

 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 1 de 103

DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MONITOREO DE VELOCIDAD Y MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL.

**ANDRÉS ALONSO ANGEL RESTREPO
DANIEL FELIPE GUARIN VELEZ
JUAN DIEGO ECHEVERRY OTÁLVARO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ENVIGADO – ANTIOQUIA
2013**

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 2 de 103

DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA MONITOREO DE VELOCIDAD Y MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL.

**ANDRÉS ALONSO ANGEL RESTREPO
DANIEL FELIPE GUARIN VELEZ
JUAN DIEGO ECHEVERRY OTALVARO**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

**ASESOR
BRIGITTE NATHALIE ORTIZ LONDOÑO
INGENIERA ELECTRÓNICA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ENVIGADO – ANTIOQUIA
2013**

 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 3 de 103

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por su constante apoyo, comprensión y dedicación, herramientas de gran ayuda para lograr nuestros frutos.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 4 de 103

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por sus bendiciones y por llenarnos de salud y vida cada día.

A todos los profesores que durante toda la carrera nos han dotado no solo de bases teóricas sino también de bases personales y profesionales para ser unos profesionales íntegros y capaces de competir con los retos que presenta cada día nuestro medio, y poderle responder a la sociedad con principios y valores siendo ciudadanos de bien.

También agradecemos a nuestros compañeros de la universidad que nos han apoyado durante todo nuestro proceso de formación de igual manera enseñándonos cada día cosas nuevas y ayudándonos al desarrollo de este trabajo.

Y los que no se pueden dejar por fuera nuestros familiares y amigos que antes y durante de la universidad nos han acompañado, aguantado y colaborado, sabemos que siempre lo seguirán haciendo en cada etapa fácil y difícil de nuestras vidas.

Porque todos ustedes han sido nuestro motor no queda más que decirles muchas gracias.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 5 de 103

CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
CONTENIDO	5
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	12
lista de diagramas	14
LISTA DE ANEXOS	15
GLOSARIO	16
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20
1.PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2. JUSTIFICACIÓN	22
1.3. OBJETIVOS	23
1.3.1. Objetivo General	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. DISEÑO METODOLÓGICO	24

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 6 de 103

1.5.	PRESUPUESTO DEL TRABAJO DE GRADO	25
	PRESUPUESTO GLOBAL DEL trabajo de grado.....	25
1.6.	CRONOGRAMA	27
2.	MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL	28
2.1.	¿QUÉ ES MEDIR?.....	28
2.2.	SISTEMAS DE MEDIDA.....	28
2.3.	CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA	29
2.3.1.	Exactitud.....	29
2.3.2.	Fidelidad.....	29
2.3.3.	Sensibilidad.....	29
2.4.	CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA	30
2.4.1.	Error dinámico.....	30
2.4.2.	Velocidad de respuesta.....	30
2.5.	PROCESO DE UN SISTEMA DE MEDIDA	30
2.6.	TRANSDUCTORES.....	31
2.7.	SENSORES.....	32
2.7.1.	Sensores de velocidad.....	34
2.7.2.	Sensores de voltaje	34
2.7.3.	Sensores de temperatura.....	36
2.7.3.1.	Termopares.....	36

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 7 de 103

2.7.3.2.	Resistivos.....	37
2.7.3.3.	Semiconductores.....	37
2.7.4.	Sensores de nivel.	37
2.7.5.	Sensores de humedad.....	38
2.8.	ACONDICIONADOR DE SEÑALES	38
2.9.	CONVERSORES ANÁLOGO DIGITAL Y DIGITAL ANÁLOGO.....	39
2.9.1.	Convertor análogo - digital (A/D).....	39
2.9.2.	Convertor digital – análogo (D/A).....	40
2.10.	DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR (CAD).....	41
2.11.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	41
2.11.1.	Microcontroladores.	41
2.12.	TRANSMISIÓN DE DATOS.....	42
2.13.	ALARMAS.....	43
2.14.	PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN	43
2.14.1.	Pantalla táctil.....	43
2.15.	INDICADORES DE CONTROL.....	44
2.15.1.	Indicador de nivel de combustible.....	46
2.15.2.	Indicadores de temperatura.	48
2.15.3.	Indicadores de velocidad.	49
2.16.	CIRCUITO DE PROTECCIÓN.....	50
2.17.	DIAGRAMAS DE FLUJO	53

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 8 de 103

2.17.1. Símbolos generales de un diagrama de flujo	54
2.17.2. Reglas para la creación de Diagramas	55
2.18. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	56
2.18.1. Clasificación de los lenguajes de programación	56
2.18.1.1. Lenguajes compilados.....	56
2.18.1.2. Lenguajes interpretados.....	57
2.18.2. Programación modular.....	57
2.19. ¿QUÉ ES UNA INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO?	58
3. DESARROLLO	60
3.1. HARDWARE	60
3.1.1. Sensor de velocidad.	61
3.1.2. Carga de batería.....	63
3.1.3. Nivel de gasolina.....	64
3.1.4. Sensor de temperatura del motor.	65
3.1.5. Sensor de temperatura interna del vehículo.	66
3.1.6. Sensor de humedad interna del vehículo.....	66
3.1.7. Nivel de aceite.	67
3.2. OTROS DISPOSITIVOS.....	67
3.2.1. Conversion de 12 voltios a 5 (CONV 12- 5).....	67
3.2.2. PIC Y PT.....	67
3.2.2.1. Construcción del sistema.	68

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 9 de 103

3.2.3.	Distribución de pines del microcontrolador 18F87J50.	71
3.2.3.1.	Porque Mikromedia.	71
3.2.4.	Tarjeta de adquisición.	72
3.2.4.1.	Oscilador de cristal.	74
3.2.4.2.	Tarjeta SD.	75
3.2.4.3.	Pantalla táctil.	76
3.2.4.4.	Conexión USB.	78
3.2.4.5.	Acelerómetro.	79
3.2.4.6.	Memoria flash.	80
4.	Software.	81
4.1.	Algoritmo principal	81
4.1.1.	Subrutina toma de datos.	82
4.1.2.	Subrutina “ActivarAlarma”:	85
4.2.	PROGRAMACIÓN DEL DISPOSITIVO	86
5.	CRITERIOS DE DISEÑO	87
5.1.	Toma de datos	87
5.1.1.	Nivel combustible.	87
5.1.2.	Nivel de carga de batería.	90
5.1.3.	Temperatura Líquido refrigerante:	91
5.1.4.	Temperatura interior del habitáculo.	92

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 10 de 103

5.1.5. Velocidad.....	93
ANEXOS.....	96
CONCLUSIONES	977
RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 11 de 103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto del trabajo de grado.	25
Tabla 2. Clasificación de los sensores según su criterio.	32
Tabla 3. Estado de carga de la batería de un automóvil.	36
Tabla 4. Pin Out del microcontrolador.	71
Tabla 5. Datos tomados del sensor de nivel de combustible (reostato)	87
Tabla 6. Datos del nivel de carga de batería.	90
Tabla 7. Temperatura líquido refrigerante.	91
Tabla 8. Comportamiento sensor de velocidad.	95

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 12 de 103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sensor de voltaje.	35
Figura 2. Conversor digital - análogo.	40
Figura 3. Imagen cuadro de instrumentos Renault.	45
Figura 4. Indicador de combustible.	46
Figura 5. Imagen del esquema eléctrico con la variante luz testigo.	47
Figura 6. Imagen del esquema eléctrico y funcionamiento del indicador de temperatura.	48
Figura 7. Velocímetro.	49
Figura 8. Circuito de protección simple.	50
Figura 9. Curva de limitación de la corriente.	51
Figura 10. Circuito de protección de corriente foldback.	52
Figura 11. Curva de limitación de corriente.	52
Figura 12. Sensor de velocidad en un vehículo.	62
Figura 13. Imagen sensor de velocidad auto IUE.	62
Figura 14. Batería.	63
Figura 15. Sensor de nivel de gasolina.	65
Figura 16. Reóstato.	65
Figura 17. Sensor de temperatura.	66
Figura 18. Esquema del PIC 18F87J50.	69

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 13 de 103

Figura 19. Imagen del pin OUT de Mikromedia.	70
Figura 20. Características clave del sistema.....	73
Figura 21 . Esquema del oscilador de cristal.	74
Figura 22. Conexión esquemática de la tarjeta MicroSD.	75
Figura 23. Conexión esquemática de la pantalla táctil.....	76
Figura 24. Conexión esquemática del modulo USB.....	78
Figura 25. Conexión esquemática del acelerómetro.	79
Figura 26. Conexión esquemática de la memoria flash.	80
Figura 27. Interfaz gráfica del programa MikroBootloader	86
Figura 28. Comportamiento sensor de nivel de combustible	88
Figura 29. Datos de nivel de gasolina para programación.	89
Figura 30. Nivel de carga de batería.....	90
Figura 31. Temperatura líquido refrigerante.....	91
Figura 32. Equivalencia Temperatura	92
Figura 33. Sensor de temperatura LM35DZ.....	93
Figura 34. Temperatura ambiente.....	93
Figura 35. Comportamiento sensor de velocidad.....	96

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 14 de 103

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Cronograma de actividades.....	27
Diagrama 2. Proceso de un sistema de medida.	31
Diagrama 3. Acondicionador de señal.	39
Diagrama 4. Diagrama general del sistema construido.	61
Diagrama 5. Subrutina “AnálogoDigital”	82
Diagrama 6. Subrutina “TomaDeDatos ”	83
Diagrama 7. Subrutina “ActivarAlarma”	85

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 15 de 103

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Artículo.....	97
Anexo 2. Datasheet sensor de temperatura habitaculo.	97
Anexo 3. Datasheet sensor de humedad habitaculo.....	97
Anexo 4. Manual de usuario.	97

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 16 de 103

GLOSARIO¹

BANDERA: (flag) se refiere a uno o más bits que son usados para almacenar un valor binario o código que tiene un significado asignado, este proceso de almacenamiento se realiza por medio de un programa.

COMPILADOR: (del lat. *Compilātor*, *-ōris*).m. *Inform.* Programa que convierte el lenguaje informático empleado por el usuario en lenguaje propio del computador.

CORRIENTE: (del ant. part. act. de *correr*, lat. *currens*, *-entis*). f. *electr.* Magnitud física que expresa la cantidad de electricidad que fluye por un conductor en la unidad de tiempo. Su unidad en el sistema internacional es el amperio.

ELÉCTRICO: (de *eléctrico*). f. *fís.* Forma de energía basada en esta propiedad, que puede manifestarse en reposo, como electricidad estática, o en movimiento, como corriente eléctrica, y que da lugar a luz, calor, campos magnéticos, etc.

FILTRO: m. sistema de selección en un proceso según criterios previamente establecidos.

FUSIBLE: (del b. lat. *fusibilis*). m. Hilo o chapa metálica, fácil de fundirse, que se coloca en algunas partes de las instalaciones eléctricas, para que, cuando la corriente sea excesiva, la interrumpa fundiéndose.

HARDWARE: (voz ingl.). m. *inform.* Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora.

INALÁMBRICO: adj. Dicho de un sistema de comunicación eléctrica: sin alambres conductores.

INTERFAZ: (del ingl. *Interface*, superficie de contacto). F. *Inform.* Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes.

INTERMITENTE: del lat. *Intermittens*, *-entis*). M. Dispositivo que enciende y apaga con periodicidad constante y frecuente una o varias luces.

¹ Diccionario de la real academia española. Disponible en <<http://www.rae.es/rae.html>>[Citado en 8 de septiembre de 2012].

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 17 de 103

MAGNÉTICO: (del lat. Mod. *Magnetīcus*). Propiedad de los imanes y las corrientes eléctricas de ejercer acciones a distancia, tales como atracciones y repulsiones mutuas, imanación por influencia y producción de corrientes eléctricas inducidas.

MEDIR: (del lat. *Metīri*). Tr. Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera.

MOLÉCULA: (del dim. Del lat. *Moles*, mole). F. Unidad mínima de una sustancia que conserva sus propiedades químicas. Puede estar formada por átomos iguales o diferentes.

PRESIÓN: (del lat. *Pressiō*, *-ōnis*). F. Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie. Su unidad en el sistema internacional es el *pascal*.

QUÍMICA: (der. Del ant. *Quimia*). Adj. Por contraposición a físico, concerniente a la composición de los cuerpos.

SENSOR: (palabra formada sobre el lat. *Sentiō*, sentir, para indicar el agente de este verbo latino). M. Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

SOFTWARE: (voz ingl.). M. *Inform*. Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

TÉRMICO: (del gr. Θέρμη, calor). Adj. Perteneiente o relativa al calor o la temperatura.

TRANSISTOR: (del ingl. *Transistor*, acrón. De *transfer* y *resistor*). M. Semiconductor provisto de tres o más electrodos que sirve para rectificar y amplificar los impulsos eléctricos. Sustituye ventajosamente a las lámparas o tubos electrónicos por no requerir corriente de caldeo, por su tamaño pequeñísimo, por su robustez y por operar con voltajes pequeños y poder admitir corrientes relativamente intensas.

VEHÍCULO: (del lat. *Vehicŭlum*). M. Medio de transporte de personas o cosas.

VOLTAJE: m. Cantidad de voltios que actúan en un aparato o sistema eléctrico.

VOLTÍMETRO: de *voltio* y *-metro*). M. Aparato que se emplea para medir potenciales eléctricos.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 18 de 103

RESUMEN

Se presenta el resultado final del desarrollo de un dispositivo que facilite la interacción humano-máquina en una relación de conductor-automóvil, a través de un dispositivo ubicado en la cabina de un automóvil y que muestra las variables de velocidad instantánea, nivel de combustible y aceite, temperatura de líquido refrigerante y nivel de carga de batería. A lo largo de este documento se muestran los criterios de desarrollo que se tuvieron en cuenta, así como las variables que son caso de estudio y la manera como se adquieren y procesan para ser presentados en una pantalla táctil.

El propósito principal de este diseño es disminuir la accidentalidad y optimizar la frecuencia de los mantenimientos aumentando las señales de alerta que puede recibir un conductor acerca de el estado de las variables ya mencionadas permanentemente mientras el vehículo se encuentra encendido.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 19 de 103

ABSTRACT

Presents the end result of the development of a device to assist human-machine interaction in a ratio-motor driver, through a device located in the cabin of an automobile and which displays the instantaneous variable speed, fuel level and oil, coolant temperature and battery charge level. Throughout this paper shows the development criteria that were taken into account as well as the variables that are case study and how they are acquired and processed to be presented on a touch screen.

The main purpose of this design is to reduce accidents and improve the frequency of maintenance increasing warning signals that can receive a driver about the status of the aforementioned variables continuously while the vehicle is on.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 20 de 103

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado se desarrolla un sistema electrónico que monitorea las variables más importantes de un vehículo, de forma que el usuario interactúe fácilmente y tenga un control óptimo y constante del funcionamiento de su automotor. La mayoría de los vehículos cuentan con un cuadro de instrumentos donde el conductor puede visualizar dichas variables, pero la idea de este sistema electrónico diseñado para que el usuario interactúe con él de manera más amigable permite visualizar el estado de algunas variables del vehículo permanentemente, ya que cuenta con una pantalla táctil que permite que el usuario en cualquier momento esté informado de las condiciones de desempeño de cada una de las variables del vehículo establecidas, con la diferencia que la persona puede observar con más detalle la que desee.

Normalmente el sistema electrónico de los autos para visualizar las variables está diseñado de forma analógica, pero en este caso el sistema electrónico captura las señales del vehículo y las procesa digitalmente, permitiendo la manipulación de las mismas y programación del sistema, ya que se cuenta con un microcontrolador, PIC 18F87J50, que es el cerebro del sistema electrónico desarrollado, que permite capturar, procesar y mostrar gráficamente dichas señales, permitiéndole al usuario un mejor y fácil manejo.

Partiendo de lo anterior, el principal planteamiento de este trabajo es el desarrollo de un sistema electrónico que monitoree la velocidad y permita visualizar interactivamente el estado de la temperatura del radiador, carga de la batería, niveles de aceite y de gasolina y humedad relativa en un automóvil, como estrategia para la reducción del costo y la frecuencia de su mantenimiento, además evitar eventuales accidentes causados por exceso de velocidad y algunas fallas en el funcionamiento normal del vehículo.

La justificación del proyecto se sustenta principalmente en la falta de un dispositivo que permita la observación de las variables generales del vehículo, así como un medidor de velocidad interactivo que permita al conductor, en caso de estar distraído, enviar una señal de alerta si la velocidad actual supera los límites permitidos.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó al final del presente trabajo de grado.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 21 de 103

1. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la invención del automóvil, se han ideado una serie de reglas y convenciones para disminuir la accidentalidad en las carreteras. Hoy en día se tiene en Colombia un reglamento llamado “Código Nacional de Tránsito”², cuyo propósito es velar por la integridad de los actores principales y secundarios de las vías dispuestas para la circulación de vehículos en todo el territorio nacional. El organismo encargado de velar por el cumplimiento de dicho código es el Ministerio de transporte, que a su vez se encarga de difundir programas de prevención y protección.

La Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín ha reportado que la tasa de accidentalidad en el año 2010 en Medellín fue de 413 accidentes de tránsito por cada 10.000 vehículos³.

En el siglo XX los constructores y diseñadores de automóviles se encontraron con dos desafíos fundamentales: aumentar la seguridad y protección de los pasajeros para reducir la mortalidad producida por accidentes de tránsito e incrementar la eficiencia de los vehículos para reducir el consumo y la contaminación atmosférica que estos generan. Los propietarios de los vehículos a su vez se ven obligados a realizar un mantenimiento constante y periódico en los vehículos con el fin de minimizar la probabilidad de fallas mecánicas, reducir la contaminación producida, abaratar costos de sostenimiento de los vehículos y garantizar unos elementos de seguridad como medidores de velocidad, exigidos por el código nacional de tránsito desde 1970⁴.

² LEY 1383 DE 2010, Modificación de las leyes de tránsito y transporte en Colombia. 30p. Disponible en <http://www.colombia.com/actualidad/images/2010/Ley_1383_de_2010.pdf> [Citado en 18 de Octubre de 2011].

³ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito – Resumen. Ginebra. 2004. 58 p. ISBN: 92-4-359131-2. Disponible en <http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/WHO_NMH_VIP_09.01_spa.pdf> [Citado en 8 de Abril de 2011].

⁴ DECRETO 1344 DE 1970 CODIGO NACIONAL DE TRANSITO, Alcaldía de Bogotá. Disponible en <<http://www.sca.com.co/bajar/Manuales/Manual%20del%20Conductor.pdf>> [citado en 13 de Octubre de 2011].

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 22 de 103

Las exigencias ambientales y de seguridad hacen necesario disminuir el índice de accidentalidad y una de las posibles estrategias es la construcción de sistemas electrónicos que permitan dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar un sistema electrónico que monitoree la velocidad y permita visualizar interactivamente el estado de la temperatura del radiador, carga de la batería, niveles de aceite y de gasolina en un automóvil, como estrategia para la reducción del costo y la frecuencia de su mantenimiento, además evitar eventuales accidentes causados por exceso de velocidad?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Debido al número de accidentes ocasionados por fallas humanas (entre ellas exceso de velocidad), y causas mecánicas (falla en componentes, mantenimiento insuficiente o a destiempo), se ha visto la necesidad de contribuir al monitoreo de diferentes variables del vehículo como estrategia para la conservación de los mismos, y a advertir a los conductores acerca de los excesos de velocidad en zonas urbanas y rurales.

Para el exceso de velocidad se ha propuesto el desarrollo de un sistema basado en un dispositivo lógico programable que monitoree la velocidad e informe al conductor de un automóvil si se sobrepasa de los límites de velocidad permitidos⁵.

Además se busca dentro del sistema la incorporación de una interfaz gráfica que muestre al usuario el estado de los niveles de algunos líquidos importantes dentro del auto y temperatura de algunas partes de este.

