



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE
ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA,
VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE
UNA PANTALLA GLCD TÁCTIL EN UN SUZUKI
FORSA 1”**

**HIDALGO FREIRE HUMBERTO RAMIRO
SÁNCHEZ BARRENO JUAN CARLOS**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Abril, 11 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

SÁNCHEZ BARRENO JUAN CARLOS

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA
EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA,
VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD
TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. David Bravo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Abril, 11 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

HIDALGO FREIRE HUMBERTO RAMIRO

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA
EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA,
VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD
TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. David Bravo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SÁNCHEZ BARRENO JUAN CARLOS

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA, VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1”

Fecha de Examinación: 11 de abril del 2013

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor David Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Daniela Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: HIDALGO FREIRE HUMBERTO RAMIRO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA, VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1”

Fecha de Examinación: 11 de abril del 2013

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor David Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Daniela Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Juan Carlos Sánchez Barreno

f) Humberto Ramiro Hidalgo Freire

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y a la vez la oportunidad de llegar a culminar mis estudios universitarios en tan prestigioso establecimiento.

A mis padres y hermanas por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, permitiendo superarlos y llevar una vida llena de retos los cuales cada día me permiten ser mejor persona para en un futuro no muy lejano ser un profesional exitoso.

Juan Carlos Sánchez Barreno

Este presente trabajo lo dedico a mis padres Fausto y Noemi quienes me brindaron su apoyo incondicional durante el tiempo que duró culminar con éxito esta etapa en mi vida.

Así como a todas aquellas personas que supieron apoyarme y brindarme su sincera amistad en esos momentos difíciles, para darme valor y continuar adelante sin desmayar bajo ningún motivo.

Humberto Ramiro Hidalgo Freire

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Juan Carlos Sánchez Barreno

Humberto Ramiro Hidalgo Freire

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Microcontroladores.....	3
2.1.1 Microcontroladores PIC.....	3
2.1.2 Microcontroladores PIC 18F4550.....	4
2.2 Programación para microcontroladores.....	6
2.2.1 MikroC PRO for PIC.....	6
2.3 Visualizadores gráficos GLCD.....	6
2.3.1 Módulo GLCD DMT80480T070_02WT.....	7
2.4 Paneles táctiles.....	8
2.4.1 Panel táctil resistivo.....	8
2.4.2 Panel táctil capacitivo.....	9
2.5 Comunicación serial.....	11
2.5.1 Comunicación asíncrona.....	11
2.6 Interfaces de potencia.....	12
2.6.1 Relés automotrices.....	12
2.6.2 Fusible.....	13
2.6.3 Optoacoplador.....	13
2.7 Componentes electrónicos.....	14
2.7.1 Resistencia.....	14
2.7.2 Diodo.....	15
2.7.3 Transistor.....	15
2.7.4 Condensador.....	16
2.7.5 Regulador de voltaje.....	17
2.8 Sensores.....	18
2.8.1 Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).....	18
2.8.2 Sensor de nivel de combustible.....	18
2.8.3 Sensor de tipo magnético.....	19
3. DISEÑO DEL SOFTWARE Y HARDWARE DEL SISTEMA	
3.1 Descripción general del sistema.....	20
3.2 Requisitos del sistema electrónico.....	20
3.3 Diagrama de bloques del sistema.....	21
3.3.1 Subsistema de sensado.....	21
3.3.1.1 Señales discretas.....	22
3.3.1.2 Señales continuas.....	22
3.3.1.3 Señales pulsantes.....	22
3.3.2 Subsistema de procesamiento y control.....	23
3.3.3 Subsistema de visualización.....	23
3.3.4 Subsistema de respuesta.....	23

