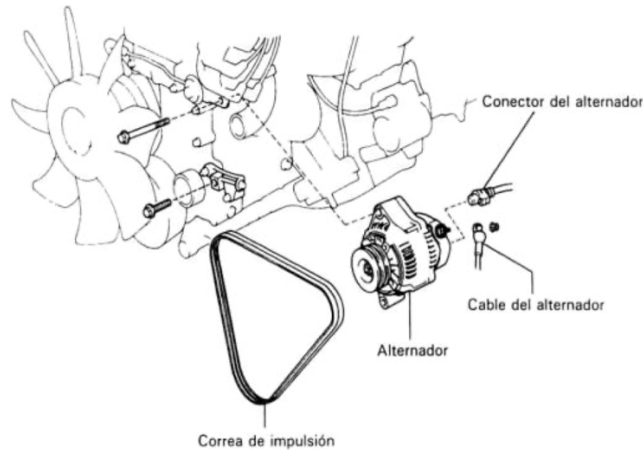


Imagen 3 – sistema de carga. (Universidad Tecnológica de Chile, 2023)

4.3.2.- Partes del alternador vehicular

Como todo sistema mecánico o eléctrico, no funciona como un todo en sí, sino que existen diferentes piezas del alternador, cada uno con una función particular (Crabi, 2022)

Poleas

Las poleas son simplemente un medio de transferencia de energía. En el sistema de poleas y correas del automóvil, la potencia mecánica generada por el motor del vehículo se transfiere inicialmente desde la polea del cigüeñal al sistema de correas o bandas. (Crabi, 2022)

Estas bandas se encuentran unidas a diversos accesorios del coche, es así como se facilita el funcionamiento de componentes como el alternador, la bomba de dirección asistida, el compresor del aire acondicionado, la bomba de agua entre otros. (Crabi, 2022)

Dependiendo del vehículo y del motor, el número de “nervaduras” de la correa, que determina su anchura, varía de 5 a 8, siendo 6 el tamaño o anchura más popular. (Crabi, 2022)

Rotor o inductor

El rotor está formado por una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo de hierro, en este caso, el eje del alternador. La corriente que pasa a través de estas bobinas del alternador se conoce como corriente de “campo”, y es la encargada de producir un campo magnético alrededor del núcleo. (Crabi, 2022)

La intensidad de la corriente de campo determina la intensidad del campo magnético. La corriente de campo es corriente continua y es suministrada a la bobina de alambre por un conjunto de escobillas y anillos rozantes. (Crabi, 2022)

El rotor es accionado por las correas del alternador, girando a medida que el motor en marcha trabaja, de ahí el nombre de “rotor” porque es responsable de las revoluciones del motor. (Crabi, 2022)

Regulador del alternador

El regulador de voltaje del alternador suministra corriente al rotor convirtiéndolo en un electroimán. Su rotación genera una corriente alterna en los devanados fijos del alternador, conocidos como estatores. (Crabi, 2022)

El regulador actúa como mecanismo de control, variando la cantidad de corriente en el rotor, llamada corriente de campo, y controlando así la tensión máxima de salida del estator hacia los elementos eléctricos. (Crabi, 2022)

Estator

Alrededor del rotor hay otro conjunto de bobinas llamado estator. El estator está fijado a la carcasa del alternador y no gira. (Crabi, 2022)

A medida que el rotor gira dentro de los devanados del estator, el campo magnético del rotor barre los devanados del estator, produciendo así la corriente eléctrica. (Crabi, 2022)

Rectificador de diodos

La tensión del aire acondicionado es poco útil en un sistema de corriente alterna, como el que se utiliza en un automóvil, por lo que debe convertirse en corriente continua antes de poder utilizarse. (Crabi, 2022)

Esta conversión a corriente continua tiene lugar en el rectificador de diodos, también conocido como puente rectificador, puente de diodos o simplemente rectificador. (Crabi, 2022)

Este elemento está formado por seis diodos, un par para cada devanado. Uno de los pares es para el medio ciclo negativo y el otro para el medio ciclo positivo. (Crabi, 2022)

Los componentes del circuito eléctrico, como las radios, tienen sus propios filtros internos para suavizar aún más la forma de onda hasta conseguir la energía necesaria en forma de una corriente continua más adecuada. (Crabi, 2022)

4.3.3.- Causa de fallo más comunes

Los alternadores suelen durar toda la vida de su vehículo, sin embargo, como cualquier otro componente mecánico o eléctrico, podría llegar a fallar. El desgaste general, los daños causados por el calor, el uso excesivo, la exposición al agua, piezas defectuosas o una correa de alternador desgastada pueden ponerlo fuera de servicio. (Crabi, 2022)

Exceso de aparatos electrónicos

Una de las razones más comunes que pueden causar problemas al alternador de un coche es el exceso de componentes electrónicos conectados en el vehículo. (Crabi, 2022)

Cuando tu auto sale de la fábrica cuenta con una batería y un alternador con la suficiente capacidad para suministrar energía a todos los aparatos instalados, como la radio, el aire acondicionado, los vidrios y seguros eléctricos, las alarmas e incluso el sistema multimedia. (Crabi, 2022)

Pero si tu auto no venía con ninguno de estos elementos y los instalas después, o agregar otros adicionales, habrá una sobrecarga de trabajo en el alternador y la batería no tendrá la suficiente capacidad para compensar este incremento en la demanda de energía. (Crabi, 2022)

Correas desgastadas

Hay que cambiarlas según el kilometraje o el tiempo de uso indicado en el manual del vehículo. Este es un problema muy común, ya que muchos conductores no tienen presente que es necesario inspeccionar la correa del alternador de forma periódica. (Crabi, 2022)

Esto representa un problema porque el no hacerlo puede causar un desgaste mayor y más rápido, que puede terminar secando y rompiendo la correa. (Crabi, 2022)

Los nuevos modelos de autos, principalmente de marcas coreanas y japonesas, han salido de fábrica con cadenas en lugar de correas y prometen mayor resistencia y mejor velocidad de rotación. (Crabi, 2022)

Problemas con los componentes internos

Varillas, placa, rotor, bobina de cobre, polea, hélice de refrigeración, salida del alternador. Estos son los principales componentes que existen dentro de un alternador y cada uno de ellos puede presentar defectos en diferentes momentos (el peor es una batería defectuosa), ya que cada uno tiene su función y, en consecuencia, su vida útil. (Crabi, 2022)

4.4.- Sistema de enfriamiento de motor

Para explicar cómo funciona un sistema de refrigeración, primero debe explicar qué hace. Es muy simple: el sistema de enfriamiento del automóvil enfría el motor. Pero enfriar este motor puede parecer una tarea gigantesca, especialmente si se considera la cantidad de calor que genera el motor de un automóvil. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Junto con toda la fricción de las piezas móviles, hay mucho calor que debe concentrarse en un solo lugar. Sin un sistema eficiente, el motor se calentará y dejará de funcionar en cuestión de minutos. Un sistema de refrigeración moderno debe garantizar la correcta refrigeración del automóvil a una temperatura ambiente, así como el calor en el clima invernal y los bruscos cambios de temperatura. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

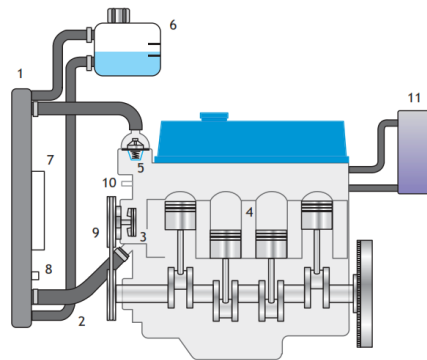


Imagen 4 – sistema de enfriamiento. (Auto y tecnica, 2017)

¿Qué sucede en el interior?