Esto se propone debido a que se observa una falencia en los automotores: la ausencia de un dispositivo que permita la observación del estado general del vehículo, así como un medidor de velocidad interactivo que permita al conductor distraído estar atento a la velocidad actual y corregir en caso de un posible exceso en los límites permitidos. Se plantea la posibilidad de realizar un trabajo de grado que solucione esta falencia mediante la aplicación de dispositivos electrónicos que permitan la visualización de todas las medidas de los fluidos vitales para el

⁵ MANUAL DEL CONDUCTOR DE VEHICULOS, Fondo de prevención vial. 66p. Disponible en <<http://www.sca.com.co/bajar/Manuales/Manual%20del%20Conductor.pdf>> [citado en 17 de Octubre de 2011].

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 23 de 103

funcionamiento de un vehículo, así como la velocidad a la cual se encuentra circulando, esto con el fin de evitar eventuales accidentes de tránsito.

El desarrollo de un sistema electrónico para medir la velocidad y algunas variables presentes en un automóvil permitirá incrementar la seguridad, reducir costos y frecuencias de mantenimiento. Este sistema tendrá la posibilidad de interactuar con el usuario, además de obtener datos de algunos eventos que a criterio del equipo de diseño serán significativos para almacenarlos en un archivo de registros.

En la literatura, entre otros proyectos encontrados, sobresale el adelanto realizado por Juan Francisco Cabrera Alvear de la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador⁶, donde se trata únicamente la recopilación y almacenamiento de datos de tiempo y velocidad. El presente trabajo pretende ir más allá de la medición de velocidad al incluir avisos luminosos y acústicos cuando se excede el límite permitido y el estado de los líquidos y niveles principales para el funcionamiento del automotor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General. Desarrollar un sistema electrónico para el monitoreo de velocidad y medición de la temperatura del radiador, carga de la batería, niveles de aceite y de gasolina en un automóvil con una pantalla para la interacción con los usuarios.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el funcionamiento de los dispositivos de adquisición de datos presentes en un automóvil, centrándose en los aspectos necesarios para medir los niveles de temperatura del radiador, aceite de motor, nivel de gasolina, carga de batería y velocidad instantánea del vehículo.

⁶ CABRERA ALVEAR, Juan Francisco. Diseño y construcción de un sistema que permita medir y almacenar parámetros de velocidad, tiempo y distancia recorrida de un automotor en una memoria flash o en una memoria SD. Quito. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Enero de 2009, 154p. Disponible en <<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1095/1/CD-1938.pdf>> [citado en 13 de Octubre de 2011].

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 24 de 103

- Desarrollar un hardware con elementos electrónicos que permita integrar en un solo sistema la adquisición de datos, las conexiones de los sensores, el dispositivo lógico programable y la interfaz gráfica de tal manera que sea practico a la hora de su transporte y que permita integrarse fácilmente en el automóvil.
- Realizar un algoritmo que permita la organización de la información proveniente de los dispositivos de adquisición de datos, y que se pueda implementar en el dispositivo lógico programable permitiendo la interacción con el usuario, la transformación y el procesamiento de la información
- Desarrollar una interfaz visual que sea agradable para la vista, fácil de manejar y que permita al usuario interactuar a la hora de observar las variables de velocidad, temperatura y nivel.

1.4. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente proyecto será totalmente con enfoque cuantitativo, de manera informativa e investigativa, constituyéndose posteriormente en un proyecto de desarrollo tecnológico y constará principalmente de 3 etapas, definidas de la siguiente manera:

- Recopilación y organización de la información: Realizar un estado del arte del tema, además de indagar acerca del material bibliográfico y físico necesario para la realización completa del proyecto.
- Diseño: Se esbozará del dispositivo completo, de manera que en simulaciones y planos previos funcione adecuadamente.
- Desarrollo: En esta etapa se realizará el programa necesario para la organización de datos, interactividad con el usuario y presentación de variables del vehículo de manera gráfica, además del hardware necesario para la adquisición de los datos presentes del vehículo. En esta etapa también se realizan correcciones al diseño.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 25 de 103

1.5. PRESUPUESTO DEL TRABAJO DE GRADO

Tabla 1. Presupuesto del trabajo de grado.

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRABAJO DE GRADO				
RUBROS	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	Institución – IUE	Externa	
Personal	\$19.200.000	\$1.427.200		\$20.627.200
Material y suministro	\$150.000			\$150.000
Bibliografía	\$300.000			\$300.000
Equipos	\$2.628.000			\$2.628.000
Otros	\$750.000			\$750.000
TOTAL	\$23.028.000	\$1.427.200		\$24.455.200

DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL						
Nombre del Investigador	Función en el proyecto	Dedicación h/semana	Costo			Total
			Estudiante	Institución – IUE	Externa	
Andrés Alonso Ángel Restrepo	Investigador	10	\$200.000			\$200.000
Juan Diego Echeverry Otálvaro	Investigador	10	\$200.000			\$200.000
Daniel Felipe Guarín Vélez	Investigador	10	\$200.000			\$200.000
Brigitte Nathalie Ortiz Londoño	Asesor	2		\$44.600		\$44.600
TOTAL		32	\$600.000	\$44.600		\$644.600

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 26 de 103

Tabla 1. (Continuación).

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL Y SUMINISTRO				
Descripción de tipo de Material y/o suministro	Costo			Total
	Estudiante	Institución – IUE	Externa	
Materiales Electrónicos varios	\$100.000			\$100.000
Papelería	\$50.000			\$50.000
Total				\$150.000

DESCRIPCIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO				
Descripción de compra de material bibliográfico	Costo			Total
	Estudiante	Institución – IUE	Externa	
Libros varios	\$200.000			\$200.000
Material medios magnéticos	\$100.000			\$100.000
TOTAL				\$300.000

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS*				
Descripción de compra de equipos	Costo			Total
	Estudiante	Institución – IUE	Externa	
Pantalla táctil 3"x4"	\$550.000			\$550.000
Controlador lógico programable FPGA	\$578.000			\$578.000
Computador portátil	\$1.500.000			\$1.500.000
TOTAL				\$2.628.000

*Precios no incluyen IVA

DESCRIPCIÓN DE OTROS GASTOS FINANCIADOS				
Descripción de otros gastos	Costo			Total
	Estudiante	Institución – IUE	Externa	
Movilización y transporte	\$500.000			\$500.000
Imprevistos y varios	\$250.000			\$250.000
TOTAL				\$750.000

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 28 de 103

2. MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL

2.1. ¿QUÉ ES MEDIR?

Es la evaluación de una magnitud en relación con otra especie igual que es adoptada por la unidad. Es decir, compararla con unidad para interpretar cuantas veces está contenida en ella.

La medición se divide en 2 medición directa, medición indirecta o por comparación.

- En la medición directa los instrumentos de medida se ubican sobre la pieza a medir, como es el caso de un pie de rey o una regla.
- En la medición indirecta se utilizan métodos ópticos, electrónicos y neumáticos con el fin de obtener las dimensiones finales de una pieza⁷.

2.2. SISTEMAS DE MEDIDA

Un sistema de medida es la combinación de dos o más elementos para la realización de varias funciones, esta combinación es la información obtenida en forma objetiva o empírica de cualquier evento con el fin de determinar o describir una señal. En otras palabras, este resultado incluye la observación que es de carácter independiente objetiva y la experimentación de carácter empírico, con el fin de establecer coherencia en la parte numérica y la información descrita.⁸

Por otra parte, un sistema de medida debe de asignar una propiedad o cualidad física. Es decir, la unidad de medida correspondiente a la misma, de tal forma que la describa cuantitativamente.⁹

Los objetivos de la medida a la hora de interpretar los resultados pueden ser:

⁷ RESTREPO DÍAZ, Jaime. Metrología aseguramiento metrológico industrial tomo II. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010. p. 37

⁸ PALLÁS ARENY, Ramón. Sensores y acondicionadores de señal, cuarta edición. Barcelona: Marcombo S.A. 2004. p. 1

⁹ SOS BRAVO, Ignasi. Electrónica Analógica. Barcelona: Marcombo S.A., 2006. p. 100

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 29 de 103

La vigilancia o seguimiento de un proceso, como es el caso de un contador de agua; el control de un proceso, como el caso del control de nivel de un deposito; y también puede ser utilizado en la ingeniería experimental, tal como, las fuerzas de un conductor simulando el momento de un choque¹⁰.

2.3. CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA

Estas características son aquellas que influyen directamente en cada instrumento o sistema de medida y que describen la actuación del sistema en régimen constante o con cambios muy lentos de la variable a medir¹¹.

2.3.1. Exactitud. Es una cualidad que atribuye la capacidad de un sistema de medida de indicar valores que se aproximen al valor real de la magnitud medida. un instrumento de medida se considera como suficientemente exacto de acuerdo como sea determinado por estudios expertos para la finalidad pretendida con los resultados que se obtengan.

La exactitud de un sistema se determina mediante método llamado calibración estática, el cual consiste en variar lentamente una entrada para estudiar y mantener las otras intactas, los valores que se obtienen de la variación de la entrada dentro de los márgenes de medida se toman a la salida permitiendo esto crear una curva de calibración de entrada contra salida¹².

2.3.2. Fidelidad. Es el atributo que caracteriza la capacidad de un instrumento de medida de mostrar el mismo valor de la magnitud medida, se mide varias veces bajo unas mismas condiciones determinadas (operador, ambientales, etc.), sin pensar en la concordancia o discrepancia con el valor real de dicha magnitud. para que un instrumento sea fiel se deben realizar simultáneamente varias medidas y estas deben estar conformes en las sucesivas lecturas y con un número entero alto de cifras significativas¹³.

2.3.3. Sensibilidad. También conocida como factor de escala es la pendiente que se obtiene de la curva de calibración, que puede o no ser constante a lo largo de la escala de medida, para conocer qué tan rápido responde el sistema a las

¹⁰ PALLÁS ARENY, Op.cit., p. 1

¹¹ Ibíd., p. 12

¹² Ibíd., p. 12

¹³ Ibíd., p. 13

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 30 de 103

variaciones en la medida. Es importante que los sensores de los instrumentos de medida tengan una sensibilidad alta y constante¹⁴.

2.4. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA

La presencia de elementos activos o de elementos que almacenan energía (capacitores, inductores, otros), hace que la respuesta de un sistema de medida a señales de entrada variables sea distinta a la que presenta cuando las señales de entrada son constantes, para ello se hacen necesarias las características dinámicas: error dinámico y velocidad de respuesta (retardo)¹⁵.

2.4.1. Error dinámico. Es la diferencia entre el valor indicado y el valor exacto de la variable medida. Describe la diferencia en la respuesta del sensor a una magnitud de entrada, según que esta sea constante o variable en el tiempo¹⁶.

2.4.2. Velocidad de respuesta. Es aquella que indica que tan rápido es un sistema de medida para responder a los cambios que se dan en una variable de entrada. En cuanto a la medida, no es relevante de forma significativa que exista un retardo entre la magnitud aplicada a la entrada y la indicación correspondiente a la salida¹⁷.

2.5. PROCESO DE UN SISTEMA DE MEDIDA

Un proceso de un sistema de medida es aquel que basándose en una información o dato de entrada permite transformar, controlar o monitorear señales y presentar de manera gráfica o auditiva un resultado basado en la entrada¹⁸.

Este proceso puede realizarse para controlar un sistema o para presentar gráficamente datos obtenidos del sistema (monitoreo).

El Diagrama 2. Proceso de un sistema de medida., presenta el diagrama de flujo de un sistema de medida de modo que se permitan evidenciar las etapas para realizar la medida de una perturbación logrando realizar un análisis y presentación de la información.

¹⁴ Ibíd., p. 14

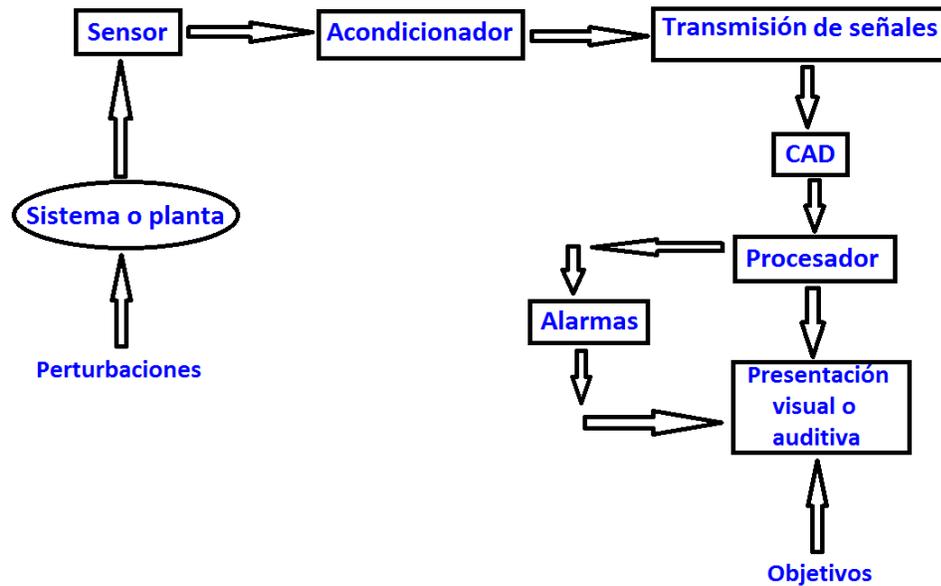
¹⁵ Ibíd., p. 18

¹⁶ Ibíd., p. 18

¹⁷ Ibíd., p. 18

¹⁸ Ibíd., p. 1

Diagrama 2. Proceso de un sistema de medida.¹⁹



2.6. TRANSDUCTORES.

En términos generales se denomina transductor a todo dispositivo que permite transformar una variable de una forma física, en una señal que corresponda a la misma, pero de una forma o magnitud física distinta. En otras palabras, convierte un tipo de energía en otro. De aquí sacamos que la señal de entrada siempre va a ser una energía o potencia, pero a la hora de tomar las medidas una de las componentes de la señal es tan pequeña que suele despreciarse, y se interpreta que se mide solo la otra componente. Por ejemplo, a la hora de medir una fuerza cualquiera, se supone que el desplazamiento del transductor se desprecia, es decir, que no se carga al sistema, ya que en consecuencia podría suceder que este no fuera capaz de hacer el aporte de energía necesario para el desplazamiento. Pero en la transducción se extrae cierta energía, por lo que es de vital importancia que en la señal no intervenga ninguna perturbación exterior²⁰.

¹⁹ Basado de: PALLÁS ARENY, Op.cit., p. 2

²⁰ PALLÁS ARENY, Op.cit., p. 2

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 32 de 103

Cualquier dispositivo que convierta una señal de un tipo en una señal de otro tipo, ya sea una señal mecánica, térmica, magnética, óptica, eléctrica, molecular o química debería considerarse un transductor. Así pues la señal de salida se podrá utilizar de forma útil a su respectivo beneficio.

2.7. SENSORES.

Un sensor es un dispositivo que permite captar una señal física variable de un medio para dar una salida traducible en cuestión de un parámetro eléctrico que bien puede ser voltaje, corriente y resistencia de tal modo que pueda ser transformada a un parámetro visible por medio de indicadores²¹.

Existen diferentes tipos de sensores que permiten medir diversas magnitudes físicas por lo cual se pueden clasificar según la Tabla 2. Clasificación de los sensores según su criterio.

Tabla 2. Clasificación de los sensores según su criterio.²²

<i>Criterio</i>	<i>Clases</i>	<i>Ejemplos</i>
Aporte de energía	Moduladores Generadores	Termistor Termopar
Señal de salida	Analógicos Digitales	Potenciómetro Codificador de posición
Modo de operación	De deflexión De comparación	Acelerómetro de deflexión Servoacelerómetro

- Los sensores según aporte de energía son aquellos para los cuales su energía de la señal de salida puede proceder de sí mismos desde la entrada o de una fuente auxiliar, son de dos tipos los modulares y los generadores. En los modulares la energía para poder presentar una señal de salida proviene de

²¹ *Ibíd.*, p. 2

²² *Ibíd.*, p. 7

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 33 de 103

una fuente auxiliar de energía y en los generadores la energía para proporcionar la señal de salida proviene directamente de la señal de entrada²³.

- Los sensores según señal de salida estos sensores son aquellos que presentan las señales de forma continua es decir según el cambio en la entrada hay un cambio en amplitud y/o en forma de picos lógicos de voltaje, se dividen en analógicos y digitales. Los analógicos son aquellos en los cuales la salida varía microscópicamente y de forma continua, variando la amplitud del voltaje o corriente. Los sensores digitales su salida varía en pasos o saltos discretos más conocidos como niveles lógicos de voltaje que son 0v y 5v que se representan como ceros (0v) y unos (5v)²⁴.
- Los sensores según modo de operación son aquellos que determinan según una variación física una señal de salida, se dividen en sensores por deflexión y sensores por comparación. En los sensores por deflexión, se mide una magnitud que produce un efecto físico que da lugar a un efecto semejante pero contrario en el instrumento para medir, que se encuentra relacionado con alguna variable útil. En los sensores que funcionan por comparación, se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto conocido, opuesto al generado por la magnitud a medir. Hay un detector del desequilibrio y un medio para restablecerlo²⁵.

De igual forma se hace útil clasificar los sensores según el parámetro variable del dispositivo utilizado, pues se logra dar una explicación amplia y especificada de cada sensor los cuales utilizan parámetros como: capacitancia, inductancia, resistencia, generadores de tensión, corriente, etc. Ya que de esta manera se pueden apreciar claramente las magnitudes que estos captan, permitiendo dicha clasificación utilizar las magnitudes para escoger cual sensor es el más apropiado según su campo de aplicación²⁶.

Las magnitudes que permiten el desarrollo de este trabajo son: Velocidad, temperatura, nivel, humedad, presión y tensión.

A continuación se describe las generalidades estos tipos de sensores según la clasificación de su magnitud.

²³ *Ibíd.*, p. 7

²⁴ *Ibíd.*, p. 6

²⁵ *Ibíd.*, p. 6

²⁶ *Ibíd.*, p. 7

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 34 de 103

2.7.1. Sensores de velocidad. El sensor de velocidad también conocido como velocímetro, es un aparato empleado con el fin de medir la velocidad de desplazamiento de un vehículo, y que de esta manera el conductor pueda regularla. Este sensor mide la velocidad promedio de desplazamiento, pero en un intervalo muy pequeño de tiempo que en ocasiones tiende a cero, entonces se dice que mide la velocidad instantánea. Funciona mediante un efecto electromagnético conocido como efecto Hall²⁷.

El efecto Hall consiste en la aparición de un campo eléctrico transversal al sentido de la corriente que está circulando por un elemento conductor mientras está dentro de un campo magnético; si un conductor por el que circula corriente eléctrica se coloca en un campo magnético, se genera un campo de voltaje eléctrico en sentido del vector normal de campo magnético con respecto al sensor, y la magnitud de este campo de voltaje eléctrico es proporcional al producto de la magnitud de la corriente y la magnitud del campo magnético. Este campo eléctrico resultante se puede medir mediante un voltímetro, para poder identificar la magnitud del vector desplazamiento, a mayor velocidad de desplazamiento, mayor voltaje registrará el voltímetro²⁸. Es de esta manera como el vehículo registra el dato de velocidad instantánea, mediante un velocímetro basado en el efecto Hall, registrado por un voltímetro.

2.7.2. Sensores de voltaje. un sensor de voltaje es un dispositivo que permite captar una diferencia de potencial de una carga de tal forma que pueda ser visualizada en un indicador, para poder analizar niveles lógicos de voltaje dentro de un circuito, por lo general se componen de diversas partes electrónicas.²⁹

En los autos se utilizan los sensores de tensión para determinar el estado de carga de la batería, elemento indispensable para el arranque del motor, así como para el funcionamiento de otros diferentes elementos. Su funcionamiento se basa en un principio químico³⁰, en donde una placa (electrodo positivo) de Bióxido de Plomo (PbO₂) y otra placa (electrodo negativo) de Plomo (Pb) reaccionan en un

²⁷ E.H. Hall: "On a New Action of the Magnet on Electric Currents". *American Journal of Mathematics* vol 2, 1879, p.287-292. Disponible en <http://www.stenomuseet.dk/skoletj/elmag/kilde9.html>

²⁸ RECINOS ESPAÑA, Edgar Augusto. Procedimientos de diagnóstico y corrección de averías en sistemas electrónicos de inyección automotriz computarizados (gasolina), sin equipo costoso de diagnosis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala 2008, p. 41. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0106.pdf

²⁹ VOLTÍMETRO, Ingeniatic, 2011, Disponible en <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/657-volt%C3%ADmetro-digital>.