3.4	Software – Programación del firmware.....	23
3.4.1	Diagrama de flujo del programa principal.....	23
3.4.1.1	Teclado virtual.....	25
3.4.1.2	Señales lógicas.....	27
3.4.1.3	Visualización de señales sensadas.....	27
3.4.1.4	Código de seguridad.....	27
3.4.2	Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la temperatura del motor.....	28
3.4.3	Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la cantidad de combustible.....	31
3.4.4	Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la velocidad angular del motor.....	34
3.4.5	Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la velocidad lineal del vehículo.....	34
3.5	Hardware del sistema.....	36
3.5.1	Selección de componentes.....	36
3.5.1.1	Microcontrolador PIC 18F4550.....	36
3.5.1.2	Módulo GLCD DMT8040T070_02WT.....	36
3.5.1.3	Interruptor magnético.....	36
3.5.1.4	Sensor ECT.....	37
3.5.2	Caracterización del subsistema de sensado.....	37
3.5.2.1	Temperatura del refrigerante del motor.....	37
3.5.2.2	Cantidad de combustible.....	38
3.5.2.3	Velocidad angular del motor.....	39
3.5.2.4	Velocidad lineal del vehículo.....	40
3.5.3	Subsistema de procesamiento y control.....	40
3.5.4	Subsistema de visualización.....	41
3.5.5	Subsistema de respuesta.....	41
3.5.6	Alimentación del sistema.....	42
4.	CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS	
4.1	Diseño y construcción de las placas.....	44
4.2	Ensamble de los elementos.....	47
4.3	Acabados y construcción del soporte de la pantalla GLCD.....	49
4.4	Costos.....	50
4.4.1	Costos directos.....	50
4.4.1.1	Costos de materiales y equipos.....	50
4.4.1.2	Costos por importación del módulo GLCD DMT80480T070_02WT.....	51
4.4.1.3	Costo directo total.....	51
4.4.2	Costos indirectos.....	51
4.4.3	Costo total.....	51
5.	IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	
5.1	Instalación de cableado y fusibles.....	52
5.2	Instalación de accesorios.....	53
5.3	Instalación de sensores.....	53
5.3.1	Instalación de los sensores de tipo magnético.....	53
5.3.2	Instalación del sensor de temperatura del refrigerante.....	54

5.4	Instalación de módulos.....	55
5.4.1	Instalación de conjunto de relés.....	56
5.5	Sistema en Funcionamiento.....	57
5.6	Diagrama del sistema eléctrico implementado.....	60
5.7	Pruebas del sistema	60
5.7.1	Medición de la cantidad de combustible.....	61
5.7.2	Medición de la temperatura del refrigerante.....	62
5.7.3	Medición de la velocidad angular del motor.....	63
5.7.4	Medición de la velocidad lineal del vehículo.....	64
5.8	Desempeño general del sistema.....	64
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	66
6.2	Recomendaciones.....	66

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Diferencia entre paneles táctiles resistivos y capacitivos.....	10
2	Estado de visualización del tablero de mando.....	26
3	Estado de visualización de indicadores.....	27
4	Estado de visualización de señales sensadas.....	27
5	Datos de resistencia vs temperatura del sensor ECT.....	29
6	Datos de voltaje de salida vs voltaje digital del sensor ECT.....	30
7	Datos de voltaje digital vs temperatura del sensor ECT.....	30
8	Datos de resistencia vs porcentaje de combustible.....	32
9	Datos de voltaje de salida y voltaje digital del medidor de combustible...	32
10	Datos de voltaje digital vs porcentaje de combustible.....	33
11	Configuración de puertos del microcontrolador.....	40
12	Costos de materiales y equipos.....	50
13	Costos por importación del módulo GLCD.....	51
14	Costos directos totales.....	51
15	Costos indirectos.....	51
16	Costo total.....	51
17	Comparación de mediciones de porcentaje de combustible.....	61
18	Comparación de mediciones de la temperatura del refrigerante.....	62
19	Comparación de mediciones de revoluciones del motor.....	63
20	Comparación de mediciones de velocidad lineal del vehículo.....	64