El sistema de refrigeración funciona haciendo pasar fluido constantemente a través de canales en el bloque del motor. El líquido refrigerante, impulsado por la bomba de agua, se empuja a través del bloque de cilindros. A medida que la solución pasa por estos canales, absorbe calor del motor. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Al salir del motor, este fluido calentado ingresa al radiador, donde es enfriado por el flujo de aire que ingresa a través de la parrilla del radiador del automóvil. El fluido se enfriará a medida que pasa por el radiador, regresando al motor nuevamente para recoger más calor del motor y llevarlo lejos. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Hay un termostato entre el radiador y el motor. Dependiendo de la temperatura, el termostato sensa la temperatura del líquido refrigerante. Si la temperatura del fluido desciende por debajo de cierto nivel, la solución pasa por alto el radiador y, en cambio, se dirige de regreso al bloque del motor. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

El refrigerante continuará circulando hasta que alcance una cierta temperatura y abra la válvula del termostato, lo que le permitirá volver a pasar por el radiador para enfriarse. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Parece que, debido a la temperatura muy alta del motor, el refrigerante puede alcanzar fácilmente su punto de ebullición. Sin embargo, el sistema está bajo presión para evitar que esto suceda. Cuando el sistema está bajo presión, es mucho más difícil que el refrigerante alcance su punto de ebullición. Sin embargo, ocasionalmente, la presión se acumula y debe aliviarse antes de que pueda desinflar la manguera o la junta. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

La tapa del radiador alivia el exceso de presión y el líquido acumulándose en el tanque de reserva. Una vez que el líquido en el tanque de almacenamiento se ha enfriado a una temperatura aceptable, se devuelve al sistema de enfriamiento para su recirculación. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

4.4.1.- Componentes del sistema de refrigeración

Radiador

El radiador actúa como intercambiador de calor para el motor. Por lo general, está fabricado en aluminio y tiene muchos tubos de pequeño diámetro con aletas adheridas a ellos. Intercambia el calor del agua caliente procedente del motor con el aire ambiente. También tiene un tapón de drenaje, un puerto de entrada, una tapa sellada y un puerto de salida. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Bomba de agua

Cuando el líquido refrigerante se enfría después de estar en el radiador, la bomba de agua envía el líquido de regreso al bloque de cilindros, al núcleo del calentador y a la culata. Finalmente, el líquido ingresa nuevamente al radiador, donde se enfría de nuevo y comienza nuevamente el ciclo. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Termostato

El termostato sensa la temperatura del liquido refrigerante y envía una señal para que permita que pase con mayor velocidad el refrigerante a través del radiador cuando se ha superado una determinada temperatura. El termostato contiene cera de parafina, que se expande a cierta temperatura. El sistema de refrigeración utiliza un termostato para que sense la temperatura de funcionamiento normal del motor de combustión interna. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Otros componentes

Tapones de congelación: en realidad, se trata de un tapón de acero diseñado para sellar las aberturas en el bloque de cilindros y las culatas creadas durante el proceso de fundición. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Junta de la tapa / cabezal de distribución: sella las principales piezas del motor. Evita la mezcla de aceite, anticongelante y presión del cilindro. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Tanque de desbordamiento del radiador: este es un tanque de plástico que generalmente se instala al lado del radiador y tiene una entrada conectada al radiador y un orificio de desbordamiento. Este es el mismo tanque en el que vierte agua antes de conducir. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

Mangueras: una serie de mangueras de goma conectan el radiador al motor a través del cual fluye el refrigerante. Estas mangueras también pueden comenzar a tener fugas después de años de uso. (Industrias Dolz, S.A., 2021)

4.4.2.-Temperatura del radiador

Influencia del tipo de motor de combustión interna en la temperatura de funcionamiento del motor

- Motores refrigerados por aire. Dichos motores tienen la temperatura de funcionamiento del motor más alta. Esto se debe principalmente a la baja eficiencia de la refrigeración por aire. La temperatura del radiador puede alcanzar los 200 grados centígrados. Si no se dispone de una refrigeración eficaz, como durante la conducción urbana, estos motores pueden sobrecalentarse.
- Motores con sistema abierto de refrigeración por agua diseñado para temperaturas de funcionamiento no muy altas. El agua fría se suministra al sistema de refrigeración desde el área de agua. Después de calentar, vuelve.
- Motores Diésel. Una característica de tales motores es que para el funcionamiento normal requieren una alta compresión en los cilindros, lo que conduce al auto ignición de la mezcla de trabajo. Es por eso que se requieren grandes disipadores de calor para mantener la temperatura de funcionamiento. Es normal que la temperatura de funcionamiento del motor diésel supere los 100 grados centígrados.
- Motores de gasolina. Los motores de combustión interna tipo carburador, que ya prácticamente no se fabrican, tenían una temperatura de funcionamiento de 85 a 97 grados centígrados. Los modelos con motor de inyección están disponibles con características de temperatura de funcionamiento de 95 a 114 grados. En este caso, la presión en el sistema de refrigeración puede alcanzar las 3 atmósferas. (Autotachki, 2022)

4.4.3.- Bomba de agua

La bomba de agua forma parte del sistema de refrigeración y es la encargada de transportar el calor sobrante del motor al exterior. (RO-DES, 2014)

La bomba hidráulica, junto con el termostato y el radiador, forma parte del sistema de refrigeración del vehículo y se encarga de hacer circular el fluido refrigerante a través de los conductos habilitados para este fin y alrededor del bloque motor, el radiador o la culata. Su misión es transportar el calor sobrante hacia el exterior. Además debe asegurar una obturación óptima para que no haya pérdidas de líquido refrigerante que puedan ocasionar calentamientos del motor. (RO-DES, 2014)

Las bombas de agua originariamente eran de hierro, aunque en los vehículos más actuales suelen ser de aluminio fundido (como los motores). Están compuestas por una hélice conectada a una polea mediante un eje de rodamiento que, por norma general, se acciona a través de la correa de distribución, aunque en determinados modelos de vehículos se pueden encontrar bombas hidráulicas controladas por la correa de accesorio o servicio. (RO-DES, 2014)



Imagen 5 – Bomba de agua. (RO-DES, 2014)

La función principal de la bomba hidráulica es, por tanto, asegurar una circulación constante del refrigerante y hacer posible que el sistema de refrigeración pueda mantener el equilibrio térmico del motor. (RO-DES, 2014)

Este proceso garantiza las condiciones adecuadas de funcionamiento del bloque motor para poder completar de manera óptima la combustión del carburante, elevar el rendimiento del vehículo, facilitar la eliminación de polución y potenciar la buena lubricación del motor. (RO-DES, 2014)

La combustión que se produce en el interior de un motor térmico somete a las piezas mecánicas a temperaturas muy elevadas que aceleran su desgaste y acortan su vida útil. Si la bomba de agua dejara de funcionar, o se rompieran las paletas de su hélice, esa subida brusca de la temperatura podría traducirse, con facilidad, en una avería que comúnmente se conoce como “motor gripado”. (RO-DES, 2014)

4.5.- Placas Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un micro controlador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el micro controlador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables Dupont). (Arduino Colombia, 2023)



Imagen 6 – Placa Arduino UNO. (Arduino Colombia, 2023)

Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCB’s superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual consta de distintas capas de material conductor. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico. (Arduino Colombia, 2023)

Por lo tanto, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el micro controlador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite. (Arduino Colombia, 2023)

4.5.1.- PCB de un Arduino UNO

Cuando hablamos de “Arduino” deberíamos especificar el modelo concreto. Se han fabricado diferentes modelos de placas Arduino oficiales, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas (como el tamaño físico, número de pines E/S, modelo del micro controlador, etc.). A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (micro controladores AVR marca Atmel). Esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación. (Arduino Colombia, 2023)

4.5.2.- Origen de Arduino

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo coste. La idea original fue, fabricar una placa para uso interno de la escuela. (Arduino Colombia, 2023)

Sin embargo, el instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder todo el proyecto Arduino en el proceso, se decidió liberarlo y abrirlo al público para que todo el mundo pudiese participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias. (Arduino Colombia, 2023)

Los principales responsables de la idea y diseño de Arduino fueron Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino. (Arduino Colombia, 2023)

4.5.3.- Micro controlador usado por Arduino UNO

El micro controlador que lleva la placa Arduino UNO es el modelo ATmega328P de la marca Atmel. La “P” del final significa que este chip incorpora la tecnología “PicoPower” (propietaria de Atmel) y permite un consumo eléctrico ligeramente menor comparándolo con el modelo equivalente sin “PicoPower”, ATmega328 (sin la “P”). Aunque el ATmega328P pueda trabajar a un voltaje menor y consumir menos corriente que el ATmega328, ambos modelos son funcionalmente idénticos, es decir, pueden ser remplazados el uno por el otro. (Arduino Colombia, 2023)

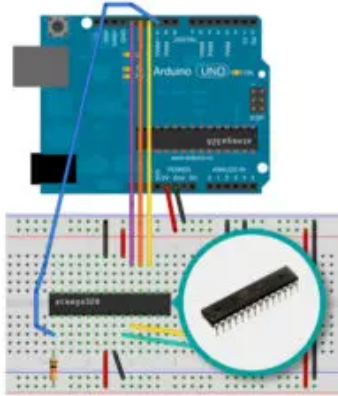


Imagen 7 -. Aplicación de placa Arduino como programador de micros controladores.
(Arduino Colombia, 2023)

ATmega328P

Al igual que el resto de micro controladores usados en otras placas Arduino, el ATmega328P tiene una arquitectura de tipo AVR, desarrollada por Atmel y en cierta medida “competencia” de otras arquitecturas como por ejemplo la PIC del fabricante Microchip. Más concretamente, el ATmega328P pertenece a la subfamilia de micro controladores “megaAVR”. (Arduino Colombia, 2023)