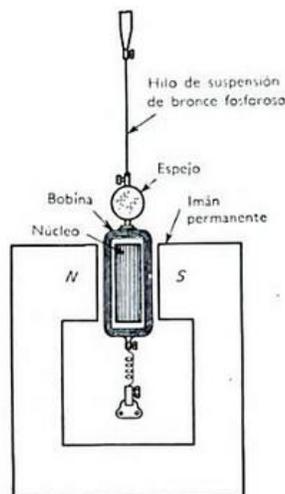
³⁰ *Ibíd.*, p. 89

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 35 de 103

medio ácido (en la mayoría de los casos es una solución de ácido sulfúrico), transfiriendo electrones de la placa positiva a la placa negativa, de esta manera generando una diferencia de potencial que propicia la existencia de corriente. De esta manera la batería puede suministrar la energía eléctrica necesaria para la activación del motor de arranque, requerido para la iniciación del motor de combustión interna y facilitar su funcionamiento autónomo, además de brindar al automóvil energía eléctrica cuando se solicite y su alternador no supla de manera suficiente la demanda, y suprimir picos en la red eléctrica del automotor³¹.

El voltímetro como es conocido basa su funcionamiento en una bobina ubicada entre dos imanes como se muestra en la Figura 1. Sensor de voltaje., y las terminales de la bobina se conectan mediante conductores en los puntos en los que se desea medir voltaje. Se ubica un resorte en el eje de giro de la bobina, que es perpendicular a la ubicación de los imanes. Mientras más voltaje entre las terminales de la bobina, más par de torsión se genera en el eje de la bobina. De esta manera se visualiza el voltaje entre las dos terminales de la bobina³².

Figura 1. Sensor de voltaje.³³



³¹ BATERIAS WILLARD. Cita Académica. 25p. Disponible en <http://www.bateriaswillard.com/academico.html>

³² CH. L. DAWES. Electricidad Industrial. Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1981. p. 88 – 89

³³ *Ibíd.*, p. 89

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 36 de 103

En la Tabla 3. Estado de carga de la batería de un automóvil. se observa la medición del voltaje o carga de la batería de un automóvil, desarrollada por baterías Willard³⁴.

Tabla 3. Estado de carga de la batería de un automóvil³⁵.

Voltaje	Estado Carga	Densidad (En el medio ácido)
12.60 V	100%	1.250
12.40 V	75%	1.220
12.30 V	50%	1.200
12.00 V	25 %	1.180

Con la cual se facilita el reconocimiento del estado de carga de la batería, ya que hace necesario sólo un voltímetro para establecer carga actual.

2.7.3. Sensores de temperatura. Un sensor de temperatura es aquel sistema electrónico que al existir una perturbación en la temperatura del medio u objeto en el que se encuentra genera un cambio en la su salida de manera electrónica bien sea cambiando su voltaje, resistencia, capacitancia, inductancia, amperaje entre otras³⁶.

Existen varios sensores para medir la temperatura que se utilizan en los vehículos, los más comunes son:

2.7.3.1. Termopares. Este se basa en enviar datos por medio la diferencia de potencial generada por 2 metales que proporcionan una medida de acuerdo a la diferencia de temperatura entre los metales³⁷.

³⁴ BATERIAS WILLARD, Op.cit., p. 89

³⁵ BATERIAS WILLARD, Op.cit., p. 89

³⁶ ANTONI ROSMARÍN, Joan, Arbarrera Doblado Oscar. Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad. Filipinas: Ediciones Paraninfo S.A., 2011. p. 203

³⁷ Ibíd., p. 203

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 37 de 103

2.7.3.2. Resistivos. Son también conocidos como termistores o termo resistencias, en estos el aumento o disminución de la temperatura entre 2 metales produce un cambio en la resistencia eléctrica del dispositivo. Los más usados son del tipo NTC y PTC.

- Termistores NTC: Estos son sensores que están encapsulados generalmente en cerámica y dentro tienen una mezcla de óxidos de Co, Ni, Mn, Cu, Fe en estos la relación de calor es inversamente proporcional es decir cuando la temperatura sube la resistencia baja y cuando la temperatura baja la resistencia sube.
- Termistores PTC: Su encapsulado también es generalmente en cerámica su composición química es por lo general de bario, platino y estroncio en estos la relación es directamente proporcional u aumento en la temperatura produce un aumento en la resistencia.

2.7.3.3. Semiconductores. Se basan en la variación de una conducción P.N que al circular directamente en forma constante se produce un cambio en la variación de voltaje del sensor con 2.2 mV por cada grado centígrado³⁸.

En los autos el sensor de temperatura se utiliza básicamente para determinar la temperatura del motor y temperatura de la gasolina³⁹.

2.7.4. Sensores de nivel. El método más simple para medir el nivel de un líquido es sumergir una regla que esté graduada y observar que porcentaje de la regla termina húmeda pero esto no permite fácilmente la automatización. la base de funcionamiento de los sensores de nivel consiste en el principio de Arquímedes el cual trata de que el desplazamiento de un cuerpo hacia la superficie se da por la densidad del fluido en el cual se encuentra sumergido y la fuerza es igual al volumen que desaloja. Para obtener una señal eléctrica se puede emplear un flotador con una conexión mecánica que convierte el desplazamiento del flotador de la superficie libre en una fuerza o par y estos en un ángulo de giro, conectados con un circuito electrónico permiten una señal eléctrica⁴⁰.

³⁸ *Ibíd.*, p. 204

³⁹ HERNANDEZ VALENCIA, Jorge. Guía de mecánica automotriz. Chile: Fundación Universitaria de Atacama, 2006. p.3

⁴⁰ PALLÁS ARENY, Op.cit., p. 2

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 38 de 103

2.7.5. Sensores de humedad. Son aquellos sensores que permiten medir el grado o concentración de agua que se encuentra en un ambiente o material determinado por medio de variables físicas o químicas detectadas de forma electrónica determinando la condensación del agua que se dan por la evaporación⁴¹.

2.8. ACONDICIONADOR DE SEÑALES

Los acondicionadores de señal son aquellos elementos de un sistema de medida que partiendo de una señal de salida de un sensor electrónico emiten una señal apta para ser presentada o registrada, de tal forma que por medio de un procesamiento posterior mediante un equipo o instrumento estándar se permita presentar una información adecuada por una persona, es decir que sea comprensible y entendible⁴². Consisten normalmente en circuitos electrónicos que ofrecen entre otras funciones las siguientes: amplificación, filtrado, adaptación de impedancias, modulación y demodulación.

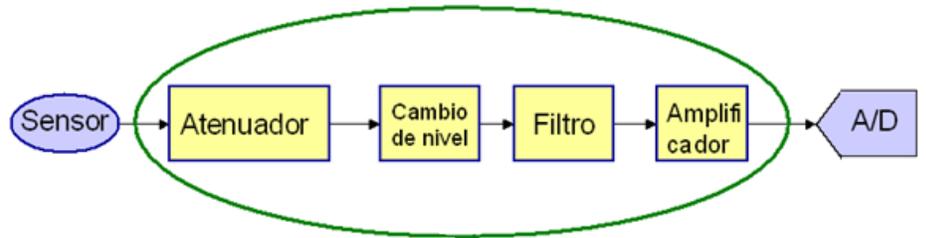
Donde el atenuador permite tomar una magnitud eléctrica y convertirla en un factor constante, el cambio de nivel es ordenar la señal de forma que tenga un nivel deseado, el filtro bloquea los niveles indeseados y el amplificador aumenta la señal de forma que pueda ser legible por el procesador, ver Diagrama 3. Acondicionador de señal. donde se observa como está compuesto un acondicionador de señal y sus etapas.

⁴¹ KOURO, Samir. Sensores de humedad. Universidad técnica Federico Santa María, Departamento de Electrónica, 2001.

⁴² *Ibíd.*, p. 4

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 39 de 103

Diagrama 3. Acondicionador de señal.⁴³



La mayoría de los procesadores o microcontroladores modernos permiten por medio de software realizar el acondicionamiento de la señal realizando conversores análogo a digital o digital a análogo.

2.9. CONVERSORES ANÁLOGO DIGITAL Y DIGITAL ANÁLOGO

Un conversor es aquel dispositivo electrónico que permite llevar una señal de manera constante a una en niveles de señal o viceversa.

2.9.1. Conversor Análogo - Digital (A/D). Permite pasar de un medio analógico es decir una magnitud eléctrica que varía con el tiempo de forma continua (tensión), a un medio digital llevándola a una variable discreta para ser cuantizada, es decir la aproximación mediante un nivel tomado de entre una cantidad finita de niveles. el proceso de cuantización será asimilable al redondeo o el truncamiento de un número de infinitas cifras decimales luego se debe muestrear la señal en determinados intervalos de tiempo por ejemplo intervalos de milisegundos para finalmente retenerla en cada intervalo⁴⁴.

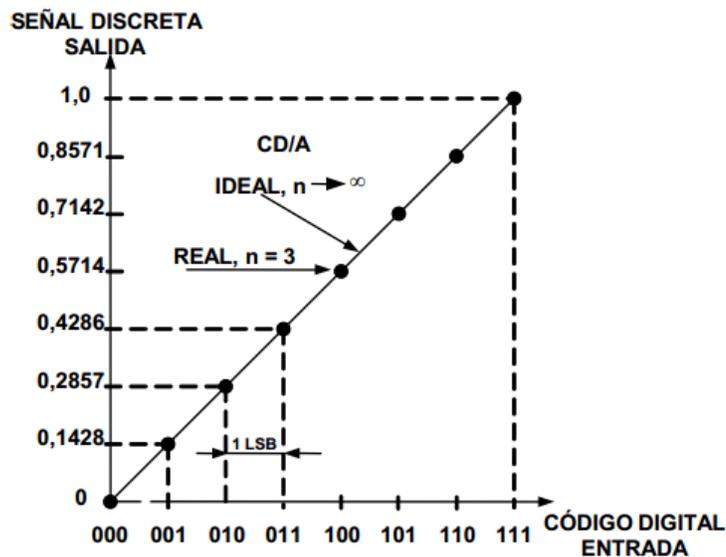
⁴³ MAYNÉ, Jordi. Sensores Acondicionadores y Procesadores de señal. Silica An Avnet Division, 2003. p. 56. Disponible en http://www.bairesrobotics.com.ar/data/sensores_2003.pdf

⁴⁴ MIYARA, Federico. Conversores D/A y A/D. Rosario: Universidad Nacional del Rosario, Departamento de Electrónica, 2004. p. 24.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 40 de 103

2.9.2. Conversor Digital – Análogo (D/A). Este al contrario del análogo digital permite hacer el proceso contrario de pasar de una señal discreta a una continua por medio de un código binario que depende de un nivel lógico de tensión (ceros y unos), corriente o carga eléctrica de referencia a una tensión o corriente específicas así como lo muestra la Figura 2. Conversor digital - análogo.⁴⁵

Figura 2. Conversor digital - análogo.⁴⁶



⁴⁵ *Ibíd.*, p. 4

⁴⁶ MALPICA, Norberto, Borromeo López Susana, Vaquero López Joaquín. *Electrónica digital. Conversión A/D – D/A.* Univesidad Rey Juan Carlos, p. 12.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 41 de 103

2.10. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR (CAD)

Un CAD por sus siglas en inglés que significan Computer Aided Design que traduce en español Diseño Asistido por Computador, son cualquier tipo de diseño que por medio de software permite el desarrollo tanto gráfico como de programación empleando diversas técnicas gráficas de la computadora.

En electrónica el papel principal de los CAD se ve reflejado en herramientas de software para la ayuda del diseño de sistemas o circuitos electrónicos, además del diseño de interfaces gráficas para los procesadores electrónicos⁴⁷.

2.11. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Es el proceso de interpretación, modificación de las señales permitiendo la interacción con estas.

Este análisis es realizado en forma digital pues una vez que una señal ha sido reducida a valores numéricos discretos, sus componentes pueden ser aislados, analizados y reordenados más fácilmente que en su primitiva forma analógica.

Este proceso se da por un hardware digital que por medio de reglas o comandos definidos por un programador realizados en base a un software se introducen al hardware a través de un software específico que puede o no manejar lenguajes tanto de alto como de bajo nivel para indicarle al procesador que acciones o procesos realizar (reglas o comandos)⁴⁸.

Por lo general los procesadores más utilizados son los microcontroladores y los DSP (procesadores digitales de señales).

Para acción de este trabajo son de interés los microcontroladores.

2.11.1. Microcontroladores. Los microcontroladores son circuitos integrados que incorporan bloques funcionales con un microprocesador siendo este la unidad de procesamiento central (CPU), además cuentan con una memoria

⁴⁷ VÁZQUEZ MONTAÑO, José Juan. Móvil Escalador Autónomo [Trabajo de grado]. Puebla: Universidad de las Américas Puebla, 2008. p. 12.

⁴⁸ MAYNÉ, Jordi. Op.cit., p. 58

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 42 de 103

para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. Constantemente se utilizan puesto que son unidades autosuficientes y más económicas que los procesadores y PLC.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces. También necesitan de una tensión continua estable (5V, 3.3V, 2.5V, 1.5V) para su alimentación y un oscilador que puede ser auto programado externo⁴⁹.

Por estas características y su alta funcionabilidad, los microcontroladores son utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas que son diseñados para controlar maquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, domótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

2.12. TRANSMISIÓN DE DATOS

La transmisión de datos consiste en poder llevar los datos de un medio a otro⁵⁰, para poderse lograr la transmisión es necesario definir los siguientes parámetros:

- Representación de los datos, si la información es analoga o digital y el tipo de información que se va a enviar (audio, video, imágenes, datos).
- Lugares de transmisión, si es entre dos o más dispositivos iguales si es por ejemplo entre una memoria y un procesador.
- Medio de transmisión, es la circulación de datos por medio de un fenómeno físico, que puede ser de manera alámbrica (luz – fibra óptica o eléctrica - cable) o inalámbrica (espectro electromagnético).
- Transmisión simultánea, se comparten datos al mismo tiempo.

⁴⁹ TORRES TORRITI, Miguel. Tutorial microcontroladores PIC. 2007. p. 3. Disponible en web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf

⁵⁰ ROMERO TEMERO, María del Carmen. Curso de transmisión de datos. Sevilla: Universidad de Sevilla, distrito tecnología electrónica, 2005. p. 3-6

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 43 de 103

- Protocolos de comunicación, lenguaje por el cual se van a comunicar.

2.13. ALARMAS

Las alarmas son los sistemas utilizados para dar aviso de emergencia, precaución de una presencia real o inminente de amenaza.

Las alarmas pueden ser acústicas, luminosas. Las acústicas avisan al usuario o persona por medio de señales acústicas como ruidos, percibidas por el oído humano, las luminosas envían señales ópticas a través de la interpretación visual de símbolos, colores y formas buscando siempre una intensidad de estas alarmas que aseguren su percepción.

Existen alarmas inalámbricas que avisan a la persona por medio de un dispositivo que permite enviar una señal desde un punto remoto.

2.14. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La presentación de los datos puede ser de forma analógica (óptica, acústica o táctil) o numérica (óptica). El registro puede ser magnético o sobre el papel, e incluso electrónico (memorias eléctricas), y exige siempre que la información de entrada este de forma eléctrica⁵¹.

Para el desarrollo de este trabajo la presentación se dará de forma visual con la ayuda de una pantalla táctil.

2.14.1. Pantalla táctil. Una pantalla táctil es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares, además de esto hay pantallas que solo funcionan de forma dactilar es decir con el contacto de la piel humana o la huella del dedo. Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. Así pues, la pantalla táctil puede actuar como periférico de

⁵¹ PALLÁS ARENY, Op.cit., p. 4

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 44 de 103

entrada y periférico de salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente pues genera un error⁵².

2.15. INDICADORES DE CONTROL.

Para que el conductor de un automóvil tenga en todo momento una información precisa del funcionamiento de los distintos sistemas mecánicos y eléctricos del mismo, se disponen en el tablero de instrumentos una serie de aparatos de control, que indican el estado de las diferentes variables del vehículo, detectando posibles averías y avisando al conductor anomalías que se presentan durante la marcha. Con estos dispositivos se tiene un control preciso del buen funcionamiento de los más importantes sistemas del vehículo, evitándose en gran parte los posibles accidentes que pudieran ocasionar cualquier tipo de avería, que sin estos controles no se hubieran sido detectados con anticipación, sin embargo no todos muestran claramente estas variables si no que solo muestran algo gráfico y la mayoría de estas no permiten una interacción con el usuario⁵³.

Generalmente estos dispositivos de control se agrupan en el cuadro de instrumentos, que va incorporado en el tablero del vehículo, para que el conductor tenga la correspondiente información.

Los distintos sistemas toman la forma de indicadores de aguja, lámparas testigo o avisadores acústicos, dependiendo del tipo de control a realizar para que sean de uno o de otro.

En la Figura 3. Imagen cuadro de instrumentos Renault.t se representa el cuadro de instrumentos de un vehículo que agrupan en este caso el velocímetro, cuentarrevoluciones, indicador de combustible, e indicador de temperatura de agua. Además se dispone de una serie de lámparas testigo a ambos lados del cuadro, que se pueden destacar las de cargas, presión de aceite, intermitencias, luz de carreteras, etc. El conjunto de estos indicadores va alojado en la carcasa de plástico y cubierto por un cristal. En la parte superior de la carcasa se dispone los bornes de conexión, que van unidos al circuito impreso, al cual se conecta la

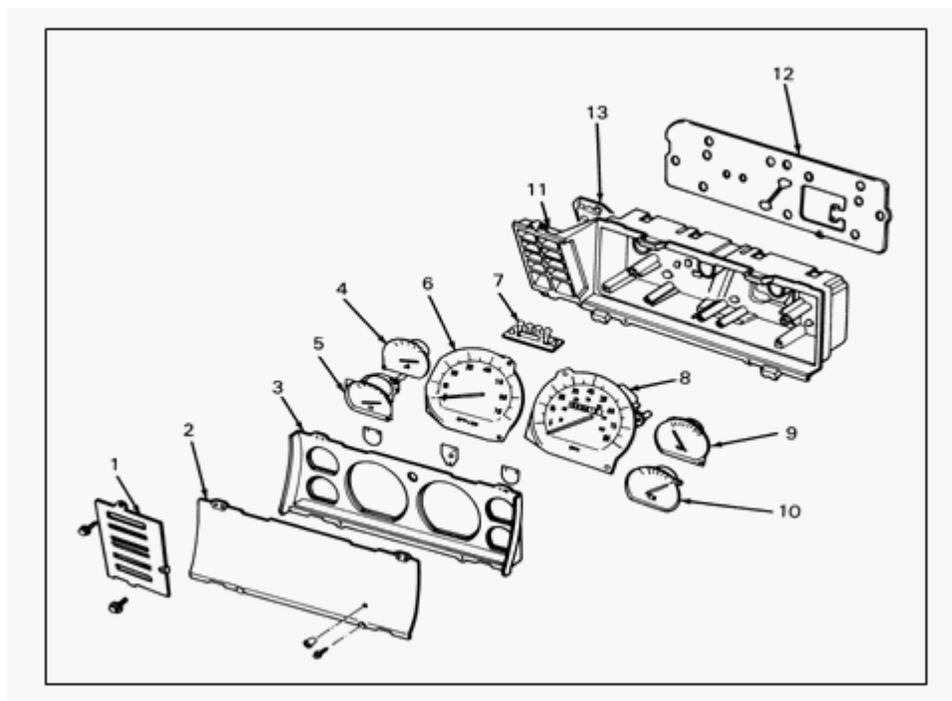
⁵² PANTALLA TÁCTIL. Nintendo. Disponible en http://www.nintendo.com/consumer/systems/dsi/es_na/operateTouchScreen.jsp

⁵³ ALONSO PÉREZ, José Manuel. Técnicas del automóvil, Equipo eléctrico, decima edición. Madrid: Thompson ediciones España, 2007. p. 325.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 45 de 103

instalación. De esta manera, y aunque los indicadores poseen circuitos independientes entre sí, se aprovechan las tomas de corriente y de masa que le son comunes y se reúnen en un solo bloque, agrupando un conjunto de avisadores de los más diversos sistemas⁵⁴.