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Estructura del PIC18F4550.....	5
2	Diagrama de bloques del PIC16F877A.....	5
3	Interfaz de MikroC PRO for PIC.....	6
4	Célula de cristal líquido.....	7
5	Módulo GLCD DMT80480T070_02WT.....	8
6	Estructura panel táctil resistivo.....	9
7	Funcionamiento panel táctil capacitivo.....	10
8	Formato básico de transmisión serial asíncrona.....	12
9	Funcionamiento de un relé.....	12
10	Esquema de un relevador (Relé).....	13
11	Fusibles automotrices.....	13
12	Optoacoplador.....	14
13	Resistencias.....	15
14	Diodos.....	15
15	Transistores.....	16
16	Tipos de condensadores.....	17
17	Reguladores de voltaje.....	17
18	Sensor ECT.....	18
19	Sensor de nivel de combustible.....	19
20	Interruptor magnético.....	19
21	Diagrama de bloques del sistema.....	21
22	Circuito divisor de voltaje.....	22
23	Señal pulsante.....	22
24	Interfaz inicial del sistema.....	24
25	Imagen de transición.....	24
26	Tablero de control.....	25
27	Diagrama de flujo de la temperatura del refrigerante.....	28
28	Gráfica temperatura vs voltaje digital.....	30
29	Diagrama de flujo de la cantidad de combustible.....	31
30	Gráfica porcentaje de combustible vs voltaje digital.....	33
31	Diagrama de flujo de la velocidad angular del motor.....	34
32	Diagrama de flujo de la velocidad lineal del vehículo.....	35
33	Radio del neumático.....	35
34	Circuito divisor de voltaje del ECT.....	37
35	Circuito divisor de voltaje del medidor de combustible.....	38
36	Circuito para el sensado de RPM.....	39
37	Circuito para el sensado de la velocidad del vehículo.....	40
38	Conexión de la pantalla GLCD con el microcontrolador.....	41
39	Circuito del subsistema de respuesta.....	42
40	Circuito de alimentación del sistema.....	42
41	Diseño del circuito principal.....	44
42	Diseño de pistas del circuito principal.....	45
43	Diseño del circuito secundario.....	45
44	Diseño de pistas del circuito secundario.....	46
45	Circuito primario impreso.....	46

46	Circuito secundario impreso.....	47
47	Visualización previa del circuito principal.....	47
48	Visualización previa del circuito secundario.....	48
49	Circuito primario terminado.....	48
50	Circuito secundario terminado.....	49
51	Soporte del sistema.....	49
52	Cableado exterior del habitáculo.....	52
53	Cableado Interior del habitáculo.....	52
54	Sustitución de fusibles.....	53
55	Sustitución de luna y bombillo del direccional.....	53
56	Ubicación del sensor para medir revoluciones.....	54
57	Ubicación del sensor para medir velocidad.....	54
58	Ubicación del sensor de temperatura.....	55
59	Fijación de los módulos.....	55
60	Fijación de la pantalla GLCD.....	56
61	Platina para sujeción de los relés.....	56
62	Fijación del conjunto de relés.....	56
63	Interruptor de activación.....	57
64	Pantalla de inicio.....	57
65	Pantalla principal de mando.....	58
66	Sistema en la posición de contacto.....	58
67	Activación de luz de salón y luces faros.....	59
68	Activación de agua y plumas.....	59
69	Activación de luces guías y aparco.....	60
70	Pruebas del sistema.....	61
71	Curva de dispersión de mediciones de la temperatura del refrigerante.....	62
72	Comparación de lecturas de la temperatura del refrigerante.....	62
73	Curva de dispersión de mediciones de las revoluciones del motor.....	63
74	Comparación de lecturas de RPM.....	63
75	Curva de dispersión de mediciones de la velocidad del vehículo.....	64
76	Comparación de lecturas de la velocidad de vehículo.....	64