Otras subfamilias de la arquitectura AVR son la “tinyAVR” (cuyos micro controladores son más limitados y se identifica con el nombre ATtiny) y la “XMEGA” (cuyos micro controladores son más capaces y se identifican con el nombre de ATxmega). (Arduino Colombia, 2023)

4.6.- IDE Arduino

El entorno de desarrollo interactivo o IDE, por sus siglas en inglés, es un programador que se utiliza para compilar e interpretar códigos para el desarrollo de programas que se usan en una placa de Arduino. Es compatible con Linux y Windows, por lo que su versatilidad es un punto más a favor de estos dispositivos para proyectos electrónicos. (Albornoz, 2023)

Los lenguajes que soporta, entre otros, son:

- Eclipse.
- Emacs Lisp.
- GNU Emacs.
- IntelliJ IDEA.
- MonoDevelop.
- MyEclipse.
- NetBeans.
- PHP.
- Python.
- Ruby. (Albornoz, 2023)

4.7.- Sensores Ópticos

Los sensores ópticos generan luz (emisor) y evalúan nuevamente la luz reflejada en el receptor. Estos sensores detectan objetos y sus características, p. ej., mediante la interrupción de la luz o el cambio en la intensidad de la luz. Existen varios principios básicos: sensores de reflexión directa, sensores de reflexión directa con supresión de fondo, barreras fotoeléctricas de reflexión, sensores de color, sensores de distancia, barreras fotoeléctricas ahorquilladas, etc. (Festo, 2023)

Sensores ópticos, excelentes dispositivos para detectar la presencia de personas y objetos que se encuentren a muy poca distancia de ellos. Son muy utilizados en el campo industria, mejor conocido como Sensor Óptico Industrial, así como en la robótica, ya que le permite advertir a las máquinas donde moverse sin salirse de los límites, un ejemplo de ello el carro de la impresora. (Rebeca, 2020)

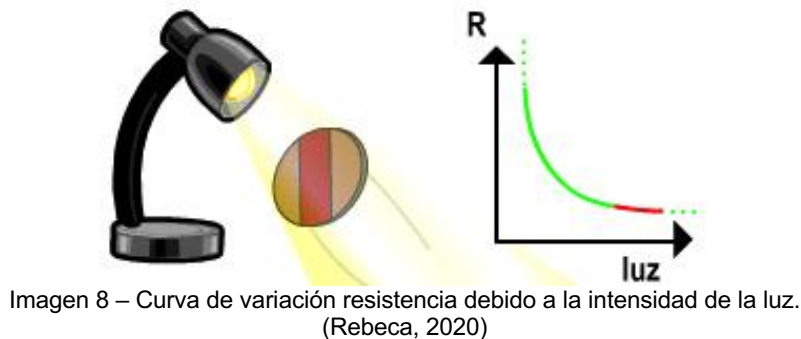
4.7.1.- Funcionamiento

Así como los elementos de la comunicación entre personas, estos dispositivos, operan con intervención de un emisor y un receptor. (Rebeca, 2020)

Donde el emisor, es el encargado de enviar la señal en forma de luz y el receptor, recibe la información dada por el emisor, emitiendo un mensaje, en forma de parpadeo de luces, como la forma más común. (Rebeca, 2020)

Cabe destacar, que existen sensores que se valen de la luz solar para ser el emisor por excelencia y de receptor una fotorresistencia. (Rebeca, 2020)

Pero no es muy aconsejable porque es muy fácil de alterar la presencia de la luz natural por otra parecida. Por lo cual se usa para activar o desactivar lámparas de alumbrado. (Rebeca, 2020)



Para eliminar posibles saboteos, la ciencia moderna, ha hecho mano de la LED infrarrojo, para utilizarla como emisor y el fototransistor por receptor. (Rebeca, 2020)

Donde tanto emisor como receptor estarán sincronizados a una frecuencia específica. (Rebeca, 2020)

Para que el receptor este siempre seguro que la señal que detecta es la que produce el emisor o sensor de movimiento. (Rebeca, 2020)

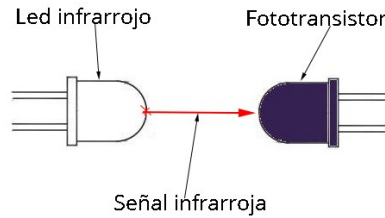


Imagen 9 – Emisión y recepción de luz infrarroja.
(Rebeca, 2020)

4.7.2. - Sensor de Fibra Óptica

Asimismo, el sensor fibra óptica, contiene un sensor de óptico, que se conectada a una fuente de luz, a fin de facilitar la detección en espacios reducidos. (Rebeca, 2020)

El cual, presenta diferente índice de refracción, por su núcleo y un revestimiento. Donde el haz de se transporta por el núcleo rebotando repetidamente en la pared del revestimiento. (Rebeca, 2020)

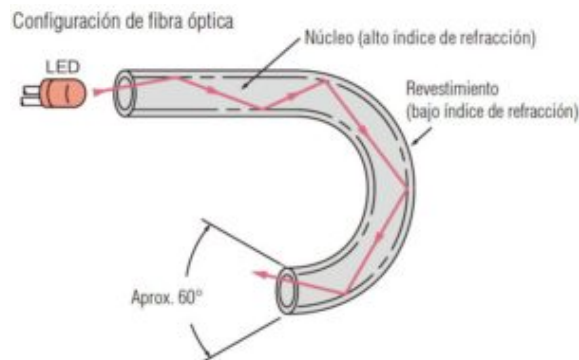


Imagen 10 – Transmisión de luz a través de fibra óptica.
(Rebeca, 2020)

4.7.3.- Sensor Óptico de Barrera



Imagen 11 – Sensores óptico de barrera.
(Rebeca, 2020)

Considerado también como el de transmisión directa. Y se caracteriza porque el emisor y el receptor están colocados uno frente al otro. (Rebeca, 2020)

Permitiéndole al fototransistor siempre recibir la señal producida por el LED infrarrojo, lógicamente siempre y cuando no exista algún objeto que obstaculice la señal al receptor. (Rebeca, 2020)

Tiene la ventaja de alcanzar grandes distancias de detección (hasta unos 270 m). Su principal desventaja se presenta durante la instalación en campo. (Rebeca, 2020)

4.7.4.- Óptico Difuso



Imagen 12 – Sensor óptico difuso.
(Rebeca, 2020)

En este tanto el emisor como el receptor, están ensamblados, en un mismo conjunto óptico, direccionados hacia la cara sensible del sensor. (Rebeca, 2020)

Su funcionamiento consiste, en que el haz de luz producido rebota en el objeto a detectar, y retornan en dirección al receptor, a una distancia determinada, que provoca la conmutación electrónica. (Rebeca, 2020)

4.7.5.- Sensor Óptico Reflexivo



Imagen 13 – Sensor óptico reflexivo.
(Rebeca, 2020)

En el caso del sensor reflexivo, tanto el emisor y el receptor están contenidos en un solo lugar, con la única discrepancia que se utiliza un espejo reflector que logra rebotar la señal producida hacia el mismo lugar de origen. (Rebeca, 2020)

Suelen ser de 3 tipos: paralelo, coaxial y separado, fundamentados en la forma, de la sección transversal de la fibra óptica. (Rebeca, 2020)

4.8.- Sensores de Temperatura

Los sensores temperatura son dispositivos utilizados en aplicaciones de edificación para medir la temperatura de un fluido, normalmente aire o agua. Habitualmente, se los conoce también por el nombre de sondas de temperatura. (Soler & Palau, 2017)

El principio de funcionamiento de los sensores de temperatura puede ser de muchos tipos. Los sensores más comunes en edificación son los siguientes:

4.8.1.- Termopares

Funcionan mediante un principio de generación de una corriente entre dos metales diferentes unidos que tienen diferente comportamiento eléctrico en función de la temperatura. La señal generada se procesa y da lugar a una medición de temperatura. Son equipos sencillos, baratos y con una precisión suficiente para su uso en edificación. Sin embargo, tienen una respuesta lenta. (Soler & Palau, 2017)

4.8.2.- Termo resistencias

Están constituidas por resistencias cuya conductividad varía en función de la temperatura, lo cual genera una señal que, una vez procesada permite obtener la medición de temperatura. Su velocidad de respuesta depende de la masa de la resistencia. (Soler & Palau, 2017)

4.8.3.- Sensores electrónicos

Funcionan mediante dispositivos electrónicos que generan una corriente o señal en función de la temperatura. Son equipos con una respuesta mucho más rápida, pero más caros. (Soler & Palau, 2017)