Figura 3. Imagen cuadro de instrumentos Renault.⁵⁵



Estos indicadores muestran variables de tipo on - off es decir ausencia o existencia de la variable a medir o muestran analógica o digitalmente el nivel de las variables, sin embargo no permiten visualizar al usuario de forma óptima y agradable el estado de las señales, además, muchos no entregan alarmas eficaces que permitan poner en aviso al conductor para tomar medidas de acuerdo a la situación. Teniendo presente este caso se toman las señales de los indicadores de temperatura del radiador, nivel de aceite de motor, nivel de gasolina, carga de batería y velocidad instantánea del vehículo. Para ello se debe

⁵⁴ *Ibíd.*, p. 325

⁵⁵ *Ibíd.*, p. 326

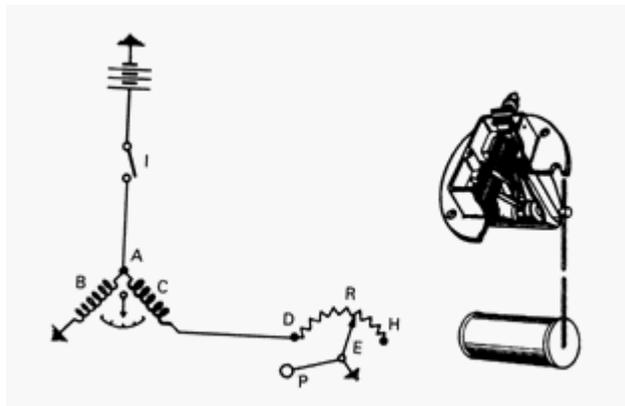
	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 46 de 103

conocer como son los indicadores de cada variable y que sensor utilizan para realizar dicho muestreo⁵⁶.

2.15.1. Indicador de nivel de combustible. Se utiliza este indicador para conocer en todo momento la cantidad de combustible que hay en el depósito. Para ello se dispone de dos elementos, los cuales, uno se coloca en el tablero de instrumentos a la vista del conductor y el otro en el depósito de gasolina⁵⁷.

El elemento que se utiliza en el tablero puede ser un reloj o una pantalla, que indica la cantidad de combustible que hay en el depósito con respecto al lleno total. Como complemento es necesario que en el depósito se utilice un reóstato mandado por un flotador, cuya posición depende del nivel alcanzado del combustible y, en consecuencia, por la cantidad del mismo.

Figura 4. Indicador de combustible.⁵⁸



Como se observa en Figura 4. Indicador de combustible. el sensor que se utiliza dentro del tanque funciona con un reóstato. El reóstato (R), dispuesto en el depósito de combustible. La aguja (E) del su cursor es movido por el flotador (P) que su altitud es proporcional a la cantidad de combustible en el depósito. Así, la resistencia se conecta en serie con el indicador del tablero que presentando un

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 326

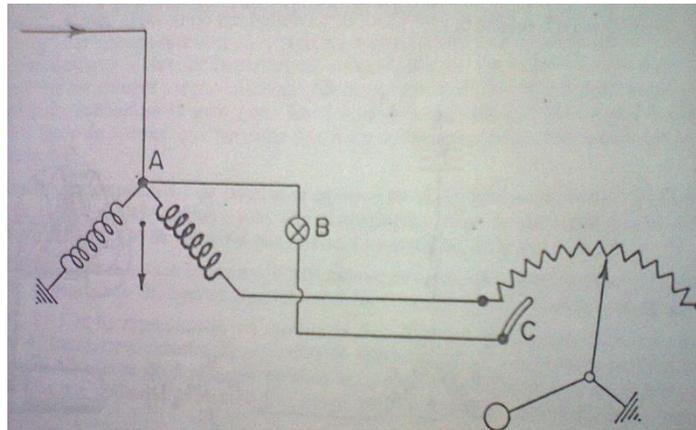
⁵⁷ *Ibíd.*, p. 327

⁵⁸ *Ibíd.*, p. 327

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 47 de 103

valor mayor cuanto más sea la cantidad de combustible y en consecuencia, el valor que se presente es consecuente con el nivel de combustible en el depósito⁵⁹.

Figura 5. Imagen del esquema eléctrico con la variante luz testigo.⁶⁰



Algunos indicadores de combustible incluyen una luz testigo y/o sonido que usan como alarma, se enciende cuando en el depósito queda una cantidad mínima de combustible (reserva). Representada en Figura 5. Imagen del esquema eléctrico con la variante luz testigo. donde la única variante consiste en la luz de reserva, que se enciende cuando el depósito queda una cantidad aproximadamente del 10% del combustible total, de tal forma que se pueda alertar a en forma visual al conductor sobre la necesidad de recargar el combustible.

En el caso de la Figura 5. Imagen del esquema eléctrico con la variante luz testigo. la lámpara B toma corriente de la misma llegada del marcador y se une a la patilla C del reóstato. Cuando el depósito está vacío, el cursor del reóstato ocupa la posición cercana a la entrada de corriente, como ya se ha dicho y, por lo tanto, la aguja del cursor, además de tocar en la resistencia del reóstato, lo hace en la lámina metálica C, con lo que la corriente pasa por los circuitos del marcador y por la lámpara B hasta la placa metálica C, de donde va la aguja del cursos y la masa. El paso de corriente por este circuito hace que se encienda la lámpara B, indicando al conductor que queda muy poco combustible⁶¹.

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 328

⁶⁰ *Ibíd.*, p. 328

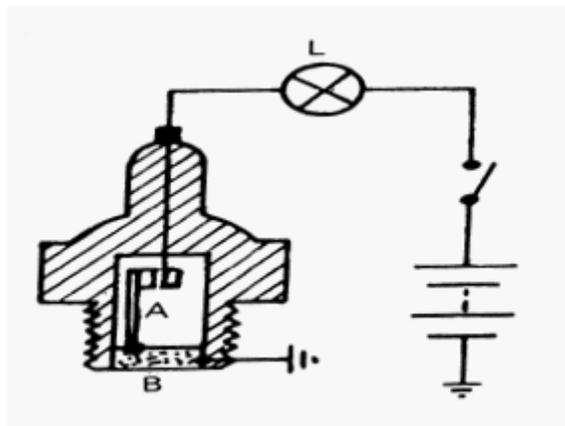
⁶¹ *Ibíd.*, p. 328

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 48 de 103

2.15.2. Indicadores de temperatura. Para lograr un excelente funcionamiento del motor de un vehículo, es necesario que el motor se encuentre a una temperatura ideal, es decir que la que la temperatura del motor no exceda los 130 grados centígrados⁶².

La temperatura del motor, suele controlarse por medio de la unidad de envío que gobierna el encendido de esta lámpara de control L en el cuadro de instrumentos, la constituye un “manocontacto” o sensor ON/OFF que hace que se encienda cuando llega al estado ON cuando la temperatura alcanza el valor de recalentamiento (130 a 140 grados centígrados) y se apague cuando está en estado off por debajo de 90 grados centígrados como se observa en la Figura 6. Imagen del esquema eléctrico y funcionamiento del indicador de temperatura. También puede ser un sensor resistivo termistor NTC que indica como varia la temperatura por medio de un LCD en el cuadro de instrumentos que muestra como sube la temperatura o cuando llega a la temperatura de recalentamiento enciende la lámpara L. El sensor va situado en la canalización principal del bloque del motor.

Figura 6. Imagen del esquema eléctrico y funcionamiento del indicador de temperatura.⁶³



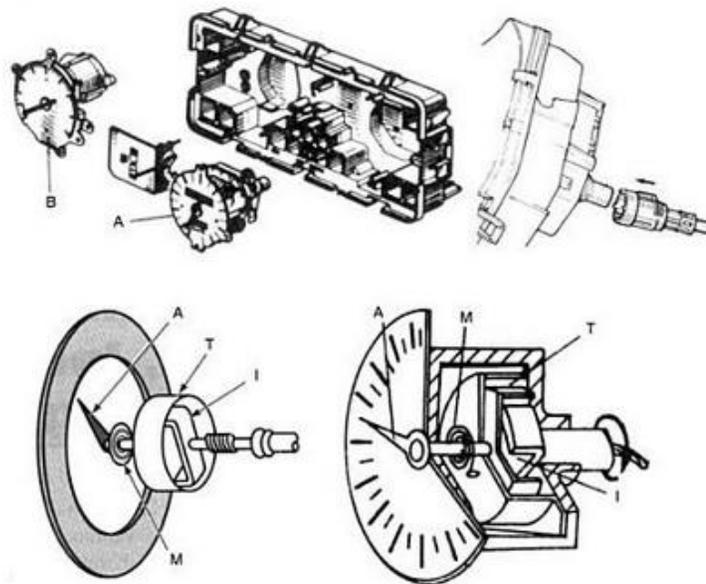
⁶² Ibid., p. 331

⁶³ Ibid., p. 331

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 49 de 103

2.15.3. Indicadores de velocidad. El cuadro de instrumentos de un automóvil se completa con el velocímetro. En la Figura 7. Velocímetro. puede verse el emplazamiento y la forma que adopta el mecanismo del velocímetro A de un vehículo el cual funciona leyendo la señal del sensor de velocidad.

Figura 7. Velocímetro.⁶⁴



En el mismo mecanismo del velocímetro se aprovecha la señal para ponerse un sistema cuentakilómetros, constituido por una serie de engranajes que dan movimiento a un tambor como se muestra en la Figura 7. Velocímetro., cuyas cifras van saltando paulatinamente, indicando los kilómetros que van recorriéndose⁶⁵.

⁶⁴ Ibíd., p. 335

⁶⁵ Ibíd., p. 335

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 50 de 103

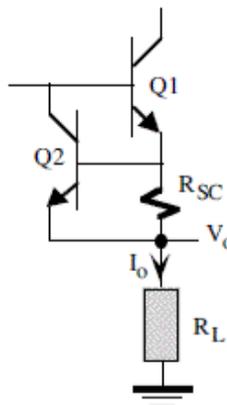
2.16. CIRCUITO DE PROTECCIÓN

En un diseño electrónico es necesario tener en cuenta a la hora de realizarlo, las posibilidades de una sobrecarga dentro del circuito, el cual en caso de existir, afecte cualquiera de los componentes electrónicos, para esto se utiliza un circuito de protección, con el fin de evitar daños internos. Los reguladores de voltaje por lo general tienen un circuito de protección con el propósito de limitar la corriente del elemento en serie o hasta el punto de anularla por completo⁶⁶.

Los circuitos de protección se diseñan para que no sean utilizados en caso del funcionamiento normal del dispositivo o equipo al que protegen, pues solo se activan inmediatamente se exceda el límite de seguridad correspondiente.

Básicamente el mayor propósito de un circuito de protección en caso de una sobrecarga es impedir que la corriente que circula por el transistor en serie exceda el nivel establecido. La forma más simple de realizarlo, es implementando otro transistor (Q2) y una resistencia (R_{SC}) como se muestra en la Figura 8. Circuito de protección simple.⁶⁷

Figura 8. Circuito de protección simple.⁶⁸



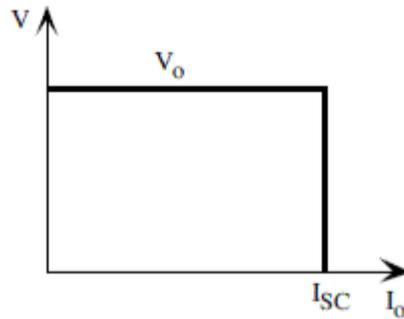
⁶⁶ RUIZ ROBREDO, Gustavo A. Electrónica básica para ingenieros. Santander: Universidad de Cantabria, 2009, 456p.

⁶⁷ *Ibíd.*, p. 380

⁶⁸ *Ibíd.*, p. 380

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 51 de 103

Figura 9. Curva de limitación de la corriente.⁶⁹



La función de R_{SC} es chequear el valor de corriente en el emisor del transistor Q1 (I_{E1}) y hacer que la caída de tensión sea el valor necesario para hacer que el transistor de vigilancia Q2 conduzca cuando I_{E1} alcance un nivel predeterminado de seguridad, $I_{E1}(\max) = I_{SC}$ (Figura 9. Curva de limitación de la corriente.). Esto aplica con la siguiente condición⁷⁰.

Ecuación 1.⁷¹

$$I_o(\max) = I_{SC} = \frac{V_{BE}}{R_{SC}}$$

A pesar de que se equipó con un circuito de protección simple, este limitador de corriente no garantiza la protección total e incluso puede ocurrir que el transistor en serie se caliente excesivamente bajo condiciones de cortocircuito de larga duración.

⁶⁹ *Ibíd.*, p. 380

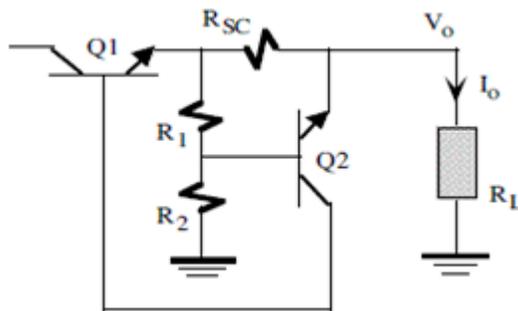
⁷⁰ *Ibíd.*, p. 381

⁷¹ *Ibíd.*, p. 381

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 52 de 103

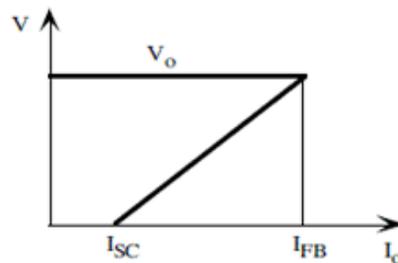
Debido a esto, se hace necesario utilizar otra técnica de protección en caso de una sobrecarga, esta es conocida como limitación de corriente *foldback* como se muestra en la Figura 10. Circuito de protección de corriente *foldback*. Su función principal es reducir la corriente y la tensión de la carga cuando se presentan condiciones de sobrecarga⁷².

Figura 10. Circuito de protección de corriente *foldback*.⁷³



En la Figura 11. Curva de limitación de corriente. se observa la característica $V_o - I_o$ (voltaje de salida y corriente de salida) en la resistencia (R_L) típica de una fuente de alimentación con limitación *foldback*.

Figura 11. Curva de limitación de corriente.⁷⁴



⁷² *Ibíd.*, p. 382

⁷³ *Ibíd.*, p. 382

⁷⁴ *Ibíd.*, p. 382

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 53 de 103

Una vez que se alcanza la corriente de carga máxima (I_{FB}), el voltaje de salida disminuye y la corriente de la carga se reduce. Esto permite reducir la disipación de potencia del regulador y del resto de los componentes de la fuente de alimentación.

En condiciones óptimas de carga, R_1 , R_2 y Q_2 no intervienen en el funcionamiento del circuito. En caso de sobrecarga, la tensión en R_{SC} hará que Q_2 conduzca, robando corriente de base a Q_1 y produciendo una disminución en la tensión de salida.

La disminución de tensión en V_o hace que la caída de tensión reduzca más en R_1 , haciendo que Q_2 se sature y reduciendo aún más la corriente y la tensión de la carga. Las corrientes I_{FB} e I_{SC} se definen con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 2.⁷⁵

$$I_{FB} = V_o \frac{R_1}{R_2 \times R_{sc}} + V_{BE} \frac{R_1 + R_2}{R_2 \times R_{sc}}$$

$$I_{SC} = \frac{V_{BE}}{R_{SC}} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

Se debe tener presente que la corriente de cortocircuito no debe ser muy pequeña; una buena opción es $I_{SC} \approx I_{FB}/3$. Normalmente este tipo de circuito de protección se utiliza para aplicaciones de alta corriente.

2.17. DIAGRAMAS DE FLUJO

Los diagramas de flujo son una de las bases en la creación de programas informáticos y me microchips ya que permiten identificar los pasos necesarios que se efectúan para llegar a la solución de un problema por medio de expresiones lógicas. Por medio del diagrama de flujo el programador puede ilustrar como se han considerado las diferentes variables del problema y como es el camino siguiendo una secuencia lógica de las operaciones para llegar a la solución del

⁷⁵ *Ibíd.*, p. 382

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 54 de 103

problema sirviendo así como guía. También son conocidos como flujogramas o fluxogramas⁷⁶.

2.17.1. Símbolos generales de un diagrama de flujo



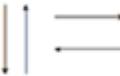
Inicio / Final: Este símbolo se utiliza para iniciar y finalizar el algoritmo (diagrama de flujo).



Entrada General: Este símbolo representa la lectura de variables, también el ingreso de datos.



Accion/ Proceso general: Este símbolo representa asignación, operación algerbráica, aritmética, cambio de campos de memoria, entre otras y pueden tener muchas entradas de flechas pero solo una salida..



Dirección de flujo de datos en el diagrama: La cabeza de flecha indica la dirección de los datos⁷⁷.



Si... entonces. Símbolo de pregunta.



Símbolo de pregunta: Si... entonces, sino...



Representa una subrutina preestablecida, un subprograma.

⁷⁶ UGALDE VÍQUEZ, Jesús. Programación de operaciones. COSTA RICA: editorial EUNED. 1993. p. 112.

⁷⁷ Ibíd., p. 116

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 55 de 103



Símbolo de selección por caso. Pregunta de varias respuestas.



Expresa escritura de un resultado, o su impresión en pantalla.



Conexión dentro de una misma página.



Conexión en páginas diferentes.



Contiene un subproblema, para continuar el programa, es necesario resolver el problema en su interior.



Representa una salida a pantalla. El programa muestra un aviso en la pantalla o en la interfaz con el usuario⁷⁸.

2.17.2. Reglas para la creación de Diagramas

- Los Diagramas de flujo deben escribirse de arriba hacia abajo, y/o de izquierda a derecha.
- Los símbolos se unen con líneas, las cuales tienen en la punta una flecha que indica la dirección que fluye la información procesos, se deben de utilizar solamente líneas de flujo horizontal o verticales (nunca diagonales).
- Se debe evitar el cruce de líneas, para lo cual se quisiera separar el flujo del diagrama a un sitio distinto, se pudiera realizar utilizando los conectores. Se debe tener en cuenta que solo se van a utilizar conectores cuando sea estrictamente necesario⁷⁹.
- No deben quedar líneas de flujo sin ser conectadas.

⁷⁸ Ibid., p. 116

⁷⁹ Ibid., p. 113

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 56 de 103

- Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.
- Todos los símbolos pueden tener más de una línea de entrada, a excepción del símbolo final.
- Solo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida⁸⁰.

2.18. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Un lenguaje de programación es un lenguaje artificial que se utiliza para controlar el comportamiento de una máquina o a un circuito integrado. Son diseñados para describir el conjunto de acciones consecutivas para ser ejecutadas por el equipo a programar. Permitiendo de esta manera que los seres humanos puedan dar instrucciones de una forma práctica a un equipo⁸¹.

2.18.1. Clasificación de los lenguajes de programación

Los lenguajes de programación se clasifican según la forma en como pueda entenderlos la máquina y estos son: lenguajes compilados y lenguajes interpretados.

2.18.1.1. Lenguajes compilados. Cuando un programa que se escribe en un lenguaje de alto nivel debe siempre traducirse a un código que pueda utilizar la máquina es decir a lenguaje máquina. A aquellos programas que realizan la operación de traducir se les conoce como compiladores. Éstos, como los programas ensambladores avanzados, que suelen generar muchas líneas de código de máquina por cada proposición del programa fuente ya que la traducción de los comandos a el lenguaje maquina se genera una cantidad de bits superior a la forma como se plantea el programa (se escribe en un lenguaje de

⁸⁰ Ibíd., p. 113

⁸¹ SAAVEDRA GUTIERREZ, Jorge A. Lenguajes de programación, Santa Cruz – Bolivia. Disponible en: <http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>, 2005.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 57 de 103

programación). Se requiere una corrida de compilación antes de procesar los datos de un problema⁸².