LISTA DE ABREVIACIONES

GLCD	Pantalla Gráfica de Cristal Líquido
RPM	Revoluciones por Minuto
CPU	Unidad Central de Proceso
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
EEPROM	Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente
PIC	Controlador de Interfaz Periférico
RISC	Computador con un Conjunto Reducido de Instrucciones
ICSP	In-Circuit Serial Programming (Programación en Serie ya en la tarjeta de la aplicación)
ICSP LVP	In-Circuit Serial Programming Low Voltage Program (Programación en Serie ya en la tarjeta de la aplicación a Baja Tensión)
ICD	In-Circuit Debugger (Depuración dentro del circuito)
PWM	Pulse Width Modulation (Módulo por Ancho de Pulso)
ECCP	Módulo de Comparación y Captura de PWM
A/D	Analógico/Digital
IDE	Integrated Development Environment (Entorno de desarrollo integrado)
STN	Super Twisted Nematic (Tecnología de pantalla plana)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (<i>Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información</i>)
DIP	Dual In-Line Package (Encapsulado con Doble Fila de Pines)
PNP	Positivo-Negativo-Positivo
NPN	Negativo-Positivo-Negativo
NTC	Coeficiente Negativo de Temperatura
ECT	Sensor de Temperatura del Refrigerante
ECM	Módulo Electrónico de Control
TTL	Lógica Transistor a Transistor
GND	Masa o Tierra

SIMBOLOGIA

V_s	Voltaje de salida
R_{ADC}	Resolución del ADC
V_d	Voltaje digital
Ω	Ohmios
R	Resistencia
$^{\circ}C$	Grados centígrados
%	Porcentaje
%C	Porcentaje de combustible
T	Temperatura
P_n	Perímetro del neumático
M	Metro
r	Radio
Km	Kilómetro
h	Hora
s	Segundo
Rev	Revolución
V	Voltios

LISTA DE ANEXOS

- A Diagrama de flujo principal
- B Diagrama del sistema eléctrico implementado
- C Soportes de los sensores magnéticos
- D Manual de usuario
- E Código fuente

RESUMEN

La tesis “Diseño e implementación de un sistema electrónico para el control de accesorios y monitoreo de temperatura, velocidad y rpm del motor a través de una pantalla GLCD táctil en un Suzuki Forsa 1”, tiene la finalidad de mejorar el confort y la seguridad de un automotor de gama media o baja.

Incorpora una botonera virtual en el vehículo con una clave de seguridad para el encendido del motor y control de accesorios tales como luces faros, guías, direccionales, aparco, de salón y sistema limpia parabrisas, además permite visualizar la temperatura del refrigerante, las revoluciones del motor, el nivel de combustible y la velocidad lineal del automotor.

La selección de los componentes necesarios se ha realizado mediante un análisis enfocado en la funcionalidad y economía de cada uno de ellos, aspecto que mejora el rendimiento del sistema, permitiendo tanto un control eficaz de los accesorios como una lectura de datos reales de los diferentes sensores implementados en el vehículo.

Este sistema logra reducir gastos continuos en reparación de elementos mecánicos que controlan el sistema eléctrico (mecanismo de accionamiento de luces), así también mediante el monitoreo de ciertos parámetros del motor permite realizar un mantenimiento preventivo evitando daños graves en el vehículo. Su perfecto funcionamiento se debe a la aplicación de modelos matemáticos de aproximación obtenidos mediante pruebas, para interpretar las señales de los distintos sensores implementados. Motivos que hacen de este producto accesible y confiable para ser incorporado en un vehículo de gama media o baja.

ABSTRACT

The thesis "Design and installation of the electronic system to control accessories and monitoring of temperature, speed, and rpm of the engine through the tactile GLCD screen in a Suzuki Forsa 1 car", it has as its main goal to enhance safety and comfort in midrange and low vehicles.

The research process included the use of a virtual keypad, a safety key for engine starting and control of lights, lamps, sidelights, parking, internal lights and windscreen washer system. It also allows the visualization of the refrigerant temperature, engine revolutions, and fuel level and engine linear speed of the vehicle.