4.9. - Pantallas LCD Arduino

4.9.1. - Display LCD 1602 I2C

- Pantalla LCD, 16 caracteres y 2 líneas
- Alimentación 5V
- Controlador compatible
- Fondo azul retro iluminado, letras en blanco
- Incluir un pin de contraste ajustable
- Dimensiones (mm): 80 x 36 x 12
- Basado en el chip de PCF8574T
- Alimentación: 5V
- Soporta Protocolo I2C
- Un potenciómetro para regular el contraste
- La dirección I2C predeterminado es 0x20
- Se puede cambiar a cualquiera entre 0x20 y 0x27 según tengas soldados o no los pines A0 A1 A2.
- Dimensiones: 19x 42 mm (Arduino Nicaragua, Mikrotroonica., 2019)



Imagen 14 – Display LCD 1602 I2C.
(Arduino Nicaragua, Mikrotonica., 2019)

4.9.2.- Display LCD 2004 IC2

El Display LCD 20×4 LCD2004 I2C es una pantalla con capacidad de 20x4 integrado con un módulo de comunicación I2C para poder tener una rápida conexión entre tarjetas de desarrollo y/o micro controladores entregando información en forma binaria trabajando a 4 u 8 bits, la pantalla posee un procesador capaz de interpretar este código e imprimirlo de manera alfanumérica.

Ideal para realizar interfaz usuario maquina al mostrar información de sensores, actuadores, texto, por mencionar algunos ejemplos entre las aplicaciones más frecuentes.

- Dispositivo base del módulo I2C: PCF8574
- Dispositivo base de la LCD: HD44780
- Voltaje de funcionamiento: 5 V
- Corriente de entrada: 125 mA
- Fondo de Pantalla: Azul
- Color de caracteres: Blanco
- Comunicación: I2C (0X27 por Default)
- Ajuste de Brillo: Si, por potenciómetro
- Dimensiones
- Módulo: 98 x 60 mm
- Pantalla: 98×40 mm (UNIT electronics, 2023)

El Display LCD 20×4 LCD2004 consta con una tarjeta de expansión de entradas y salidas digitales a través de la comunicación serial. Todo esto para lograr que controles tu LCD con tan solo los pines I2C del Arduino (SDA y SCL). El contraste de la pantalla entre los dígitos y el fondo es controlado a través del potenciómetro incluido en el módulo, solo requerimos girarlo hasta obtener el contraste deseado. La luz de fondo se controla por software desde Arduino, pero el módulo permite desconectar el LED de fondo simplemente removiendo el puente header. (UNIT electronics, 2023)

Para medir la temperatura en el radiador se ocupará un sensor de temperatura que pueda medir el rango de trabajo deseado, seleccionamos el sensor DS18B20 por sus características y la compatibilidad con Arduino. (UNIT electronics, 2023)



Imagen 15 – Display LCD 2004 IC2.
(Arduino Nicaragua, Mikrotronica., 2019)

4.9.3.- Pantalla 3.5" TFT táctil de 480X320

Características:

- Este módulo TFT LCD de 3,5 pulgadas está equipado con alta resolución, resolución alcanza a 480 x 320 (Arduino Nicaragua, Mikrotronica., 2019)
- Diseñado con una ranura TF (Micro SD) en la parte posterior de la placa para que puedas insertar una tarjeta cómodamente.
- Compatible con la función de pantalla táctil. Sensible, le proporciona una experiencia de uso sensible y suave. (Arduino Nicaragua, Mikrotronica., 2019)

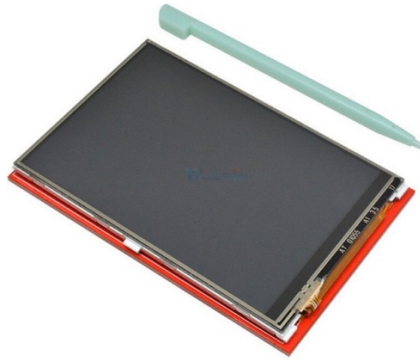


Imagen 16 – Pantalla 3.5" TFT táctil de 480X320.
(Arduino Nicaragua, Mikrotonica., 2019)

4.9.4.- Pantalla LCD OLED 2 COLORES 0.96"

- Resolución: 128X64
- Color: azul y amarillo
- Ángulo de visión: mayor de 160 grados
- Plataformas soportadas: para Arduino, serie 51, serie MSP430, STIM32 / 2, chips SCR
- Bajo consumo de energía: 0.04W durante el funcionamiento normal
- Soporte ancho voltaje: 3.3V-5V DC
- Temperatura de trabajo: -30-80 grados.
- Tamaño: 27MM * 27MM * 4.1MM
- Controlador IC: SSD1306
- Comunicación: IIC, solo dos puertos de E / S
- Sin fuente: el software toma módulo de palabra
- Luz de fondo: luz propia OLED, sin luz de fondo
- Interfaz:
- VCC: 3.3-5V
- GND: tierra
- SCL: reloj serial
- SDA: Datos seriales (Arduino Nicaragua, Mikrotonica., 2019)



Imagen 17 – Pantalla LCD OLED 2 COLORES 0.96".
(Arduino Nicaragua, Mikrotroica., 2019)

4.10.- Piezo Buzzer

Un buzzer pasivo o un altavoz son dispositivos que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. Estos dispositivos no disponen de electrónica interna, por lo que tenemos que proporcionar una señal eléctrica para conseguir el sonido deseado. (Aprendiendo Arduino, 2019)

En oposición, los buzzer activos disponen de un oscilador interno, por lo que únicamente tenemos que alimentar el dispositivo para que se produzca el sonido. (Aprendiendo Arduino, 2019)

El buzzer activo es el que tiene la pegatina y al alimentarlo entre 5V y GND suena a una frecuencia fija. (Aprendiendo Arduino, 2019)



Imagen 18 – Piezo Buzzer, indicador sonoro. (Aprendiendo Arduino, 2019)

Usar el ejemplo de blink para probarlo y comparar con el buzzer pasivo. El buzzer activo es adecuado para hacer avisos sonoros, pero no para reproducir tonos o música. (Aprendiendo Arduino, 2019)

El buzzer pasivo no tiene un oscilador interno y por lo tanto la frecuencia del sonido debemos hacerla desde Arduino, para ello disponemos de la función `tone ()`: (Aprendiendo Arduino, 2019)

`Tone ()` genera una onda cuadrada de una frecuencia específica y con un 50% de duty cycle en el pin especificado. La duración del tono puede ser especificado o en caso contrario continúa hasta llamar a la función `noTone ()`. (Aprendiendo Arduino, 2019)

Esquema de conexión:

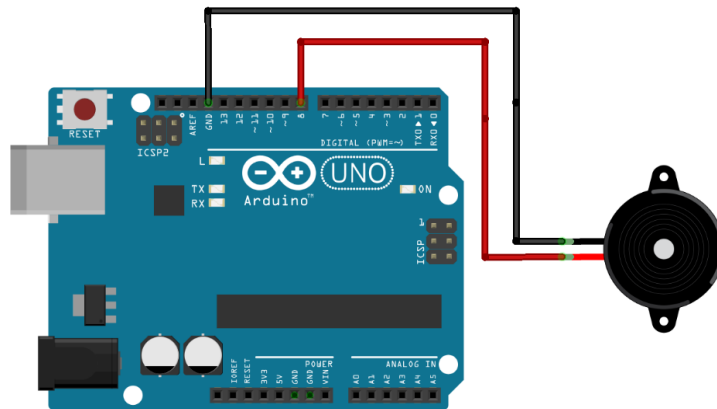


Imagen 19 – Conexión de Piezo Buzzer a placa Arduino. (Aprendiendo Arduino, 2019)

5.- Análisis y presentación de resultados

5.1.- Diseño Metodológico

5.1.1.- Tipo de estudio

La investigación a realizar es de tipo aplicada ya que se pretende con la tecnología actual brindar una solución a un problema específico, se diseña y pone a prueba para mejorar un proceso. Solución de tipo cuantitativa, ya que mostrara los valores medidos.

5.1.2.- Diseño de investigación

Atendiendo a los objetivos delimitados, la investigación se orienta a un diseño de campo. Por cuanto, este diseño de investigación no solo se basa en observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad del objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados.

El desarrollo de este trabajo monográfico se llevará a cabo siguiendo las siguientes fases:

1.- identificación de variables:

El sistema de carga está compuesto por el alternador dc, la correa del alternador y la batería, su variable a medir es voltaje dc.

El sistema de refrigeración está compuesto por el radiador quien enfría a través del líquido refrigerante y su acondicionamiento con los abanicos, la variable a medir es la temperatura.

Cada sistema tiene un rango de trabajo, cuando este sea excedido o esté por debajo deberá alarmar el prototipo.