Los compiladores son aquellos cuya función es traducir un programa escrito en un determinado lenguaje a un idioma que la computadora entienda (lenguaje máquina con código binario).

Al usar un lenguaje compilado (como por ejemplo los lenguajes Visual Studio de Microsoft o java), el programa desarrollado nunca se ejecuta mientras haya errores, sino hasta que luego de haber compilado el programa, ya no aparecen errores en el código. En el sistema desarrollado se utilizó el compilador MICROC.

2.18.1.2. Lenguajes interpretados. Además de los compiladores para traducir lenguajes de alto nivel también se pueden utilizar otro tipo de alternativas las cuales en lugar de traducir el programa fuente y grabar en forma permanente el código objeto que se produce durante la corrida de compilación para utilizarlo en una corrida de producción futura, el programador sólo carga el programa fuente en el dispositivo junto con los datos que se van a procesar. A continuación, un programa intérprete, que se almacena dentro del dispositivo, convierte cada proposición del programa fuente en lenguaje de máquina conforme vaya siendo necesario durante el proceso de los datos. No se graba el código objeto para utilizarlo posteriormente simplemente se utiliza lo que se necesite⁸³.

La siguiente vez que se utilice una instrucción, se le debe interpretar otra vez y traducir a lenguaje máquina. La desventaja de este tipo de códigos es que el tiempo de ejecución es lento (porque se va revisando el código en tiempo de ejecución) pero tiene a la vez una ventaja y es que el tiempo de diseño es más rápido (porque no se tiene que estar compilando a cada momento el código completo).

2.18.2. Programación modular. La programación modular o estructurada es una técnica de diseño de programas que se usa para seguir un patrón de pasos y realizar programas a manera de subrutinas. Su utilización tiene como objetivo no cometer algunas deficiencias como: crear programas que estén constituidos por un único bloque, más o menos grande, de código, es decir que tienen más de 6000 líneas de código sin comentar, sin documentar y sin estructurar, esto es, sin hacer uso de un sólo sub-módulo, son programas pocos legibles, difíciles de depurar y modificar y poco reutilizables.⁸⁴ Otra deficiencia es que un problema

⁸² Ibíd.

⁸³ Ibíd.

⁸⁴ Ibíd.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 58 de 103

complejo no puede solucionarse de una sola vez y con un único algoritmo; además, existen operaciones que se repiten una y otra vez a lo largo del programa, de tal manera que es necesario el mismo bloque de código pero con diferentes datos.

Con el fin de dar solución a los puntos anteriores se introdujo la programación estructurada. Su objetivo primordial es resolver un problema, más o menos complejo, dividiéndolo en otros más sencillos, que ligados convenientemente, nos den la solución del problema original⁸⁵.

Cada sub-problema se representará mediante uno o varios módulos según su complejidad. La idea es que estos módulos sean independientes, es decir, que se puedan modificar o reemplazar sin afectar al resto del programa o que puedan ser reutilizados en otros programas. Supongamos el siguiente ejemplo. “Un profesor quiere crear un programa para gestionar la notas de sus alumnos. Quiere que dicho programa le permita realizar tareas tales como asignar notas, cambiar notas, ver las notas según las distintas calificaciones, etc.” Un posible división del problema en módulos sería: Esta subdivisión nos permitiría, fácilmente, cambiar la forma de visualizar a los alumnos, reutilizar el módulo “Visualizar” en otro programa y sobre todo es mucho más fácil de comprobar su funcionamiento⁸⁶.

Por tanto, las ventajas del diseño modular se traducen, principalmente, en que los programas son:

Más fáciles de escribir y probar (los módulos pueden escribirse y probarse separadamente).

Más fáciles de mantener y documentar.

2.19. ¿QUÉ ES UNA INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO?

En el contexto del proceso de interacción persona-ordenador, la interfaz gráfica de usuario (IGU), es el artefacto tecnológico de un sistema interactivo que posibilita, a través del uso y la representación del lenguaje visual, una interacción amigable con un sistema informático⁸⁷.

⁸⁵ Ibíd.

⁸⁶ Ibíd.

⁸⁷ QUERO CATALINAS, Enrique. Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación. Madrid: Thomson Paraninfo, 2003. p. 11

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 59 de 103

La interfaz gráfica de usuario (en inglés Graphical User Interface, GUI) es un tipo de interfaz de usuario que utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos (iconos, ventanas, tipografía) para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Habitualmente las acciones se realizan mediante manipulación directa para facilitar la interacción del usuario con la computadora. Surge como evolución de la línea de comandos de los primeros sistemas operativos y es pieza fundamental en un entorno gráfico⁸⁸.

Como ejemplo de interfaz GUI se puede citar el escritorio o desktop del sistema operativo Windows y el entorno X-Window de Linux.

⁸⁸ *Ibíd.*

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 60 de 103

3. DESARROLLO

En este capítulo se explica paso por paso todo lo que se refiere a la parte de Hardware, ósea la parte tangible del sistema desarrollado, en la cual se incluyen todos los componentes electrónicos que se utilizaron, resaltando las funciones de cada elemento electrónico, sus características y sus esquemas. El hardware se realizó con el objetivo de desarrollar un sistemas electrónico que integrara en un solo sistema, la adquisición de datos de las variables del vehículo, como la velocidad, nivel de gasolina, nivel de aceite, carga de batería, temperatura del motor, la humedad y la temperatura interna del vehículo, la conexión de los sensores anteriormente mencionados, el dispositivo lógico programable y la interfaz gráfica de tal manera que sea practico y tenga la posibilidad de integrarlo en cualquier vehículo. La construcción del hardware se realizó con la intención de incluir todo en un solo sistema, visualizándose en la pantalla, algunas de las variables más importantes del vehículo, las cuales a la hora de manejarlo, informan las condiciones básicas que debe tener presente el usuario. Para esto, fue indispensable realizar un circuito de protección teniendo en cuenta los parámetros del PIC y la pantalla táctil, donde el circuito del vehículo al estar alimentado con una batería de 12V, podía cometer errores o daños, por tal motivo, se disminuyó el voltaje de forma que este sea de 5V para evitar daños en el funcionamiento adecuado del sistema. El circuito de programación y de visualización son circuitos muy sensibles a cualquier avería, por lo cual se buscó que la protección fuera la más correcta en el sistema desarrollado.

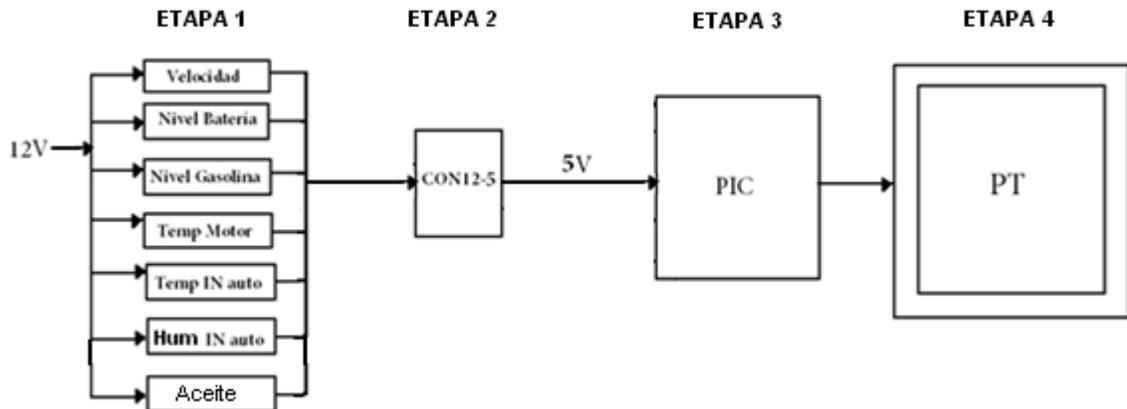
3.1. HARDWARE

El hardware desarrollado está conformado por 4 etapas como se observa en la Diagrama 4. Diagrama general del sistema construido. En la primera etapa se encuentra todo lo relacionado con los elementos primarios de control que son las señales de: velocidad, nivel de aceite, carga de batería, nivel de gasolina, temperatura del motor y la humedad y temperatura en el interior del vehículo; cabe resaltar que estos sensores son descritos en capítulos anteriores. La segunda etapa está compuesta por un circuito electrónico conversor de voltaje (CON 12-5), cuya función principal es controlar el nivel de voltaje requerido para evitar daños que sobresalten el circuito. La tercera etapa se encuentra el Microcontrolador (PIC), a través del cual se adquieren las señales de los sensores, ya convertidos a 5V por el CON 12-5, para ser manipuladas y programadas. Y ya en la parte final

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 61 de 103

del proceso se encuentra la cuarta y última etapa que es la visualización por la pantalla táctil (PT), mostrando las señales deseadas.

Diagrama 4. Diagrama general del sistema construido.



Los sistemas electrónicos del vehículo están alimentados con una batería 12V de corriente directa (DC). Debido a esto el voltaje máximo de las señales de los sensores es de 12V DC o más, por lo tanto, se convierten las magnitudes variables de voltaje de cada uno de los sensores a una tensión de 5V DC para proteger al PIC y la PT.

3.1.1. Sensor de velocidad. El sensor de velocidad está ubicado en la parte delantera del vehículo como se muestra en la Figura 12. Sensor de velocidad en un vehículo, y la Figura 13. Imagen sensor de velocidad auto IUE. Esta figura resalta la ubicación del sensor al costado trasero de la caja de transmisión, hacia atrás del interruptor de reversa, por lo que no es fácil llegar hacia él. Se nota que el cable del velocímetro (1) está a la derecha del contenedor del líquido de frenos, arriba del cable del embrague y debajo de la caja de fusibles. En la toma de la señal del sensor lo primero que se tuvo en cuenta fue que el campo eléctrico que este producía se podía medir, por lo cual, con un voltímetro se realizaron las medidas correspondientes a la señal del cable del velocímetro con el fin de identificar que voltaje se generaba, y de acuerdo a la velocidad se programaba en el PIC. Para poder identificar la magnitud del vector desplazamiento, por definición (véase 2.7.1 MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL) a mayor velocidad de desplazamiento, mayor voltaje registrará el voltímetro. Pero con este sensor,

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 62 de 103

como la señal es digital, se aprovechó que el PIC tiene una entrada que captura la frecuencia, permitiéndonos manipularla para la toma de los datos correspondientes a la velocidad del vehículo.

Figura 12. Sensor de velocidad en un vehículo.⁸⁹

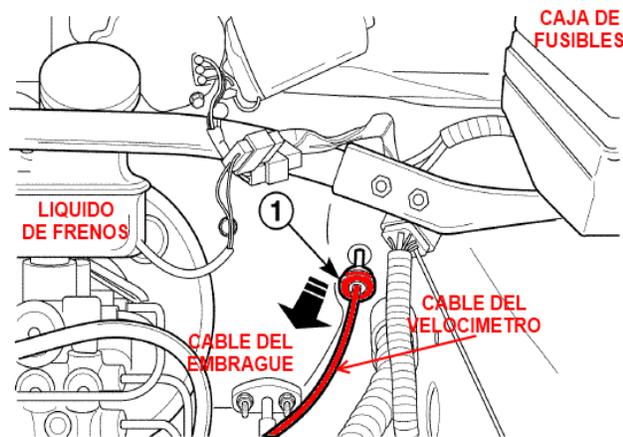


Figura 13. Imagen sensor de velocidad auto IUE.⁹⁰



⁸⁹ Imagen tomada < <http://www.autodaewoospark.com/como-funciona-velocimetro.php> > Consultado 3 de junio del 2012

⁹⁰ Fotografía tomada para el proyecto en el vehículo donado por Sofasa a la IUE

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 63 de 103

3.1.2. Carga de batería. La batería se encuentra ubicada en la parte frontal del vehículo al lado derecho como se muestra en la Figura 14. Batería. Para la captura de la señal del nivel de la batería, se identificó el cable de la señal de voltaje dirigida al cuadro de instrumentos del vehículo. Se capturo la señal del cable de la batería con el fin de identificar que voltaje se generaba y de acuerdo a este se programaba en el PIC.

Para poder capturar dicha magnitud, se realizó la conversión de voltaje para que la señal sea leída por el PIC y por definición (véase 2.72 tabla 2 MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL) al 100% de la carga de la batería el voltaje que marca en el voltímetro es de 12.60 V permitiendo dar la información al usuario que el estado de la batería es Excelente. Al 75% de carga, el voltaje que marca en el voltímetro es de 12.40 V. Al 50% de carga el voltaje que marca en el voltímetro es de 12.30 V. Y al 25% de carga, el estado de la batería es desfavorable y el voltaje que marca en el voltímetro es de 12.00 V. Con esta información se facilita el reconocimiento del estado de la carga de batería, haciendo solo necesario antes de realizar la debida programación al PIC, utilizar un voltímetro para establecer la carga actual, esto solo en la toma de datos, pero a la hora del funcionamiento e implementación en el vehículo, la pantalla informará el estado continuo de la batería, de acuerdo a su voltaje.

Figura 14. Batería.⁹¹



⁹¹⁹¹ Fotografía tomada para el proyecto en el vehículo donado por Sofasa a la IUE

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 64 de 103

3.1.3. Nivel de gasolina. El sensor del nivel de gasolina se encuentra ubicado en la parte interior debajo de la silla trasera del vehículo. Por seguridad, en un automóvil el tanque de combustible está ubicado al lado opuesto del motor. En un auto de motor delantero el tanque está bajo el asiento posterior o bajo el capó. El sensor que se utiliza dentro del tanque funciona con un reóstato dispuesto en el depósito de combustible como se muestra en la Figura 15. Sensor de nivel de gasolina. y la Figura 16. Reóstato. Su altitud es proporcional a la cantidad de combustible en el depósito. Debido a esto, la resistencia se conecta en serie con el PIC y la PT que nos muestra un valor mayor cuanto más sea la cantidad de combustible y por resultado, el valor que se nos muestre es correspondiente con el nivel de combustible en el depósito. La señal se tomó del circuito medidor del mismo vehículo y por medio de la relación nivel-voltaje se tuvo respuesta si el tanque estaba vacío, en el medio o lleno.

La corriente que fluye a través de la bobina del medidor de combustible es modificada para tener control de la aguja del motor. Cuando el tanque está lleno, el flotador alcanza la posición más alta al igual que la aguja, la bobina cercana al reóstato se reduce la resistencia y en la bobina del medidor la resistencia aumenta, circulando una corriente mayor, haciendo que la aguja se mueva hasta el extremo superior del indicador marcando que está lleno.

Entonces el voltaje que marcaba con el multímetro era de 12V, de acuerdo al resultado se hizo el acople con un divisor de voltaje para que la señal fuera de 5V con el CONV 12-5 con el fin de evitar algún daño en el PIC.

De forma contraria ocurrió cuando el tanque estaba vacío, el flotador alcanzó la posición más baja al igual que la aguja, la bobina cercana al reóstato la resistencia aumentó, y en la bobina del medidor disminuyó, circulando una corriente menor, haciendo que la aguja se moviera al extremo inferior marcando que estaba vacío.

En el momento que se realizaron las pruebas en el reóstato, el voltaje medido con el tester fue de 0V indicando que está vacío. Permittiéndose a la hora de la programación del PIC utilizar este criterio para informar que el tanque de gasolina está vacío.

Cuando el tanque de gasolina se encontraba en la mitad, la resistencia en las dos bobinas tanto la continua al reóstato como la del medidor, eran similares, por lo tanto la aguja se mantenía en una posición equilibrada.

De acuerdo a la información (véase 2.15.1 MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL) se procedió a la ubicación de los cables que salían del sensor de combustible permitiéndose capturar la señal para ser transformada y acondicionada con el PIC, haciendo la debida programación, con los parámetros deseados.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 65 de 103

Figura 15. Sensor de nivel de gasolina.⁹²

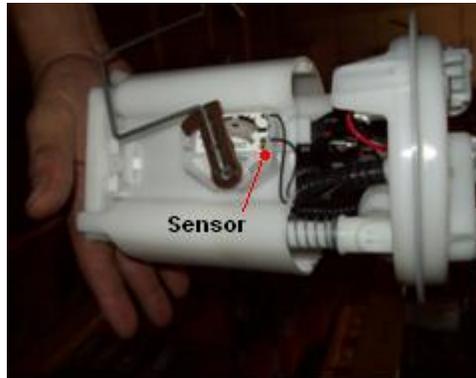
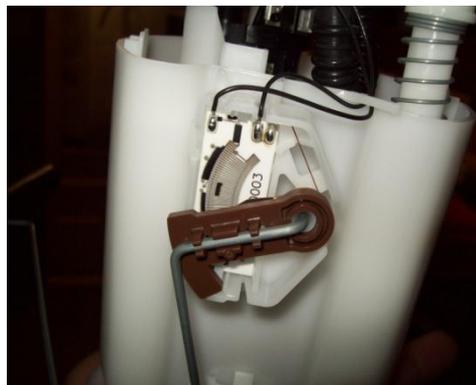


Figura 16. Reóstato.⁹³



3.1.4. Sensor de temperatura del motor. El sensor de temperatura del motor se encuentra ubicado en la parte delantera del vehículo como se muestra en la Figura 17. Sensor de temperatura. El sensor de temperatura es un sistema electrónico que al ocurrir un cambio de la temperatura del medio u objeto en el que se

⁹² Fotografía tomada para el proyecto en el vehículo donado por Sofasa a la IUE

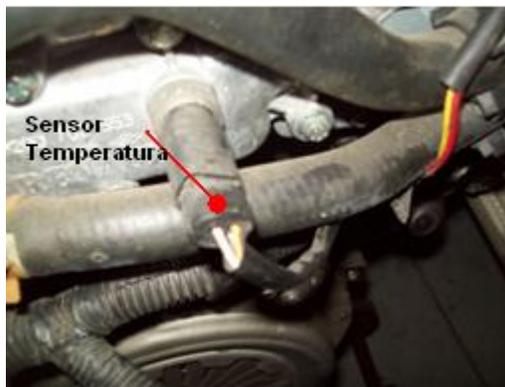
⁹³ Fotografía tomada para el proyecto en el vehículo donado por Sofasa a la IUE

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 66 de 103

encuentra genera una señal en la salida de manera electrónica, cambiando su voltaje, esta información se encuentra definida en los capítulos anteriores del trabajo (véase 2.7.3 MEDICIÓN DE VARIABLES EN UN AUTOMÓVIL).

Se identificó la señal del cable del sensor de temperatura con el fin de medir que voltaje se generaba y de acuerdo a este se capturó en el PIC para la programación requerida y la visualización en la PT.

Figura 17. Sensor de temperatura.⁹⁴



3.1.5. Sensor de temperatura interna del vehículo. El sensor de temperatura se encuentra ubicado en la parte interna del vehículo, con el fin de tomar la señal de temperatura, para informar al usuario en cada momento el cambio. El sensor de temperatura que utilizamos fue el LM35. El cual nos permitió la captura de la temperatura.

- Se eligió el LM35DZ porque en funcionamiento y características de sensibilidad este sensor de temperatura. Tienen por así decirlo las mismas características de funcionamiento del LM35.

3.1.6. Sensor de humedad interna del vehículo. El sensor de humedad se ubica en la parte interna del vehículo, con el fin de tomar la señal del ambiente, para informar al usuario en cada momento el cambio. Este se incorpora al vehículo. El sensor que se utilizó para capturar la medida, fue un HH4030/3. El cual permite

⁹⁴ Fotografía tomada para el proyecto en el vehículo donado por Sofasa a la IUE

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 67 de 103

medir el grado o concentración de agua que se encuentra en el ambiente o material determinado.

3.1.7. Nivel de aceite. El sensor de nivel del líquido refrigerante o de aceite se encuentra ubicado en la parte delantera del vehículo. Para la toma de la señal, se aprovecha la señal del sensor del vehículo para determinar si es necesario o no el cambio de aceite. A la hora de mostrar al usuario la información, esta lo hace On-off y dependiendo de este resultado el usuario debe realizar el cambio pertinente del aceite.