Those components were chosen by means of an analysis addressed to running and cost price of each one of them. This factor enhances the system efficiency which will control properly those devices as well as real data reading from sensors connected in the vehicle.

This system reduces continuous expenses on fixing those mechanical parts which control the electrical system (light control mechanism). Monitoring some engine parameters will carry out a preventive maintenance to avoid heavy breakdowns in the vehicle. Its accurate running is due to the application of approximation mathematical models which were obtained by means of tests to interpret signals from different sensors connected there. This electronic system may be considered as accessible and reliable to be connected in midrange and low vehicle.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los vehículos de gama media y baja no cuentan con sistemas electrónicos que realicen un control y monitoreo del funcionamiento del motor, por ello el sistema electrónico que se presenta en este proyecto permite incorporar estos aspectos en dichos vehículos mejorando la seguridad y el confort ya que este sistema funcionará mediante una clave de seguridad para su acceso total, el encendido del motor será electrónico y permite el control de los accesorios tales como luces faros, luces guías, direccionales, aparcó, luz de salón y sistema limpia parabrisas mediante una botonera virtual.

1.1 Antecedentes

En los últimos años se ha podido observar que los vehículos de gama baja tienen dificultades en el monitoreo de ciertos parámetros dentro del motor y de su sistema eléctrico en sí, facilidad que presentan los vehículos de gama alta y por ende de costos extremadamente elevados; como también estos vehículos de gama baja presentan con frecuencia daños en las partes mecánicas del control del sistema eléctrico, aspectos molestos que el usuario quisiera evitar y mejorar notablemente el confort de su vehículo.

1.2 Justificación

El sistema de monitoreo y control electrónico propuesto, permitirá dar un seguimiento a ciertos elementos que están en continuo funcionamiento dentro del vehículo, así como también el control de los accesorios principales mediante un panel táctil; siendo este sistema incluso un dispositivo de protección y seguridad, ya que contará con una clave de acceso para el encendido y activación de las funciones principales del automotor.

Con la implementación de este sistema en el vehículo se logrará reducir gastos continuos en reparación de elementos mecánicos que controlan el sistema eléctrico, y mediante el monitoreo de ciertos parámetros del motor permitirá realizar mantenimientos (Preventivo, Correctivo y Predictivo) evitando así daños graves en el vehículo y por ende costos elevados para su reparación.

En la sociedad actual se evidencia que el confort y tecnología de punta en el vehículo está predeterminado para las personas de estatus social altos, mediante el sistema electrónico propuesto se brindará confort y tecnología accesible para vehículos de gama baja, por lo que los usuarios de estatus medio gozarán de este sistema en su automotor con un bajo presupuesto, satisfaciendo así sus exigencias y necesidades en el área del vehículo mencionada. En cuanto a la seguridad este sistema proporcionará mayor protección en varios aspectos del vehículo ya que su control en el encendido será electrónico.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar e implementar un sistema electrónico para el control de accesorios tales como sistema de iluminación (luces faro, de parqueo, de salón, direccionales), sistema limpia parabrisas y encendido; además el monitoreo de temperatura, velocidad y RPM del motor a través de una pantalla GLCD (Pantalla Gráfica de Cristal Líquido) táctil en un Suzuki Forsa 1.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Brindar confort y seguridad fiable a vehículos de gama baja con una inversión accesible para la mayor parte de la sociedad.

Investigar y determinar los requerimientos que debe cumplir el sistema electrónico propuesto.

Seleccionar los elementos electrónicos idóneos; dependiendo de sus características de funcionamiento y aplicabilidad en base a los datos técnicos que éstos poseen.

Utilizar herramientas matemáticas y técnicas para obtener señales desde sensores implementados o propios del vehículo.

Emplear software específico para programación de microcontroladores y diseño de circuitos electrónicos para el impreso de placas.