2.- Selección de dispositivos para el diseño:

Para medir el voltaje dc en la batería por el sistema de carga estará siendo medido por un divisor de voltaje y monitoreado por un Arduino.

Para medir la temperatura en el radiador se ocupará un sensor de temperatura que pueda medir dentro y por encima del rango de trabajo, será monitoreado por un Arduino.

En ambos casos el Arduino cuando una de las variables salga del rango, enviara un mensaje a la pantalla LCD y activara el buzzer como señal audible.

3.- Desarrollo de la programación del Arduino

Se desarrollará la programación a través del entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en Ingles) proporcionado por el proyecto Arduino. Este se llama IDE Arduino.

4.- Elaboración del prototipo electrónico

Se realizará el montaje para intercomunicar todos los dispositivos de entrada con el dispositivo Arduino que monitoreara en tiempo real y alarmará cuando se requiera.

5.2.- Presentación de resultados

5.2.1.- Identificación de variables:

Batería

El componente que brinda la potencia de arranque, mantiene la carga del motor encendido y su sistema eléctrico funcionando es la batería, la variable por medir es voltaje de corriente directa. El rango de voltaje normal va de 12Vdc a 13Vdc.

Sistema de Carga

El sistema de carga está diseñado para suplir corriente eléctrica a la batería y no se descargue con el consumo del vehículo. Una vez enciende el motor, sea que esté el automotor estacionario o en movimiento empieza a trabajar el sistema de carga para la batería el cual está compuesto por el alternador vehicular y la correa del alternador, esta última conecta el alternador con la polea del cigüeñal del motor. La variable por medir es voltaje en corriente directa y su rango de voltaje normal de trabajo va entre 13.2Vdc a 14Vdc.

Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración del motor de un vehículo está compuesto por el radiador quien enfría pasando líquido refrigerante a través de él y se apoya para acondicionarse más rápido con los fanes, la variable a medir es la temperatura y se mide en grados centígrados. El rango de temperatura normal de trabajo va de 85 grados centígrados a 110 grados centígrados.

5.2.2.- Selección de dispositivos para el diseño:

Para monitorear todas las variables y sus rangos de trabajo, el dispositivo que estará a cargo es el Arduino.

5.2.2.1.- Dispositivo de Control y Monitoreo

Como dispositivo de interacción entre entradas/salidas y procesamiento de la información seleccionamos el Arduino por su fácil programación, tamaño y costo.

Para seleccionar el Arduino adecuado revisamos tabla comparativa de características descrita a continuación:

	Arduino UNO	Arduino MEGA 2560	Arduino Nano
Micro controlador	ATMega328	ATMega2560	ATMega328
Puertos Digitales	14	54	14
Puertos PWM	6	15	6
Puertos Analógicos	6	16	8
Memoria	32KB	256 KB	32 KB
Reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz
Conexión	USB - B	USB - B	USB Mini-B
Voltaje de operación	5 Vdc	5 Vdc	5 Vdc
Corriente máxima puertos E/S	40 mA	40 mA	40 mA
Alimentación	7 – 12 Vdc	7 – 12 Vdc	7 – 12 Vdc
Precio promedio	C\$ 600.00	C\$ 900.00	C\$ 390.00

Tabla 2 – Tabla comparativa modelos Arduino.

El Arduino seleccionado es el Arduino nano, porque cumple con la cantidad de entradas analógicas y entradas/salidas digitales que requerimos.

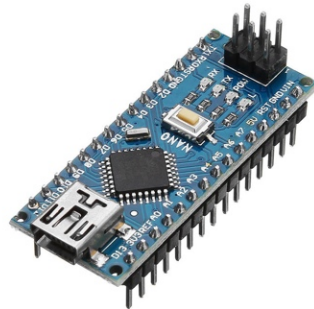


Imagen 20 – Placa Arduino nano. (Angel, 2016)

5.2.2.2.- Sensores de entrada de datos

Sensor de temperatura

El sensor de temperatura estará midiendo la temperatura a lo interno del radiador, para esto requerimos que sea un sensor de tipo sonda, que pueda medir dentro del rango de trabajo y sea compatible con Arduino.

Para seleccionar el sensor de temperatura adecuado revisamos tabla comparativa de características descrita a continuación:

	Termocouple Type K	DS18B20
Tipo sonda	si	si
Rango de medición	-200 a 1350 grados centígrados	-55 a 125 grados centígrados

Tabla 3 – Tabla comparativa de sensores de temperatura tipo sonda

El sensor de temperatura seleccionado es el DS18B20, porque cumple con las características de temperatura adecuadas.



Imagen 21 – Sensor DS18B20. (Naylamp Mechatronics, 2016)

Sensor Infrarrojo

Se conectara al Arduino un sensor infrarrojo para que monitoree la presencia de la banda del alternador, esto porque cuando se daña la banda ya sea que se estire y se salga de las poleas y se reviente, el alternador no se moverá y por ende no generara voltaje para cargar la batería.

Para seleccionar el sensor infrarrojo adecuado revisamos tabla comparativa de características descrita a continuación:

	TCRT5000	HW-201A
Alimentación	5Vdc	3.3 a 5Vdc
Distancia de detección	2-12mm	20 a 300mm

Tabla 4 - Tabla comparativa de sensores infrarrojos

El sensor infrarrojo seleccionado es el HW-201, porque cumple con las características de acondicionamiento con el Arduino seleccionado.



Imagen 22 - Sensor infrarrojo HW201. (Arduino Nicaragua, Mikrotonica, 2019)

Para el sistema de alarma el Arduino se apoyara de señales visuales y auditivas

5.2.2.3.- Indicadores visuales

Para el sistema de alarma el Arduino se apoyara de señales visuales y auditivas

LCD

Para que el usuario pueda visualizar la información en tiempo real, requerimos de una pantalla, existen dos modelos Display LCD 1602 I2C y Display LCD 2004 IC2, ambos vienen integrados con un módulo de comunicación I2C para poder tener una rápida conexión entre tarjetas de desarrollo y/o micro controladores.

Para seleccionar la pantalla adecuada, se revisa la tabla comparativa de características descrita a continuación:

Características	LCD 1602 I2C	LCD 2004 I2C
Capacidad	16 columnas, 2 filas	20 columnas, 4 filas
Alimentación	5Vdc	5Vdc
Fondo	azul, letras en blanco	azul, letras en blanco
Dimensiones	80mm x 36mm	98mm x 60mm
pin de contraste	si	si
Protocolo I2C	si	si

Tabla 5 - Tabla comparativa de LCD con I2C

La pantalla seleccionada es la LCD 2004 I2C, porque tiene más caracteres para mostrar al usuario. Aprovechando también el módulo I2C para ahorro de conexiones eléctricas.



Imagen 23 – Display LCD 2004 IC2. (Arduino Nicaragua, Mikrotonica., 2019)

Diodos LED

Se usarán 2 diodos LED, los cuales indicaran al usuario el estado de los sistemas a supervisar. Según los colores se entenderán los siguientes estados:

Rojo: Sistema en fallo (Valores medidos fuera del rango).

Verde: Sistema OK (Valores medidos dentro del rango)



Imagen 24 - Diodos LED

Indicador Audible

Para que el usuario pueda darse cuenta que alguna variable esta fuera del rango de trabajo el Arduino enviara un voltaje a un buzzer activo quien estará sonando.

Para seleccionar el buzzer activo adecuado, se revisa la tabla comparativa de características descrita a continuación:

	TMB12A05	SFM-27-1
Voltaje de entrada	3.5-5Vdc	3-24Vdc
Frecuencia	500-2300 Hz	3100±500 Hz
Corriente	20mA	<25mA

Tabla 6 - Tabla comparativa de buzzer activos

El buzzer seleccionado es el TMB12A05, porque tiene características más adecuadas al Arduino.



Imagen 25, Buzzer TMB1205A. (Aprendiendo Arduino, 2019)

5.2.3.- Desarrollo de la programación del Arduino

Se desarrollará la programación a través del entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en Ingles) proporcionado por el proyecto Arduino. Este se llama IDE Arduino.