3.2. OTROS DISPOSITIVOS

3.2.1. Conversión de 12 voltios a 5 (CONV 12- 5). Reconociendo y tomando cada una de las señales de los sensores y analizando sus diferentes características, se convirtieron dichas señales de una tensión de 12V a una de 5V, por razones de protección para evitar sobrecargas de voltaje en el PIC y la PT.

3.2.2. PIC Y PT. En el desarrollo del sistema electrónico se estudiaron las diferentes posibilidades para la utilización de una pantalla para que el usuario no solo visualice las variables del vehículo sino también interactúe de forma fácil y amena con ella, entonces, de todas las opciones es conveniente utilizar el Mikromedia para PIC18FJ. El cual es un sistema de desarrollo compacto con una serie de características que se acoplan a las opciones del sistema, entre estas están, el desarrollo de dispositivos con contenido multimedia, que fue de cierto modo la más adecuada para la realización del montaje en general, debido a que cumple con la intención de no solo poder el usuario visualizar las variables del vehículo sino también poder interactuar con la pantalla.

La parte central del sistema es un microcontrolador PIC18F87J50 8 bits. el Mikromedia para PIC18FJ cuenta con módulos integrados tales como, TFT(Pantalla), Memoria flash serial, un acelerómetro, conexión USB, conexión 3.5mm para escuchar música, un códec MP3, espacio para memoria SD para el almacenamiento de la información, conexión para la ejecución de los programas. Se trata de programar con Bootloader USB, pero también tenía la posibilidad de ser programado con los programadores externos, tales como Mikroprog ICD2 o /

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 68 de 103

3. Que en el sistema fue más conveniente el MikroC a la hora de la programación⁹⁵. En la sección 4 Software se explica más detalladamente la programación del sistema.

Mikromedia es compacto y delgado, y encaja perfectamente en la palma de la mano, ventaja importante a la hora de la ubicación en el vehículo, debido a que no ocupa mucho espacio.

3.2.2.1. Construcción del sistema. La construcción del sistema se realizó de acuerdo con los parámetros de protección del PIC, un sistema de acoplamiento para las señales con divisores de voltaje, con el fin de evitar sobrecargas en el PIC y teniendo presente el tipo de señal del sensor. Se hizo la distribución de los pines para cada una de las señales tomadas de los sensores del vehículo. En la PT se podrá interactuar y visualizar el funcionamiento de cada una de las variables de control.

Para el monitoreo de las variables de velocidad, temperatura del motor, nivel de gasolina, nivel de aceite, carga de la batería la humedad y la temperatura interna del vehículo. Se utilizó el PIC 18F87J50. Cada señal se tomó directamente de los sensores correspondientes a cada variable deseada, ubicados en el automóvil, siguiendo su sistema de cableado eléctrico en la parte delantera del vehículo hasta el cuadro de instrumentos. En la Figura 18. Esquema del PIC 18F87J50. se observa el PIC 18F87J50.

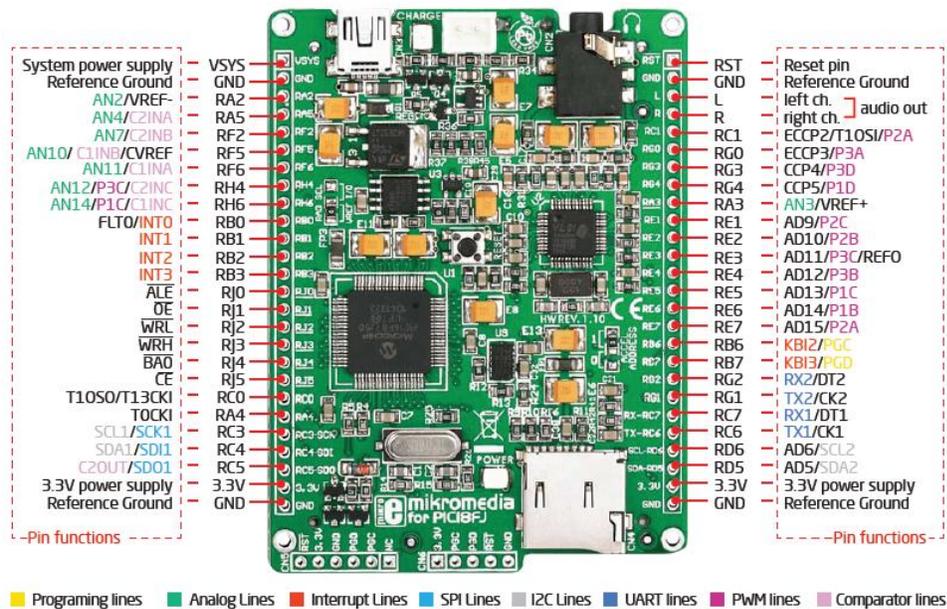
El PIC18F87J50 se utilizó como el PIC de referencia en el desarrollo del sistema electrónico porque, es un micro controlador creado con una plataforma de evaluación fácil de usar para velocidad completa de Microchip USB. Este micro controlador a *comparación* de las versiones anteriores u otros micro controladores, cuenta con un mayor número de pines que a beneficio y en comparación de los otros dispositivos, son de código compatible entre la familia de PIC y comparte las mismas capacidades de programación por puerto USB, y por otra parte, comparte un conjunto de características idénticas que tienen los demás PIC, excepto con los Dispositivos de 64 pines⁹⁶.

⁹⁵ Mikromedia for PIC 18fj.<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf> Consultado el 29 de mayo del 2012

⁹⁶Microchip.<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39775b.pdf>> Consultado el 30 de mayo del 2012

algunos de ellos se utilizaron para la programación y visualización de las variables del vehículo, mencionadas en los objetivos correspondientes en la etapa del Hardware, donde se señalan en la Tabla 4. Pin Out del microcontrolador.

Figura 19. Imagen del pin OUT de Mikromedia.⁹⁸



Cada pin tiene unas características y funciones divididos por colores, las amarillas son las líneas de la programación, las verdes son las conexiones análogas posibles, las rojas son las interrupciones, las azules claras son las líneas de la memoria, las líneas azules oscuras son de comunicación para efecto de transmisión y recepción, las moradas son las líneas de la parte de potencia y las rosas son las líneas de comparación.

⁹⁸

MikromediaforPIC<http://www.mikroe.com/downloads/get/1673/mikromedia_pic18fj_pinout_v110b.pdf>.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 71 de 103

Para la toma de las señales se tuvo presente que algunas de estas no son digitales, por lo tanto, se realizó la conversión de análogo a digital A/D para la manipulación de dichas señales. A diferencia de las demás, la señal de velocidad se capturo directamente en el PIC.

3.2.3. Distribución de pines del microcontrolador 18F87J50.

Tabla 4. Pin Out del microcontrolador.

SEÑALES	PINES
Nivel de combustible	RA2
Nivel de carga de batería	RA5
Humedad	RF2
Temperatura del motor	RF5
Velocidad	RG3
LCD	RD1
	RD2
	RD3
	RD4
	RD7
	RC2
	RA0
	RA1
RE0	

3.2.3.1. Porque Mikromedia. A partir de los diseños de estética y portabilidad, se escogió Mikromedia porque, esta tarjeta es compacta, de alta

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 72 de 103

calidad para la plataforma de desarrollo multimedia con el dispositivo PIC18F87J50 y cumple con las expectativas del sistema electrónico desarrollado. Los módulos incorporados, permiten escribir la aplicación multimedia del sistema electrónico para medir las variables y la visualización e interacción al usuario de forma fácil y amena. Crea fácilmente interfaces de coloridas gráficas de usuario para Mikromedia en software Visual TFT.

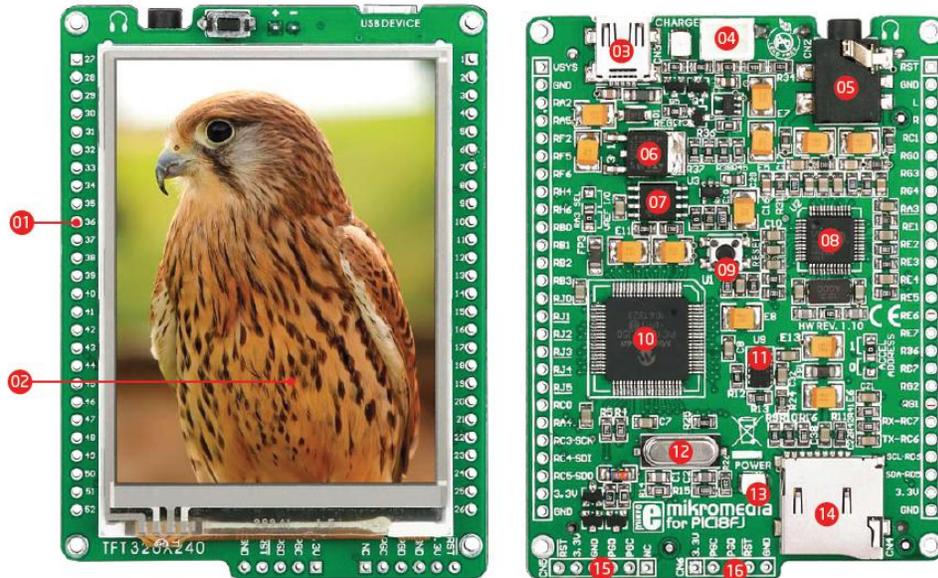
A bordo del PIC18FJ está pre programado con conexión USB Bootloader HID, para que esté listo para trabajar. Así que por medio de la conexión USB que trae, se realiza la programación directamente⁹⁹.

3.2.4. Tarjeta de adquisición. A continuación se explicara cada una de las partes internas del Mikromedia utilizadas en el sistema, como está distribuido, que función cumple cada una, como está conformado, cuales son las características más importantes y que utilidad se dio. La Figura 20. Características clave del sistema. Muestra la distribución de los pines que permiten la conexión externa hacia el PIC y la pantalla táctil PT, que facilita la interfaz con el usuario.

⁹⁹ MikromediaforPIC18fj.< <http://www.mikroe.com/mikromedia/pic18fj/>> Consultado el 29 de mayo del 2012

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 73 de 103

Figura 20. Características clave del sistema.¹⁰⁰



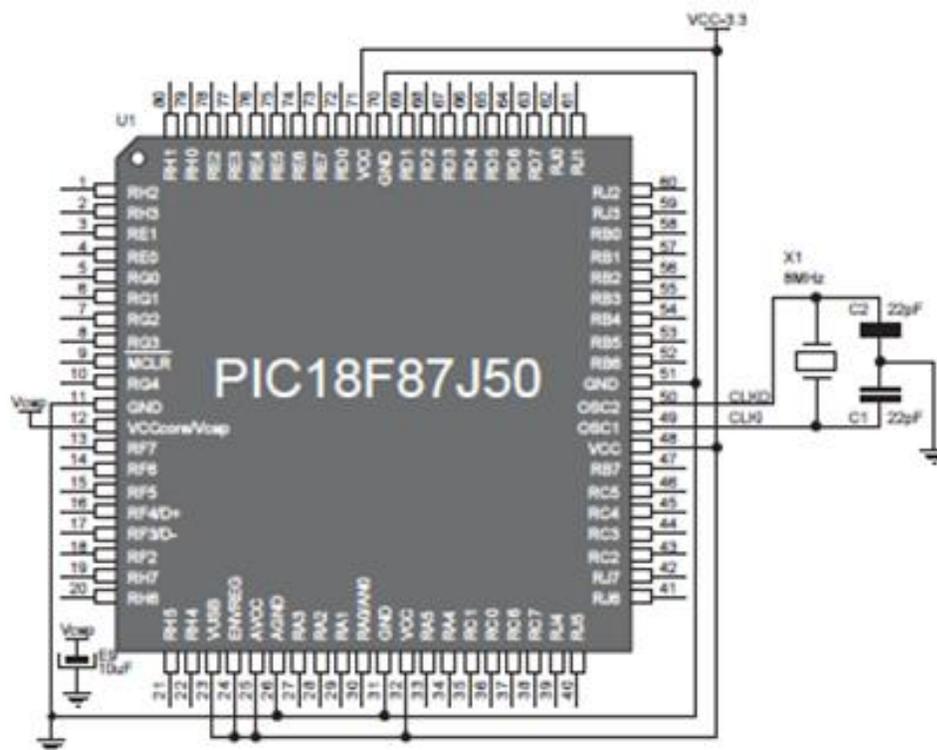
1. Pinado del sistema
2. Pantalla de visualización TFT
3. Conector USB MINI-B
4. Conector para la batería LI.Polymer
5. Conector para audífonos plug de 3.5 mm
6. Regulador de suministro de energía
7. Memoria flash serial
8. VS1053 Stereo mp3 coder
9. Botón de reinicio
10. Micro controlador PIC18F87J50
11. Acelerómetro
12. Oscilador de cristal
13. Led de indicador de energía
14. Espacio para la tarjeta SD
15. Conector ICD2/3
16. Conector para MikroProg.

¹⁰⁰MikromediaforPIC<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf>.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 74 de 103

3.2.4.1. Oscilador de cristal. El sistema está equipado con un cristal de 8Mhz, es un circuito oscilador que proporciona un reloj externo a los pines del micro controlador. Esta frecuencia base es adecuada para multiplicadores de reloj adicionales, e ideal para la generación de reloj USB necesario, que garantiza el funcionamiento correcto del cargador de arranque y las aplicaciones personalizadas basadas en USB. En la Figura 21 . Esquema del oscilador de cristal. Se observa la conexión del oscilador de cristal en el pinado del micro controlador OSC1 y OSC2 en paralelo con dos capacitores de 22uf puestos a tierra.

Figura 21 . Esquema del oscilador de cristal.¹⁰¹



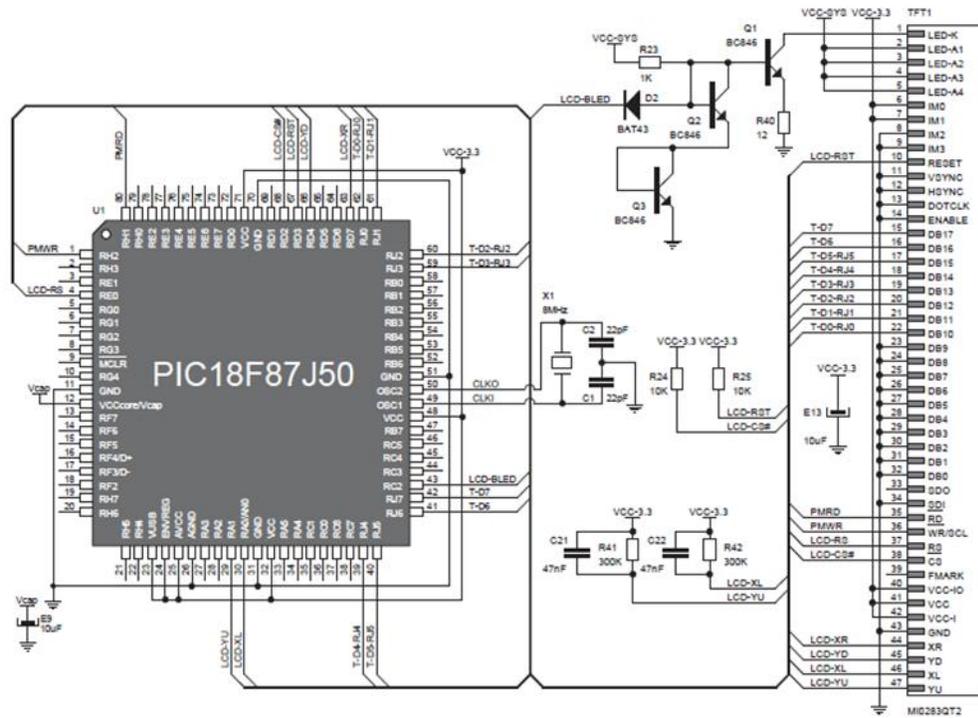
¹⁰¹Microchip<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf> Consultado el 5 de junio del 2012

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 76 de 103

3.2.4.3. Pantalla táctil. La parte de la interfaz del sistema electrónico desarrollado, cuenta con una pantalla TFT sigla en inglés *Thin film transistor* que traduce transistor de película fina de 320x240 cubierta con una resistencia a la hora de que el usuario toque el panel. La pantalla y la posibilidad de tocarla forman una unidad funcional llamada pantalla táctil. Esta de una u otra manera, permite la entrada de datos y a la vez mostrarla al mismo tiempo. La pantalla TFT es capaz de mostrar 262,000 colores diferentes. En la Figura 23. Conexión esquemática de la pantalla táctil. Se observa la conexión de la pantalla táctil al PIC.

Figura 23. Conexión esquemática de la pantalla táctil.¹⁰⁴

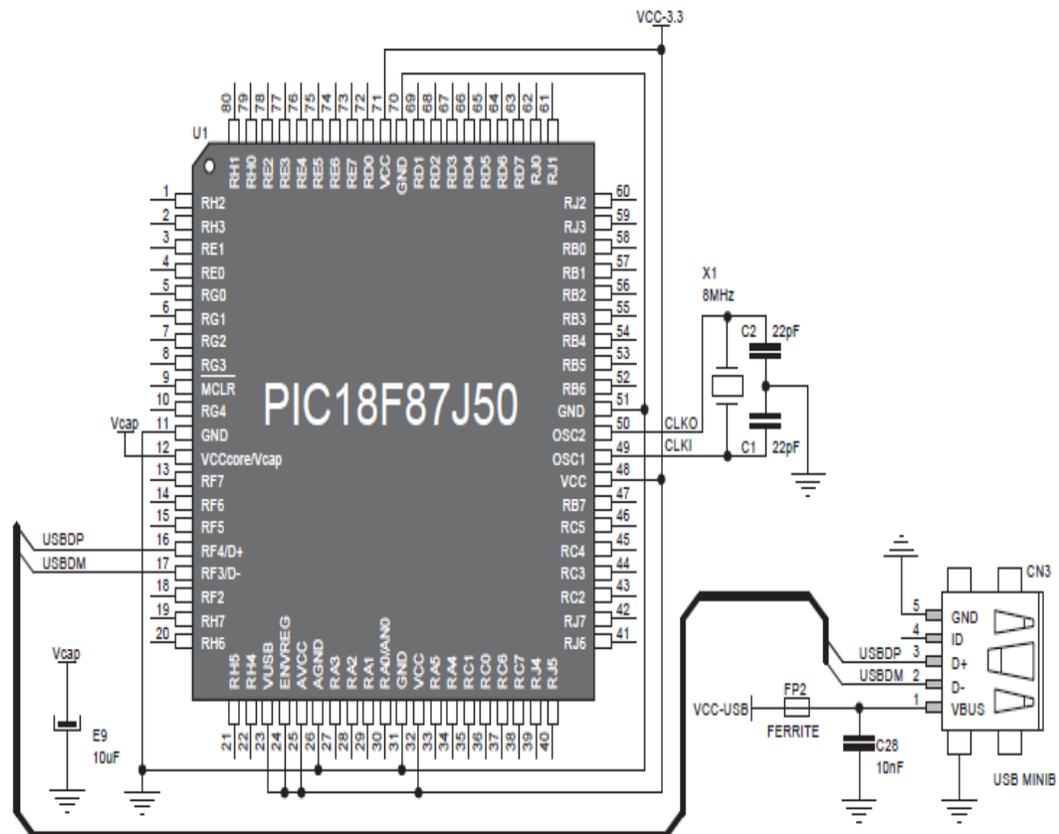
¹⁰⁴MikromediaforPIC18fj<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf> Consultado el 29 de mayo del 2012



	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 78 de 103

3.2.4.4. Conexión USB. El Micro controlador PIC18F87J50 lleva incorporado un módulo USB, que permite implementar por medio de un cable USB la comunicación y la programación del PIC correspondiente¹⁰⁵. En la Figura 23 se muestra el esquema con la conexión del puerto USB al PIC.