Implementar el sistema electrónico en el vehículo y probar su funcionalidad para condiciones concretas de trabajo.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es CPU (Unidad Central de Proceso), memorias RAM (Memoria de Acceso Aleatorio), EEPROM (Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente) y circuitos de entrada y salida. [1]

Al microcontrolador se le considera como un <<computador dedicado>> pues en su memoria reside un único programa destinado a controlar una aplicación concreta, sus líneas entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del sistema a gobernar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como finalidad exclusiva atender los requerimientos de la tarea a la que se dedica el microcontrolador. [2]

Un microcontrolador de fábrica, no realiza tarea alguna, este debe ser programado para que realice desde un simple parpadeo de un led hasta un sofisticado control de un robot. Un microcontrolador es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos simplificando todo el diseño a una placa de reducido tamaño y pocos elementos.

2.1.1 Microcontroladores PIC (Controlador de Interfaz Periférico). Es un circuito integrado programable que integra en un solo chip las unidades de memoria para el almacenamiento de datos, aritmética – lógica para el cálculo de operaciones, las unidades de entrada y salida para comunicación con otros periféricos, temporizadores y el controlador de interrupciones.

Los PIC's son una familia de microcontroladores tipo RISC (Computadora con Juego de Instrucciones Reducidas) fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

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

Los microcontroladores PIC tienen varias características dentro de las cuales están:

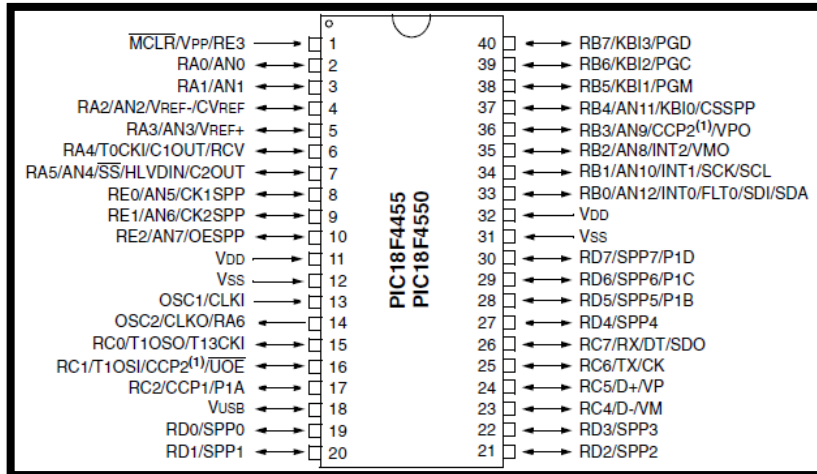
- *Oscilador*: más simple y con menos elementos adicionales necesarios.
- *Resets y Watchdog*: seguridad en el arranque, reinicio y “autovigilancia”.
- *Sleep*: modo de bajo consumo para aplicaciones con baterías.
- *Protección de código*: para evitar la “copia” de programas grabados.
- *ICSP e ICSP LVP*: (In-Circuit Serial Programming) programación en serie ya en la tarjeta de la aplicación y a baja tensión (Low Voltage Program).
- *Modo depuración ICD*: (In-Circuit Debugger) modo especial que permite depurar el código pero ya con el microcontrolador conectado con el resto del circuito, se comunicaría con un dispositivo de depuración.

Estas características suelen ser los aspectos que más distinguen la CPU de estos dispositivos con otros microprocesadores, son características pensadas para que el microcontrolador sea más “autónomo”, más barato y más confiable.