Se realiza primero la secuencia lógica de programación y luego se monta en el software la programación

Secuencia lógica de programación

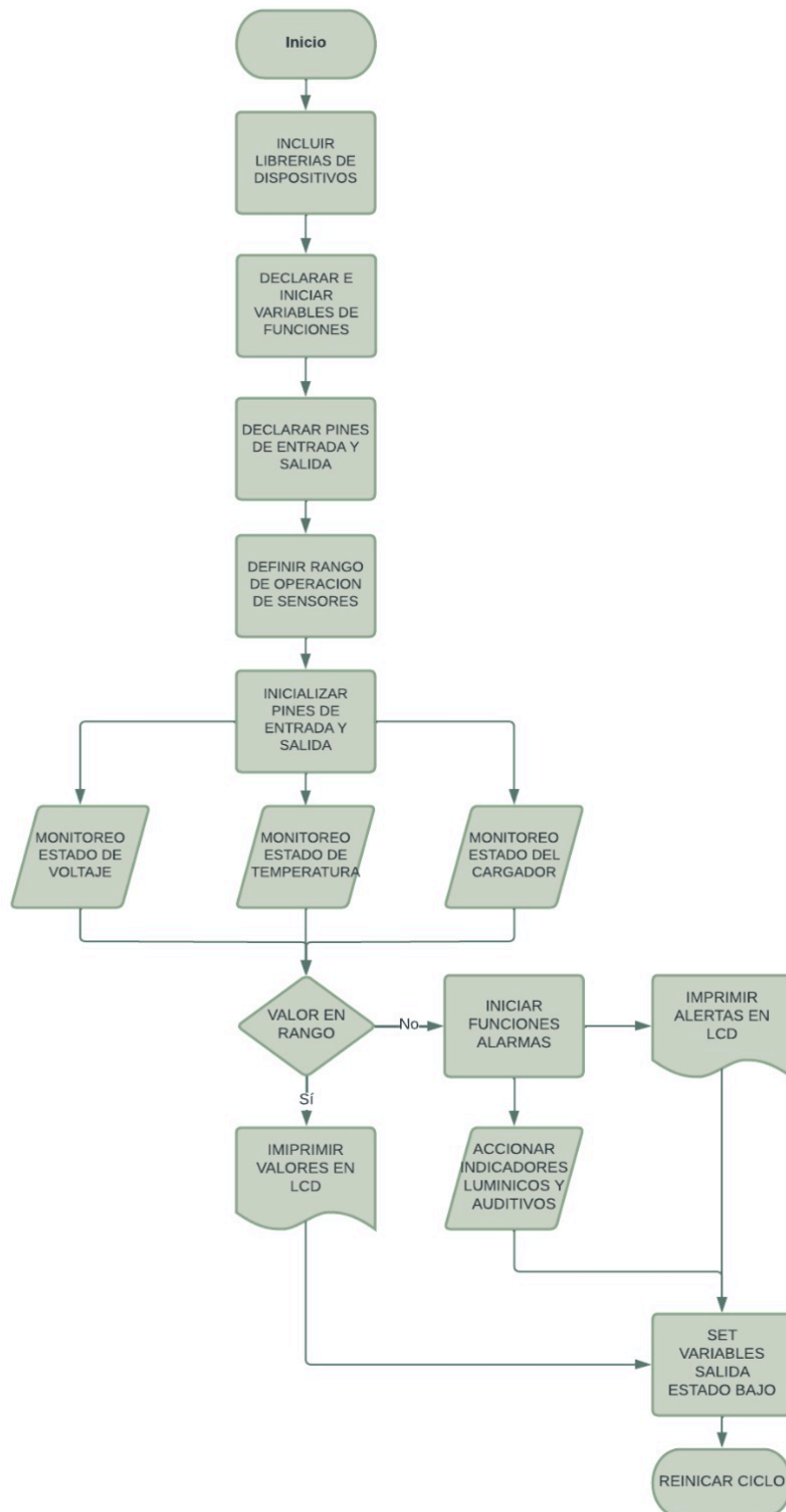


Imagen 26 – Secuencia de programacion

5.2.4.- Diseño del prototipo electrónico

Se realizará el montaje para intercomunicar todos los dispositivos de entrada con el dispositivo Arduino que monitoreara en tiempo real y alarmará cuando se requiera.

5.2.4.1.- Conexión Sensor de temperatura

El sensor tiene dos métodos de alimentación:

1.- Alimentación a través del pin de datos:

De esta forma, el sensor internamente obtiene energía del pin de datos cuando este se encuentra en un estado alto y almacena carga en un condensador para cuando la línea de datos esté en un estado bajo, a esta forma de obtener energía se le llama “Parasite Power” y se usa cuando el sensor debe conectarse a grandes distancias o en donde el espacio es limitado, puesto que de esta forma no se necesita la línea de VDD. El diagrama para su conexión debe ser de la siguiente forma: (Naylamp Mechatronics, 2016)

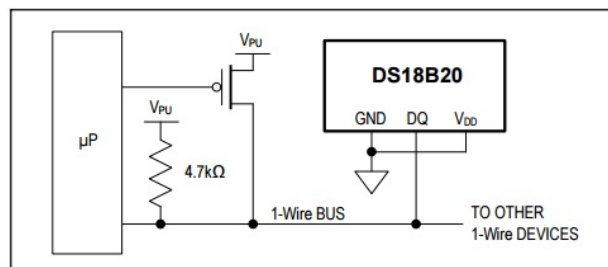


Imagen 27 – Alimentación a través del pin de datos. (Naylamp Mechatronics, 2016)

Notar que el pin GND y VDD están ambos conectados a GND, esto es indispensable para que se active el Parasite Power. EL MOSFET en la imagen es necesario para cuando se realicen conversiones de temperatura o copiar datos desde la memoria de circuito de la EEPROM, en estas operaciones la corriente de operación aumenta y si solo se suministra energía a través de la resistencia pueden causar caídas de voltaje en el condensador interno. (Naylamp Mechatronics, 2016)

2.- Alimentación usando una fuente externa:

De esta forma el sensor se alimenta a través del pin VDD, de esta forma el voltaje es estable e independiente del tráfico del bus 1-wire.

El diagrama de conexión es de la siguiente forma:

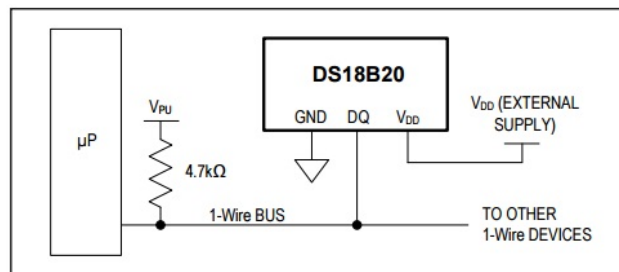


Imagen 28 – Alimentación usando una fuente externa. (Naylamp Mechatronics, 2016)

Esta forma de alimentación es la más recomendada y es la utilizada.

3.- Librerías para el DS18B20 en Arduino

Para poder trabajar el DS18B20 en Arduino necesitamos dos librerías:

- Librería **OneWire**, descarga: <https://github.com/PaulStoffregen/OneWire> (Naylamp Mechatronics, 2016)

En esta librería está implementado todo el protocolo del bus 1-wire. Y puede usarse tanto para el DS18B20 como para otros dispositivos 1-wire, para mayor información sobre la librería: http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_OneWire.html (Naylamp Mechatronics, 2016)

- Librería **DallasTemperature**, descarga: <https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library> (Naylamp Mechatronics, 2016)

En esta librería están implementadas las funciones necesarias para poder realizar las lecturas o configuraciones del DS18B20, para mayor información de la librería revisar: http://www.milesburton.com/Dallas_Temperature_Control_Library. (Naylamp Mechatronics, 2016)

4.- Conexiones del DS18B20 con Arduino:

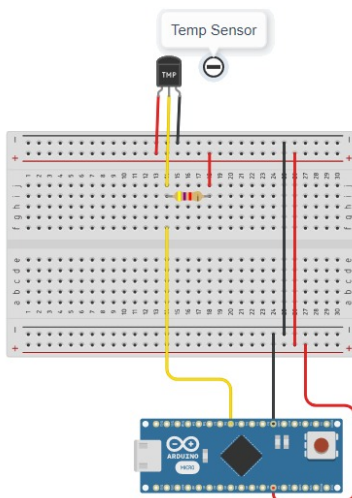


Imagen 29 – Conexión del DS18B20 al pin D5 del Arduino nano.

Notar que es necesario poner una resistencia Pull-Up de 4.7K, y pueden usar un protoboard para facilitar la conexión. (Naylamp Mechatronics, 2016)

5.2.4.2.- Conexión del sensor IR

Para la detección de la banda utilizaremos el módulo de detección infrarroja HW-201, la salida (OUT).

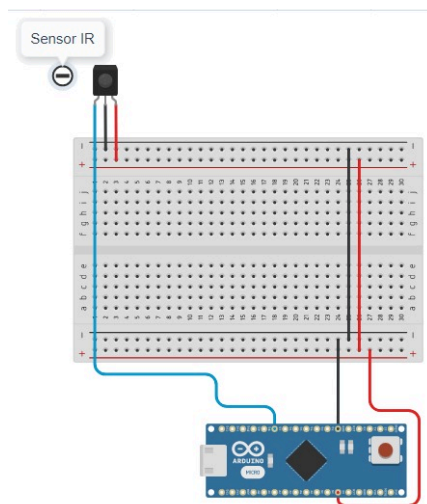


Imagen 30 - Conexión de sensor IR al pin D7 del Arduino nano.