Figura 24. Conexión esquemática del módulo USB.¹⁰⁶



¹⁰⁵MikromediaforPIC18fj.<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf> Consultado el 29 de mayo del 2012

¹⁰⁶MikromediaforPIC18fj.<http://www.mikroe.com/downloads/get/1413/mikromedia_pic18fj_manual_v110b.pdf> Consultado el 29 de mayo del 2012

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 81 de 103

4. SOFTWARE

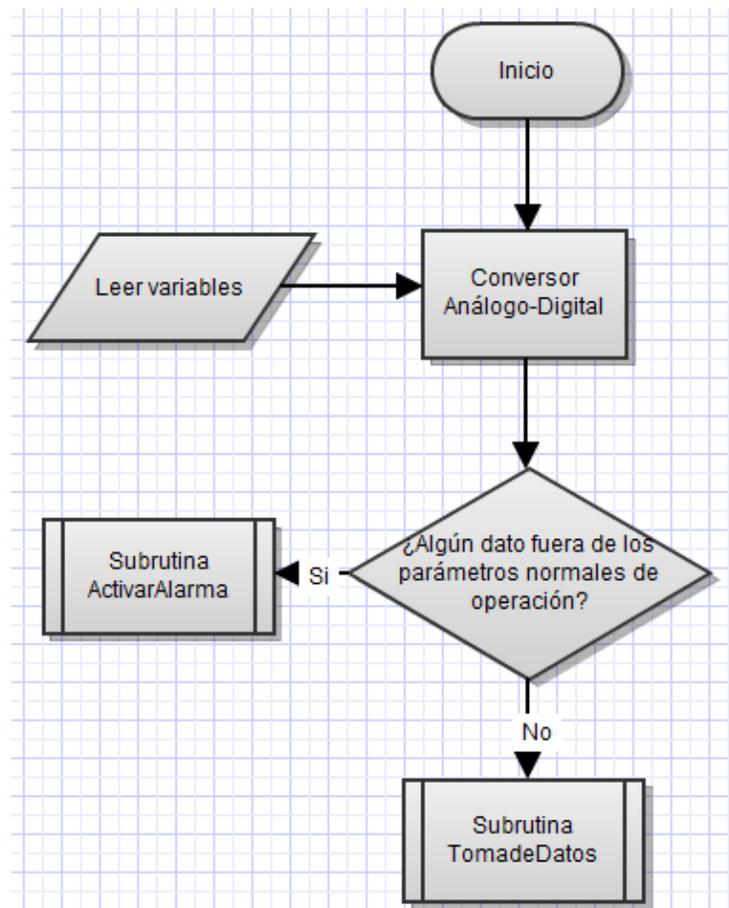
En este capítulo se enseña todo lo referente al software: su programación, su desarrollo y evolución, así como el resultado que se obtuvo. Se muestran también los programas y herramientas utilizadas para llevar a buen término la idea inicial de dicho software, que es, en términos generales, brindar una interfaz con el usuario, de fácil comprensión, que posibilite su uso de manera intuitiva incluso para personas que no tengan conocimiento alguno en programación. Se ve, entonces, el proceso de generación del software, el programa principal y sus subprogramas o subrutinas, y el resultado final de todo este proceso.

4.1. Algoritmo principal

Este algoritmo se ha realizado con el fin de facilitar la recopilación, la organización y la cómoda interacción del usuario final con el dispositivo, brindando una interfaz amigable, sencilla y de fácil comprensión, para de esta manera potenciar el efecto preventivo esperado con el dispositivo.

A manera descriptiva general, se muestra en el Diagrama 5. Subrutina “AnálogoDigital” el funcionamiento del software presente en el dispositivo mediante un diagrama de flujo de datos:

Diagrama 5. Subrutina “AnálogoDigital”

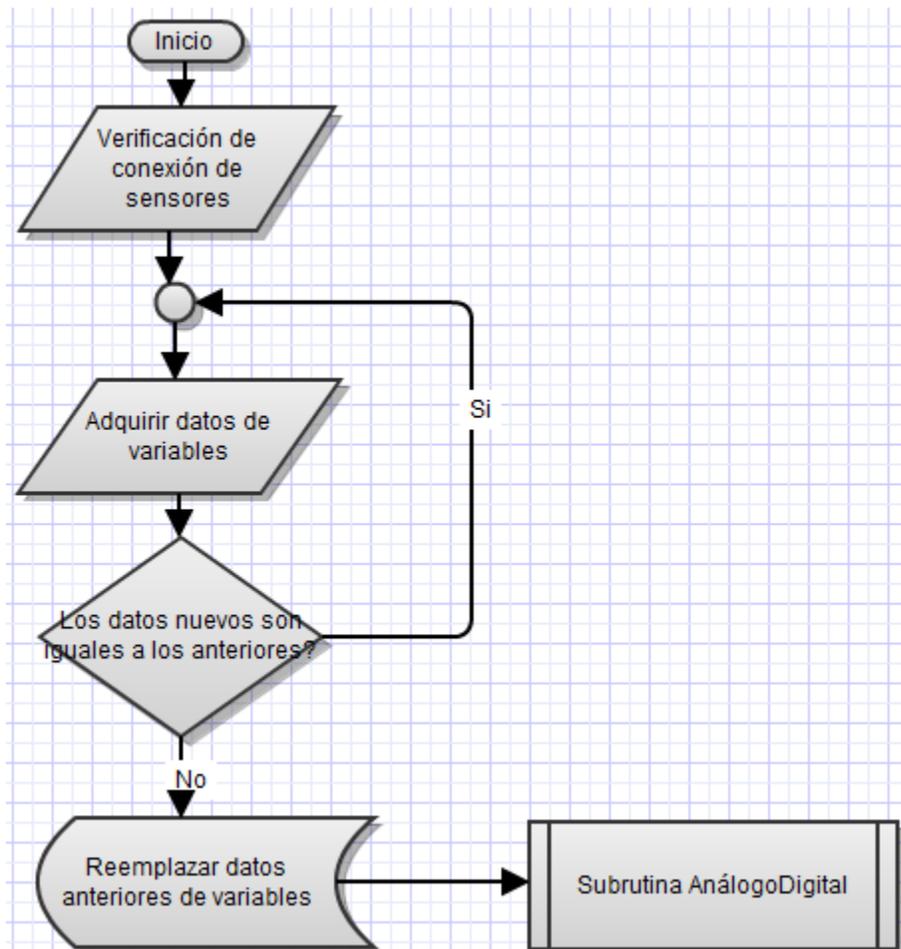


El programa inicia con un análisis del estado de los sensores, es decir, verifica la conexión de los mismos; después procede a tomar datos antes del encendido del automóvil. En caso de encontrar algún dato fuera de los parámetros normales de operación, se activa una bandera (ver ‘bandera’, en la sección glosario), lo cual genera una interrupción y dispara una alarma que se mostrará en pantalla alertando del evento al usuario.

4.1.1. Subrutina toma de datos. En caso de no presentarse alguna novedad que destacar, es decir, alguna señal por fuera de los parámetros normales de operación, el algoritmo ahora se dirige a una rutina de toma de datos previamente

establecida, cuyo diagrama se enseña a continuación en el Diagrama 6. Subrutina “TomaDeDatos ”.

Diagrama 6. Subrutina “TomaDeDatos ”



Al adquirir los datos de las variables, previa verificación de la conexión de los sensores, el programa responde a la pregunta: ¿Los datos nuevos son iguales a los datos anteriores?

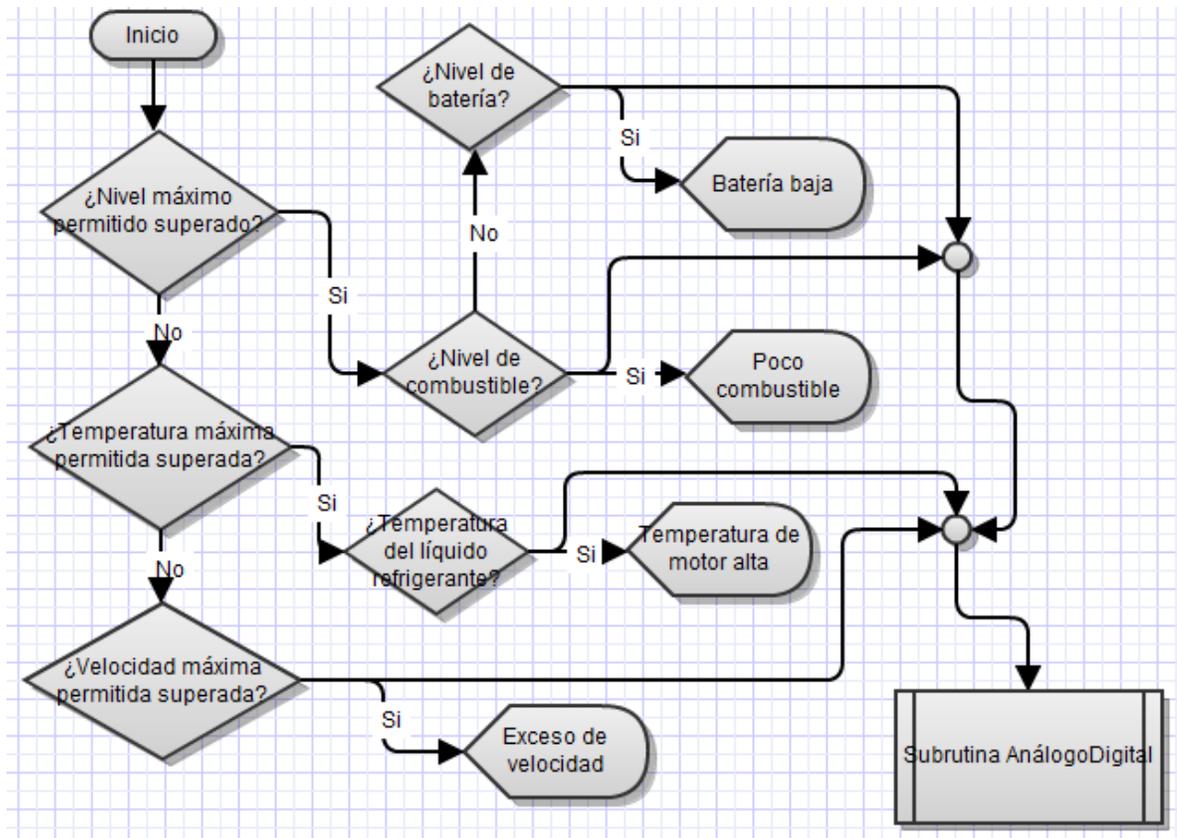
Para la opción de respuesta “Sí”, el algoritmo repite la toma de datos, esto con el fin de encontrar un evento en el que las variables presenten un cambio con respecto a su estado anterior.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 84 de 103

Cuando este cambio ocurre, la respuesta a la pregunta anterior sería “No”. En este caso, el programa reemplaza en la memoria las variables previamente almacenadas, e invoca la subrutina “AnálogoDigital”, cuya función se especificó anteriormente en este informe (Sección 4.1, figura 1). Esta rutina verificará nuevamente que los datos adquiridos se encuentren dentro de los parámetros normales de operación, y de ser así, el programa regresará nuevamente a esta subrutina (Diagrama 6. Subrutina “TomaDeDatos ”); en el caso contrario la subrutina empleada se precisará a continuación en el Diagrama 7. Subrutina “ActivarAlarma”.

4.1.2. Subrutina “ActivarAlarma”:

Diagrama 7. Subrutina “ActivarAlarma”



La principal función de esta subrutina es seleccionar cuál fue el parámetro operacional que ha salido de su espectro normal de operación. Para esto, el subprograma utiliza preguntas anidadas, que llevan a la respuesta precisa de cuál alarma se debe activar. Esta alarma se muestra vehementemente en la pantalla, con el fin de prevenir y alertar al conductor del automotor, así como a sus ocupantes, del suceso.

Los límites máximos de los parámetros son:

Velocidad máxima: 80kms/h

Temperatura líquido refrigerante: 120 grados centígrados.

Nivel de aceite: Mínimo permitido por el fabricante.

Nivel carga de batería: Inferior a 12.3 voltios.

Nivel de combustible: Inferior al 10% de la capacidad del tanque.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 86 de 103

4.2. PROGRAMACIÓN DEL DISPOSITIVO

Para el desarrollo del software del dispositivo, se utilizaron dos programas: un compilador, y un desarrollador de interfaz gráfica¹¹¹. El compilador utilizado fue el mikroC PRO for PIC, es una herramienta de compilación ANSI C, desarrollada especialmente para dispositivos PIC¹¹². El lenguaje utilizado es el lenguaje C. La interfaz gráfica se desarrolló mediante Visual TFT¹¹³, un desarrollador gráfico creado especialmente para dispositivos con interfaz táctil.

Para grabar el programa desarrollado en el software mikroC PRO for PIC en el módulo con pantalla táctil, se utilizó el programa que el proveedor recomienda: mikroBootloader. Para programar es suficiente con conectar el dispositivo a un computador por el puerto USB, abrir el mikroBootloader, conectar con el microcontrolador, cargar el archivo .hex que arroja el compilador y listo.

Figura 27. Interfaz gráfica del programa MikroBootloader

¹¹¹ MikroElektronika. Visual TFT development tool. <<http://www.mikroe.com/visualtft/>> consultado el 30 de mayo de 2012.

¹¹² Mikroelektronika. MikroC PRO for PIC compiler. <<http://www.mikroe.com/mikroc/pic/>> consultado el 30 de mayo de 2012.

¹¹³ MikroElektronika. Visual TFT development tool. <<http://www.mikroe.com/visualtft/>> consultado el 30 de mayo de 2012.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 87 de 103



5. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la realización del dispositivo se tuvieron en cuenta una serie de datos importantes con respecto a los sensores de tal forma que se tomaran como base a la hora de la programación del dispositivo.

5.1. Toma de datos

Para la correcta programación y calibración del dispositivo, se realizaron pruebas de campo con el vehículo, tomando datos en intervalos regulares de los sensores, bien sea de tiempo o de cambio respecto a una referencia, de los datos a tomar desde el vehículo.

A continuación se muestran las tablas extraídas de dichas pruebas:

5.1.1. Nivel combustible.

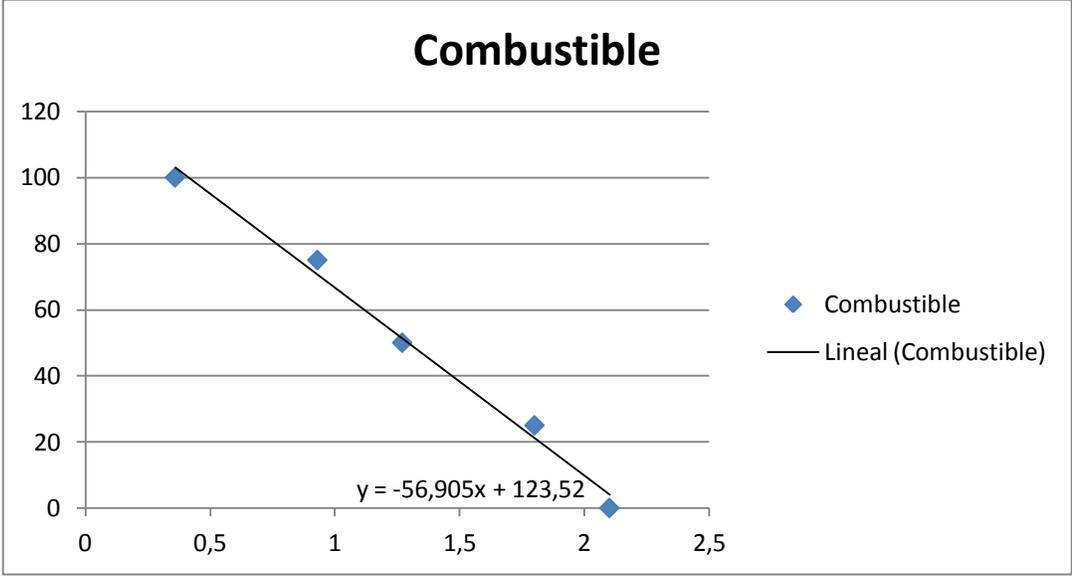
Del nivel de combustible se tomaron los siguientes datos:

Tabla 5. Datos tomados del sensor de nivel de combustible (reostato)

Voltaje Reóstato	Nivel del tanque (%)
2,1	0
1,8	25
1,27	50
0,93	75
0,36	100

Con los datos de la Tabla 5. Datos tomados del sensor de nivel de combustible (reostato), se puede construir una gráfica como la siguiente.

Figura 28. Comportamiento sensor de nivel de combustible



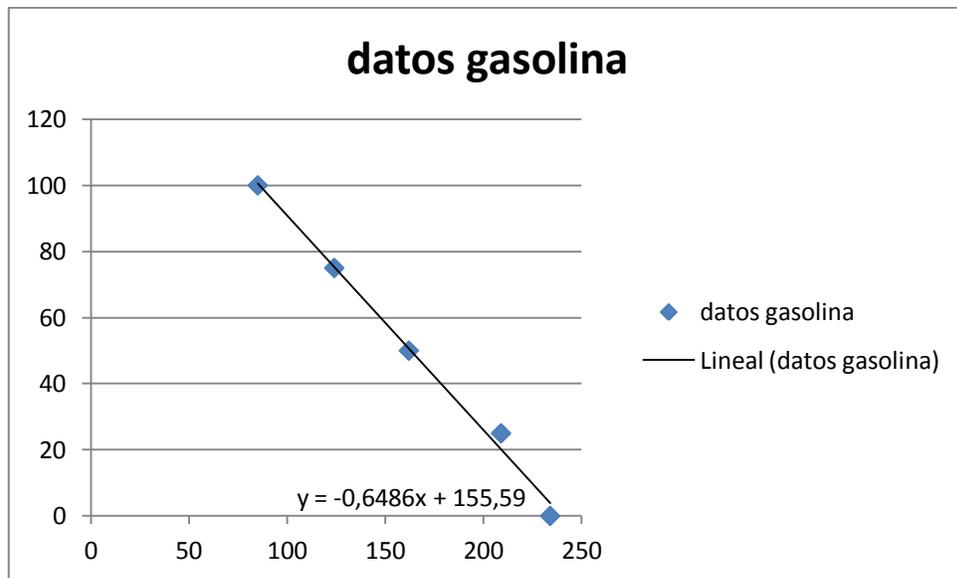
En la gráfica se aprecia en el eje X el voltaje en la salida del reóstato, y en el eje Y el nivel de combustible presente en el tanque, mostrado en porcentaje.

Esta gráfica deja un inconveniente, debido a que el procesamiento de datos en el microcontrolador se hace con el valor de la palabra digital tomado del conversor Análogo-Digital presente en las entradas analógicas del dispositivo. Este valor

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 89 de 103

varía entre 0 y 1023, siendo 0 equivalente a 0 voltios y 1023 el equivalente a 5 voltios. Se deberá entonces hacer una gráfica para relacionar ambos valores, y el resultado es el siguiente:

Figura 29. Datos de nivel de gasolina para programación.



Con la Figura 29. Datos de nivel de gasolina para programación. se podrá realizar un procesamiento de manera correcta.

Nótese que a medida que el porcentaje de llenado del tanque aumenta, el valor del voltaje en la salida del reóstato disminuye.

5.1.2. Nivel de carga de batería.

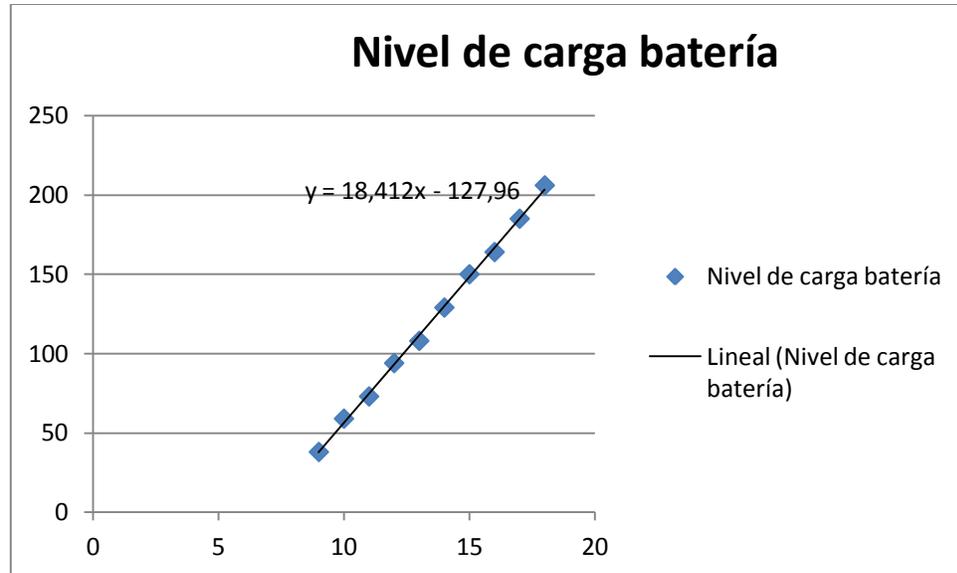
Para la tabla de datos del nivel de carga de batería se tiene lo siguiente:

Tabla 6. Datos del nivel de carga de batería

Voltaje	Equivalencia A/D
9	38
10	59
11	73
12	94
13	108
14	129
15	150
16	164
17	185
18	206

De la Tabla 6. Datos del nivel de carga de batería, se extrae la siguiente gráfica:

Figura 30. Nivel de carga de batería



En la gráfica se tiene que en el eje X está el voltaje de la batería, y en el eje Y el equivalente en palabra digital. Se extrae una ecuación de la línea de tendencia, y con esta ecuación se procede a la parte de procesamiento de datos.

5.1.3. Temperatura Líquido refrigerante:

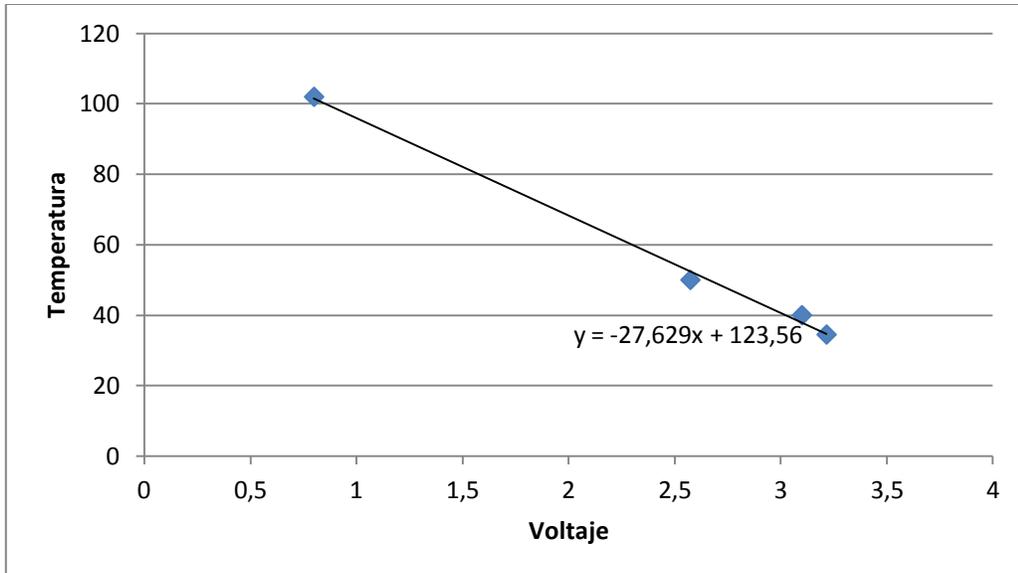
Para el líquido refrigerante se hizo una aproximación de la temperatura del bloque del motor, lo más cercano posible a las bujías de los cilindros, comparado con el voltaje en el sensor de temperatura del mismo. El resultado de estas pruebas fue el siguiente:

Tabla 7. Temperatura líquido refrigerante

Voltaje	Temperatura
0,8	102
3,1	40
3,216	34,5
2,574	50

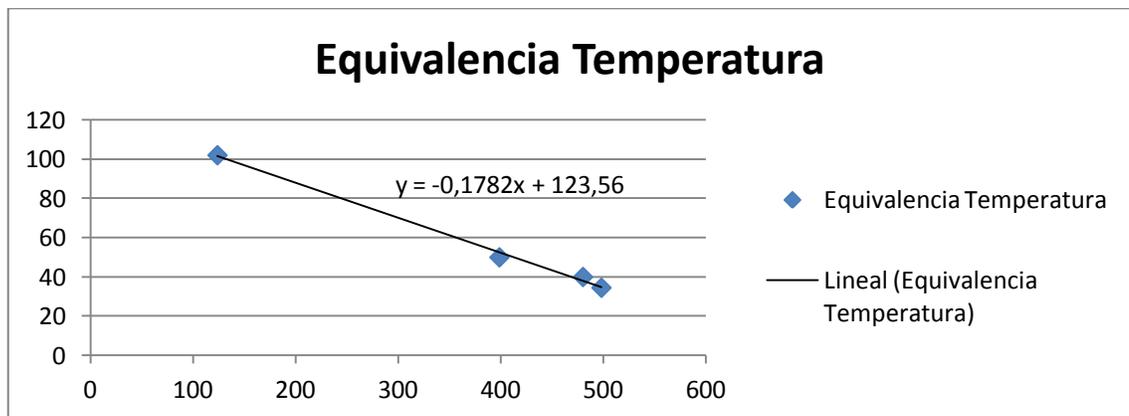
De esta la Tabla 7. Temperatura líquido refrigerante se obtiene la siguiente gráfica.

Figura 31. Temperatura líquido refrigerante



Esta ecuación representa el voltaje en la salida del sensor con el valor de la temperatura del líquido refrigerante. Pero, como se ha mencionado anteriormente, se requiere el equivalente en palabra digital. A continuación se presenta la gráfica que relaciona la temperatura con el valor de la palabra digital.

Figura 32. Equivalencia Temperatura



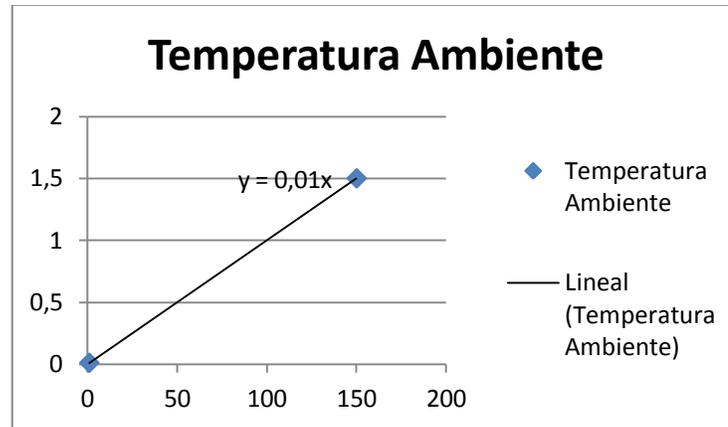
Se observa una tendencia lineal, con pendiente negativa.

5.1.4. Temperatura interior del habitáculo.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 93 de 103

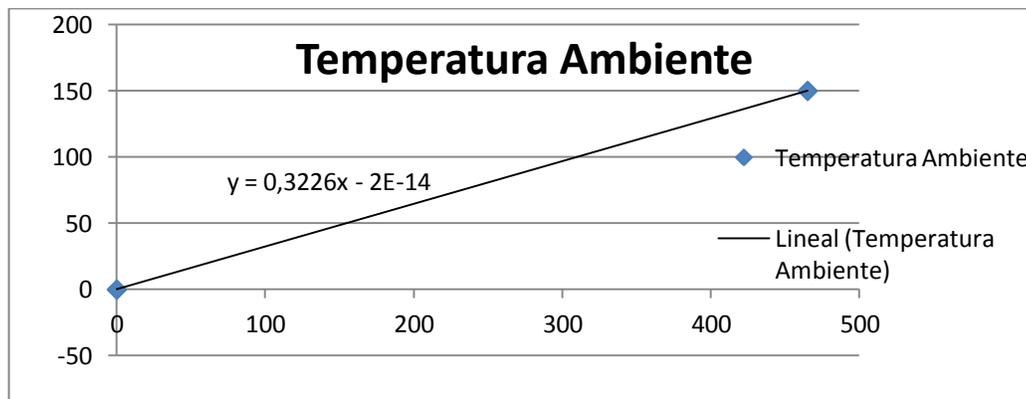
El dispositivo LM35DZ presenta en su datasheet la gráfica de comportamiento, que se muestra a continuación:

Figura 33. Sensor de temperatura LM35DZ



Haciendo la respectiva correlación entre el valor del voltaje y su correspondiente palabra digital, se tiene:

Figura 34. Temperatura ambiente



Se observa una tendencia lineal iniciando casi desde el punto de origen, con pendiente positiva.

5.1.5. Velocidad.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 94 de 103

Para el sensor de velocidad, se hizo una comparación con la velocidad instantánea mostrada en el velocímetro incluido en el vehículo, suponiendo que su calibración fuese correcta. A intervalos de 5km/h, empezando en 25km/h, se ha tomado la frecuencia que arroja el sensor de efecto hall que se encuentra en automóvil. A continuación se enseña la tabla de los datos.

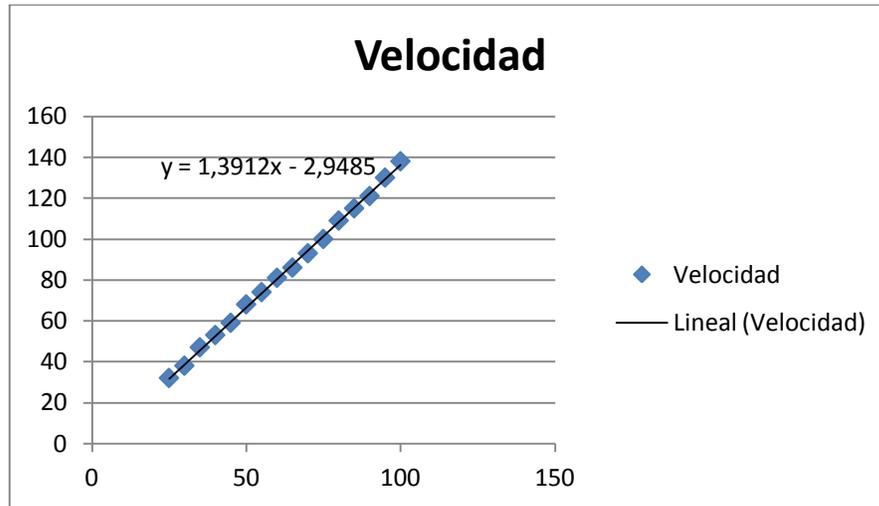
	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 95 de 103

Tabla 8. Comportamiento sensor de velocidad

Velocidad (km/h)	Frecuencia (hz)
25	32
30	38
35	47
40	53
45	59
50	68
55	74
60	81
65	86
70	93
75	100
80	109
85	115
90	121
95	130
100	138

De la Tabla 8. Comportamiento sensor de velocidad se extrae la siguiente gráfica:

Figura 35. Comportamiento sensor de velocidad



En el eje X se aprecia la velocidad del automóvil, mientras que en el eje Y aparece la frecuencia correspondiente a dicha velocidad. En este caso no hace falta correlacionar con una palabra digital, ya que el microcontrolador está en capacidad de analizar datos de frecuencia.

 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 97 de 103

ANEXOS

Anexo 1. Artículo.

Anexo 2. Datasheet sensor de temperatura habitáculo.

Anexo 3. Datasheet sensor de humedad habitáculo.

Anexo 4. Manual de usuario.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 98 de 103

CONCLUSIONES

- Dentro del trabajo de grados se logró lo esperado gracias a los objetivos, ya que se cumplió las expectativas en todo lo relacionado con la parte de Hardware puesto que con la ayuda del dispositivo de Mikromedia se pudo dar al usuario un dispositivo que monitorea las variables de temperatura del radiador, aceite de motor, gasolina, carga de batería y velocidad instantánea del vehículo y que permite interactuar con el usuario, todo esto gracias a la programación que se realizó con el software.
- La adquisición de datos fue posible gracias a una correcta información sobre los aspectos necesarios para medir los niveles de temperatura del radiador, aceite de motor, gasolina, carga de batería y velocidad instantánea del vehículo, ya que se obtuvieron bases sólidas bibliográficas que permitieron conocer los diferentes sistemas de un automóvil.
- Una buena definición de cada concepto, tener claro el funcionamiento de un sistema, basarse en experiencias y material que otras personas hayan utilizado, garantizó obtener un trabajo óptimo y confiable.
- En base a las características específicas y técnicas de cada uno de los sensores fue posible la instalación apropiada del dispositivo, logrando así adquirir los datos esperados.
- La utilización de diferentes herramientas como multímetro y osciloscopio para observar el comportamiento de los sistemas de adquisición de datos en un automóvil, fue de gran ayuda para la validación de los datos obtenidos e instalación del sistema de monitoreo.
- Gracias a que el vehículo posee los dispositivos electrónicos que se requerían en el desarrollo del sistema, no fue necesario instalar sensores dentro del mismo, permitiendo así la captura de las señales de una manera óptima y eficiente.
- Haciendo un análisis del problema del acondicionamiento de las señales procedente de los sensores del vehículo a la hora de la instalación y captura de las señales en el sistema desarrollado, se reconoció que la calidad de la información final del sistema depende directamente de la calidad de las señales que este maneja.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 99 de 103

- En la captura directa de las señales de los sensores del vehículo, tomando en cuenta que no todas eran señales análogas, fue necesario construir un acondicionamiento de las señales para la manipulación de estas.
- El Software desarrollado permitió la manipulación de señales para facilitar el procesamiento y la comprensión, por parte del usuario, de las mismas. Esto se logró gracias a los conceptos de optimización de código aprendidos durante la carrera.
- Utilizar Mikromedia para la toma y visualización de las señales provenientes del automóvil, cumplió con los resultados esperados. Teniendo en cuenta que la integración del sistema tanto en la adquisición, visualización e interacción que esta tiene con el usuario, permite una mayor manipulación y distribución del espacio a la hora de instalarlo en el vehículo.
- La estética del diseño del hardware correspondiente a la pantalla de visualización para la instalación en el interior del vehículo, permite incorporarse en cualquier tipo de auto debido a su tamaño y fácil manejo a la hora de utilizarlo, siendo compacta en cualquier vehículo.
- Al ser Mikromedia un dispositivo que contiene una interfaz gráfica, permitió que el desarrollo del sistema contara con una interfaz moderna de panel táctil, que permite al usuario moverse en el menú de tal manera que tenga mayor interacción.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 100 de 103

RECOMENDACIONES

- En caso de continuar desarrollando mejoras al desarrollo del sistema a futuro, se recomienda tener presente las indicaciones teóricas y técnicas de este proyecto y de información relacionada.
- En el proyecto no se realizó el almacenamiento de los datos por motivo de exceso de velocidad, se recomienda en caso de mejorar el sistema desarrollado por nuestro equipo de trabajo, agregarle esta y otras más funciones para tener mayor aplicación.
- A la hora de utilizar el dispositivo, seguir las recomendaciones e instrucciones que se encuentran anexadas en el manual de usuario, tener presente que este sistema se puede instalar en cualquier vehículo.
- Un buen uso del sistema electrónico que diseñamos, garantizará mayor vida útil del equipo.
- A la hora de hacerle mantenimiento al vehículo, evitar el contacto con el sistema electrónico diseñado por el equipo de trabajo para evitar daños.
- La manipulación del sistema desarrollado debe ser realizado por una persona especializada.
- En caso de una des configuración, del sistema electrónico desarrollado en el trabajo de grado, no es recomendable tratar de arreglarlo sin conocimientos previos del dispositivo.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 101 de 103

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO PÉREZ, José Manuel. Técnicas del automóvil, Equipo eléctrico, decima edición. Madrid: Thompson ediciones España, 2007. 538p.

ANTONI ROSMARÍN, Joan, Arbarrera Doblado Oscar. Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad. Filipinas: Ediciones Paraninfo S.A., 2011. 532p.

BATERIAS WILLARD. Manual Extrema Académico. Cita Académica. 25p.

CABRERA ALVEAR, Juan Francisco. Diseño y construcción de un sistema que permita medir y almacenar parámetros de velocidad, tiempo y distancia recorrida de un automotor en una memoria flash o en una memoria SD [Trabajo de grado]. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2009, 154p.

Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 1383 de 2010. Modificación de las leyes de tránsito y transporte en Colombia. Bogotá: Ministerio, 2010. 30p.

Colombia. Decreto 1344 de 1970. Código nacional de transito. Bogotá: Alcaldía de Bogotá, 1070. 25p.

Colombia. Manual del conductor de vehículos, Fondo de prevención vial. Bogotá: Gobierno Nacional, 2011. 66p.

CROUSE WILLIAM H., Donald L. Mecánico de la motocicleta. España: McGraw Hill, 1992. 417p.

CH. L. DAWES. Electricidad Industrial. Barcelona: Editorial Reverte S.A. 1981. 403p.

DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Real Academia Española. Madrid: Santillana, 2005.

E.H. Hall: On a New Action of the Magnet on Electric Currents. American Journal of Mathematics vol 2, 1879, p.287-292

HERNANDEZ VALENCIA, Jorge. Guía de mecánica automotriz. Chile: Fundación Universitaria de Atacama, 2006.12p.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 102 de 103

IRIGOYEN GORDO, Eloy. Sistemas de percepción, sensores en un automóvil. Bilbao: Universidad del país vasco, escuela de ingenieros. 78p.

KOURO, Samir. Sensores de humedad. Universidad técnica Federico Santa María, Departamento de Electrónica, 2001. 25p.

MALPICA, Norberto, Borromeo López Susana, Vaquero López Joaquín. Electrónica digital. Conversión A/D – D/A. Univesidad Rey Juan Carlos, 15p.

MAYNÉ, Jordi. Sensores Acondicionadores y Procesadores de señal. Silica An Avnet Division, 2003. 65p.

MIYARA, Federico. Conversores D/A y A/D. Rosario: Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Escuela de Ingeniería Electrónica, 2004. 43p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito – Resumen. Ginebra: Organización mundial de la salud, 2004. 58 p.

PALACIOS, Enrique, Remiro Fernando, López Lucas J. Microcontrolador PIC 16F84, Desarrollo de proyectos. México: Alfaomega, 2004. 640p.

PALLÁS ARENY, Ramón. Sensores y acondicionadores de señal, cuarta edición. Barcelona: Marcombo S.A. 2004. 480p.

QUERO CATALINAS, Enrique. Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación. Madrid: Thomson Paraninfo, 2003. 267p.

RECINOS ESPAÑA, Edgar Augusto. Procedimientos de diagnóstico y corrección de averías en sistemas electrónicos de inyección automotriz computarizados (gasolina), sin equipo costoso de diagnosis [Trabajo de grado]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 346p.

RESTREPO DÍAZ, Jaime. Metrología aseguramiento metrológico industrial tomo II. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010. 204p.

ROMERO TEMERO, María del Carmen. Curso de transmisión de datos. Sevilla: Universidad de Sevilla, distrito tecnología electrónica, 2005. 91p.

	INFORME DEL PROYECTO	Código: F-PI-022
		Versión: 01
		Página 103 de 103

ROSMARÍN, Joan Antoni, Oscar Arbarrera Doblado. Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad. Filipinas: Ediciones Paraninfo S.A. 2011. 532p.

RUIZ ROBREDO, Gustavo A. Electronica básica para ingenieros. Santander: Universidad de Cantabria, 2009, 456p.

SAAVEDRA GUTIERREZ, Jorge A. Lenguajes de programación, Santa Cruz – Bolivia. Disponible en: <http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>, 2005.

SOS BRAVO, Ignasi. Electrónica Analógica. Barcelona: Marcombo S.A., 2006. 149p.

TORRES TORRITI, Miguel. Tutorial microcontroladores PIC. 2007. 29p.

UGALDE VÍQUEZ, Jesús. Programación de operaciones. COSTA RICA: editorial EUNED. 1993. 290p.

VÁZQUEZ MONTAÑO, José Juan. Móvil Escalador Autónomo [Trabajo de grado]. Puebla: Universidad de las Américas Puebla, 2008. 87p.