5.2.4.3.- Conexión del indicador audible

Por lo general no se requiere de mayor arreglo que el conectar directamente el elemento zumbador a la salida de la placa Arduino, pero por razones de protección le añadiremos una resistencia de 100Ω . De esta manera evitaremos que la corriente exceda los 50mA en caso de daños.

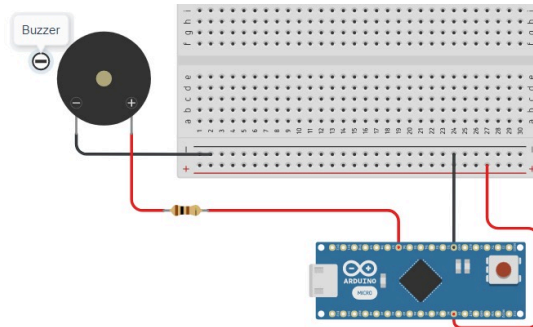


Imagen 31 - Conexión de buzzer al pin D6 del Arduino nano.

5.2.4.4.- Conexión de Indicadores Lumínicos

Sabiendo que las salidas digitales de la placa suministran 5 Vdc, y que la corriente máxima soportada por los diodos LED es de 20mA, es necesario conectar una resistencia en serie de 220Ω .

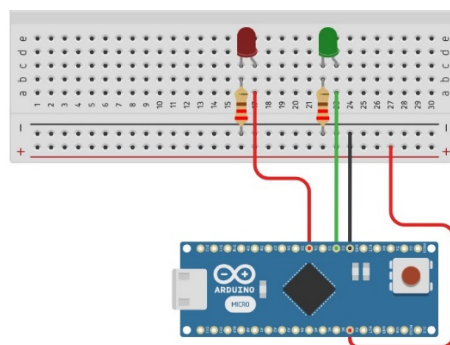


Imagen 32 - Conexión de LEDs a los pines D2 y D4 del Arduino nano.

5.2.4.5.- Conexión de Pantalla LCD

La tarjeta I2C requiere únicamente de cuatro conexiones:

- GND
- VCC
- SDA
- SCL

De esta manera logramos realizar todo lo necesario para que la placa se comunique con esta tarjeta y a su vez, esta última presente en la pantalla LCD 2004 la información generada.

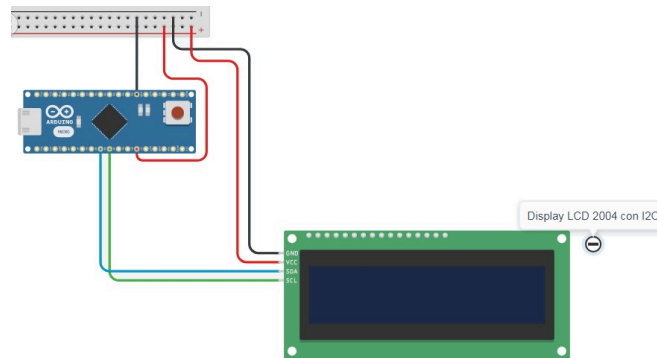


Imagen 33 - Conexión del LCD a los pines 5V, GND, A4 y A5 del Arduino nano.

5.2.4.6.- Conexión para monitoreo del voltaje de la batería

El voltaje que se estará suministrando no será mayor a 15Vdc, asimismo el caso de que el alternador conectado a la batería no exceda los 14.7 voltios.

Por lo tanto, para suministrar un voltaje no mayor a los 5V en la entrada de la placa, necesitamos los siguientes valores de resistencia en un divisor de voltaje:

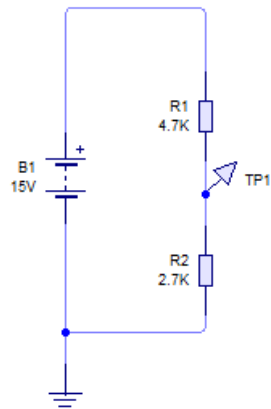


Imagen 34 – Divisor de voltaje, Entrada analógica Arduino.

$R1 = 4.7 \text{ K}\Omega$ y $R2 = 2.7 \text{ K}\Omega$

Estos son los valores comerciales más cercados a lo ideal. Por tal motivo es que se usaran.

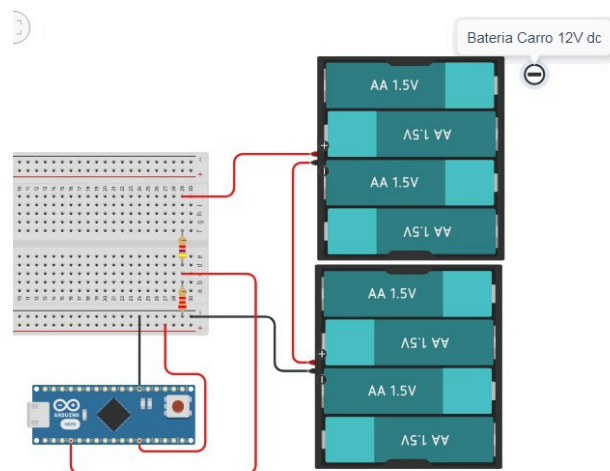


Imagen 35 - Conexión de divisor de voltaje al pin A0 del Arduino nano.

5.2.4.7.- Diagrama final de conexión

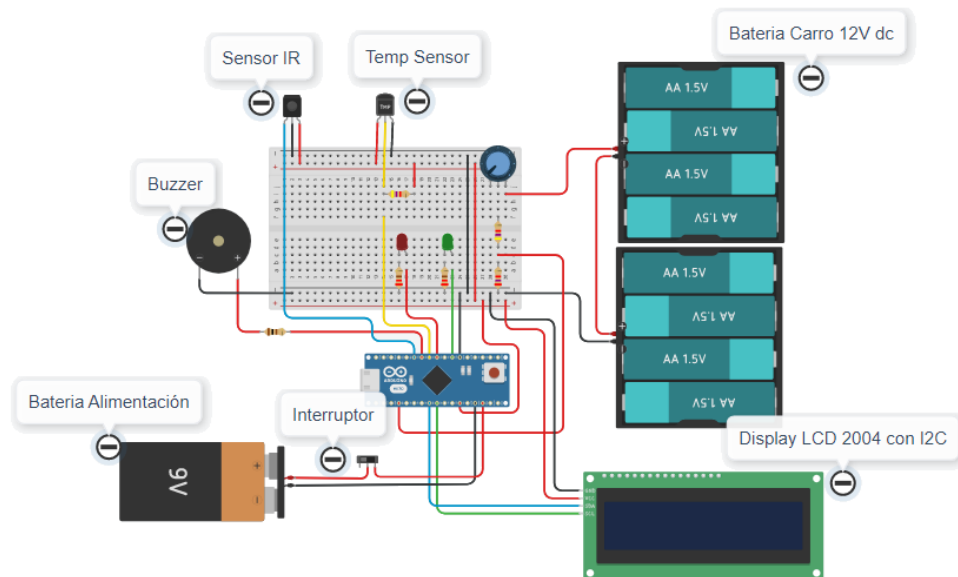


Imagen 36 – Esquema eléctrico de conexiones

Nombre	Cantidad	Componente
BAT3	1	9V Batería
D1	1	LED Rojo
D2	1	LED Verde
PIEZO1	1	Piezo Buzzer
R1, R3	2	4.7K Ω Resistor
R2	1	2.7K Ω Resistor
R4	1	100 Ω Resistor
R5	1	Potenciómetro 10K
S1	1	Slide switch
U1	1	Arduino nano
U2	1	Sensor de Temperatura DS18B20
U3	1	Sensor IR. HW-201
U4	1	LCD 20x4 (I2C)
PCB	1	PCB
JMP	2m	Cable UTP
BX	1	Caja Legran 4x4"

Tabla 7 – Listado de componentes a utilizar

6.- Conclusiones

El dispositivo cumple con los objetivos propuestos en este proyecto monográfico, y se puede validar por lo siguiente:

- Se elaboró un circuito electrónico que monitorea en tiempo real el voltaje de la batería y la temperatura del motor, los que servirán para detectar fallas en los sistemas de carga y enfriamiento.
- Se seleccionó los sensores que cumplen con los rangos de trabajo deseado, además se logró que los datos enviados por dichos sensores puedan ser procesados por el controlador.
- Se programó adecuadamente el interfaz de alerta, ya que alarma inmediatamente a través de señales audiovisuales indicando los diferentes fallos que pueden surgir ya sea por sistema individual o en combinación.

En adición, se agregó al circuito electrónico un sensor de proximidad que detecta la presencia de la banda del alternador, dicha señal es correctamente leída por el controlador y alarma según la programación indicando fallo si esta se rompe.

7.- Recomendaciones

Los alcances del presenta trabajo monográfico han sido muy específicos, consideramos que se puede ampliar la cantidad de variables a monitorear y alarmar. Todo esto es realizable con la integración de mayor cantidad de sensores que permitan la adquisición de información y enriquecer los registros de variables asociadas al comportamiento de un motor a combustión interna, ya sea, gasolina, Diésel o hidrógeno.

Esta alma mater puede facilitar este proyecto monografico a otro grupo de bachilleres para perfeccionar un producto final mas completo.

Proponemos:

- Se adicione al circuito electrónico otros sensores importantes como: el sensor de combustible y el sensor de luces activas.
- Se cree un encapsulado que permita soportar las condiciones de temperatura, humedad, vibración y polvo al que pueden ser expuestos los sensores y el controlador.
- Se fabrique un circuito electrónico alternativo de alimentación eléctrica con sus protecciones para el controlador y que no dependa del cambio de batería.
- Para producirse en masa, se de a fabricar en el extranjero las tarjetas electrónicas, lo que permitirá una considerable reducción de costos.
- Ocupar Arduino únicamente como plataforma para la programación y en la implementación se utilice únicamente el microcontrolador

8.- Bibliografía

- Albornoz, F. (01 de 03 de 2023). *IDE Arduino*. Obtenido de Internet paso a paso: <https://internetpasoapaso.com/arduino-ide/>
- Angel, M. (14 de 04 de 2016). *Arduino – Modelos mas usados*. Obtenido de MBrobotics: <https://mbrobotics.es/blog/tipos-de-arduinos/>
- Aprendiendo Arduino. (03 de 03 de 2019). *Buzzer con Arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2019/03/03/buzzer-con-arduino/>
- Arduino Colombia. (24 de 01 de 2023). *¿Que es Arduino?* Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Arduino Nicaragua, Mikrotonica. (2019). *Producto 1602-i2c*. Obtenido de <https://www.mikrotronica.cc/pagina-del-producto/1602-i2c>
- Arduino Nicaragua, Mikrotonica. (2019). *Producto LCD-2004-i2c*. Obtenido de <https://www.mikrotronica.cc/pagina-del-producto/lcd-2004-i2c>
- Arduino Nicaragua, Mikrotonica. (2019). *Producto Pantalla-3-5-tft-touch-de-480x320*. Obtenido de <https://www.mikrotronica.cc/pagina-del-producto/pantalla-3-5-tft-touch-de-480x320>
- Arduino Nicaragua, Mikrotonica. (2019). *Producto Detector de obstáculos, refelctivo*. Obtenido de <https://www.mikrotronica.cc/pagina-del-producto/prevencion-de-obstaculos>
- Arduino Nicaragua, Mikrotonica. (2019). *Producto LCD-oled-2-colores-0-96*. Obtenido de <https://www.mikrotronica.cc/pagina-del-producto/lcd-oled-2-colores-0-96>
- Auto Avance. (08 de 01 de 2018). *Funcionamiento ECU Automotriz*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/ecu-automotriz-funcionamiento/>
- Auto y tecnica. (21 de 09 de 2017). *Sistema de refrigeración de un motor*. Obtenido de <https://autoytecnica.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-motor/>
- Autotachki. (26 de 05 de 2022). *Temperatura normal de funcionamiento del motor y por qué aumenta*. Obtenido de <https://avtotachki.com/es/kakaya-rabochaya-temperatura-dvigatelya-i-pochemu-ona-podnimaetsya/>
- Conceptos. (15 de 06 de 2021). *Concepto de Voltaje*. Obtenido de <https://concepto.de/voltaje/>

- Crabi. (01 de 07 de 2022). *Reparación Alternador de Auto*. Obtenido de <https://www.crabi.com/blog/reparacion-alternador-de-auto>
- Electronica DIY. (06 de 2023). *Arduino Nano + Cable USB*. Obtenido de <https://www.electronicadiy.com/products/arduino-nano-cable-usb>
- Fernández-Morales, F. H. (28 de 06 de 2013). Módulo para la medición de variables en motores de combustion interna. *Entramado*, 09(09). Cali, Cali, Colombia: © Unilibre Cali. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v9n2/v9n2a18.pdf>
- Festo. (01 de 03 de 2023). *Producto Sensores Ópticos*. Obtenido de https://www.festo.com/co/es/c/productos/automatizacion-industrial/sensores/sensores-opticos-id_pim134/
- Hello Auto. (01 de 03 de 2023). *Glosario Radiador*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/radiador>
- Industrias Dolz, S.A. (27 de 05 de 2021). *Sistema de refrigeracion del motor*. Obtenido de www.idolz.com: <https://www.idolz.com/2021/05/27/sistema-de-refrigeracion-del-motor-como-funciona-y-componentes-principales>
- MATEOS-APARICIO, J. P. (23 de 09 de 2022). *Como funciona el alternador del coche*. Obtenido de <https://www.autofacil.es/tecnic/a/alternador-coche-como-funciona/61097.html>
- Naylamp Mechatronics. (27 de 08 de 2016). *TUTORIAL SENSOR DIGITAL DE TEMPERATURA DS18B20*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/46_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html
- Plaza, D. (29 de 05 de 2020). *Comprobar el estado de la batería*. Obtenido de <https://www.motor.es/noticias/comprobar-estado-bateria-del-coche-202067832>
- Plaza, D. (01 de 03 de 2023). *¿Qué es la Batería?* Obtenido de <https://www.motor.es/que-es/bateria>
- Rebeca. (04 de 07 de 2020). *Sensores Ópticos*. Obtenido de <https://sensordeproximidad.com/tipos-de-sensores/sensores-opticos/>
- Rincón, J. D. (09 de 06 de 2016). *PLATAFORMA DE MONITOREO DE VARIABLES PARA UN MOTOR DE*. Bogotá, Colombia.
- RO-DES. (25 de 01 de 2014). *Que es la bomba de agua*. Obtenido de <https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-la-bomba-de-agua/>

- SAC, I. P. (2023). *Baterías para auto mediano y camioneta*. Obtenido de <https://www.implementos.com.pe/1883-baterias-para-auto-mediano-y-camioneta>
- Soler & Palau. (03 de 05 de 2017). *Sensores de temperatura*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensor-temperatura/>
- UNIT electronics. (01 de 03 de 2023). *Display LCD 20×4 LCD2004 con I2C*. Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/display-lcd-20x4-lcd2004-con-i2c/>
- Universidad Tecnológica de Chile. (2023). Unidad Dos: Sistema de Carga. En *Electricidad Automotriz*.

9.- Anexos



Imagen 37 – Condición auto apagado, simulación de batería descargada totalmente.



Imagen 38 – Condición auto apagado, simulación de batería al bajo nivel de voltaje y banda OK.



Imagen 39 – Condición auto apagado, simulación de batería al 40% de capacidad y banda OK.



Imagen 40 – Condición auto apagado, simulación de batería al 60% de capacidad y banda OK.



Imagen 41 – Condición auto apagado, simulación de batería al 80% de capacidad y banda OK.



Imagen 42 – Condición auto apagado, simulación de batería al 100% de capacidad y banda OK.



Imagen 43 – Condición auto encendido, simulación de batería cargando y banda OK.



Imagen 44 – Condición auto encendido, simulación momento justo en que se rompe o sale de lugar la banda.



Imagen 54 – Condición auto encendido, simulación de batería cargando, banda OK y temperatura OK.



Imagen 46 – Condición auto encendido, simulación de batería cargando, banda OK y temperatura por encima del umbral.



Imagen 47 – Placa Arduino nano en tarjeta perforada y batería dentro de caja contenedora.



Imagen 48 – Pantalla LCD instalada en tapa caja contenedora.

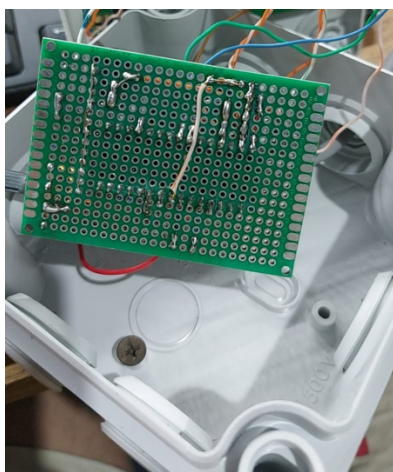


Imagen 49 – Vista inferior tarjeta perforada.