2.1.2 *Microcontrolador PIC 18F4550*. El Microcontrolador PIC 18F4550 pertenece a la familia de MICROCHIP, siendo el más idóneo para la elaboración de este sistema electrónico por sus características dentro de las cuales están:

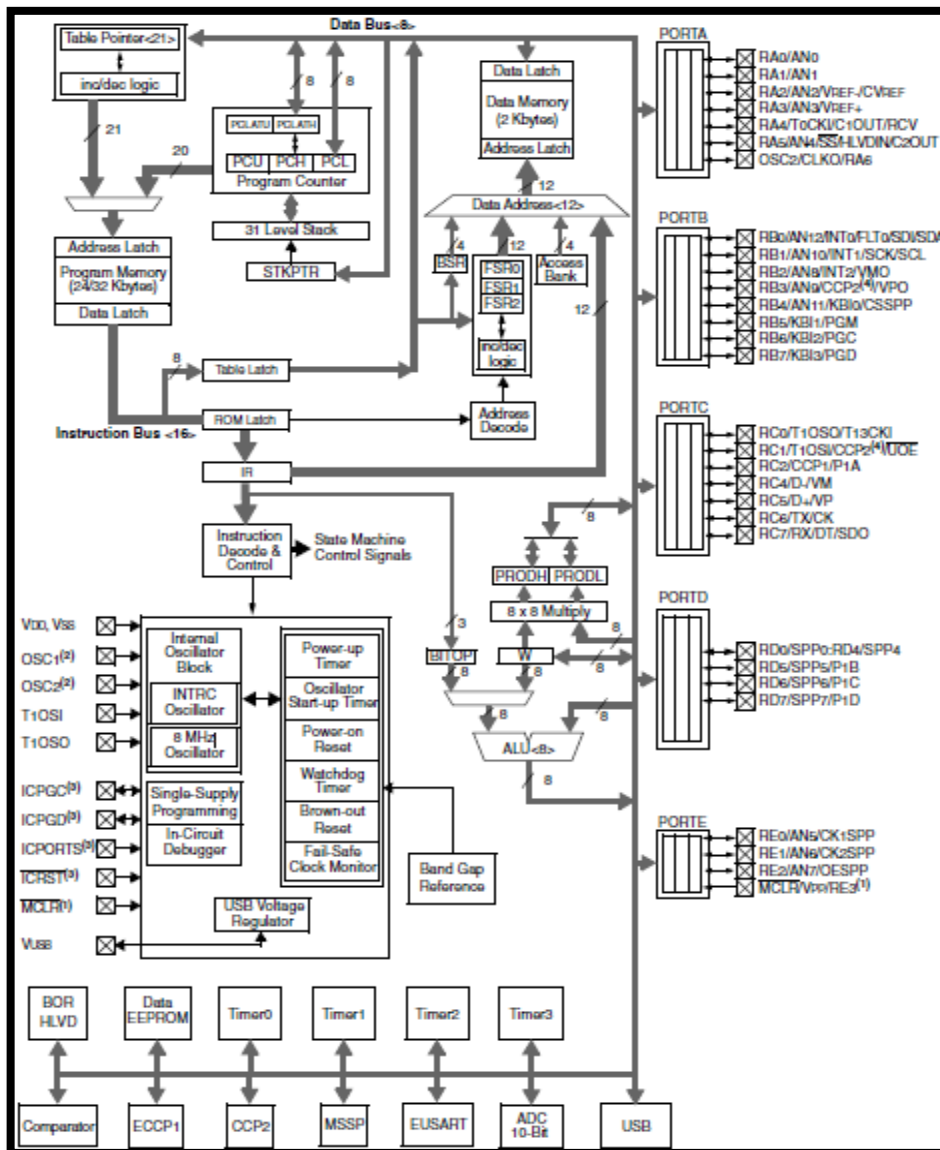
- Memoria de Programa tipo Flash 32Kbytes.
- Memoria RAM de Datos 2Kbytes.
- Memoria EEPROM 256 bytes.
- 35 Líneas de Entrada/Salida.
- 20 Interrupciones.
- 4 Temporizadores.
- 1 Módulos de comparación/Captura/PWM.
- 1 Módulos de comparación/Captura/PWM mejorado ECCP.
- 2 Comparadores analógicos.
- 13 Canales de conversión A/D de 10bits.
- Canales de comunicación serial.
- 1 Canal USB.

Figura 1. Estructura del PIC18F4550



Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

Figura 2. Diagrama de bloques del PIC16F877A



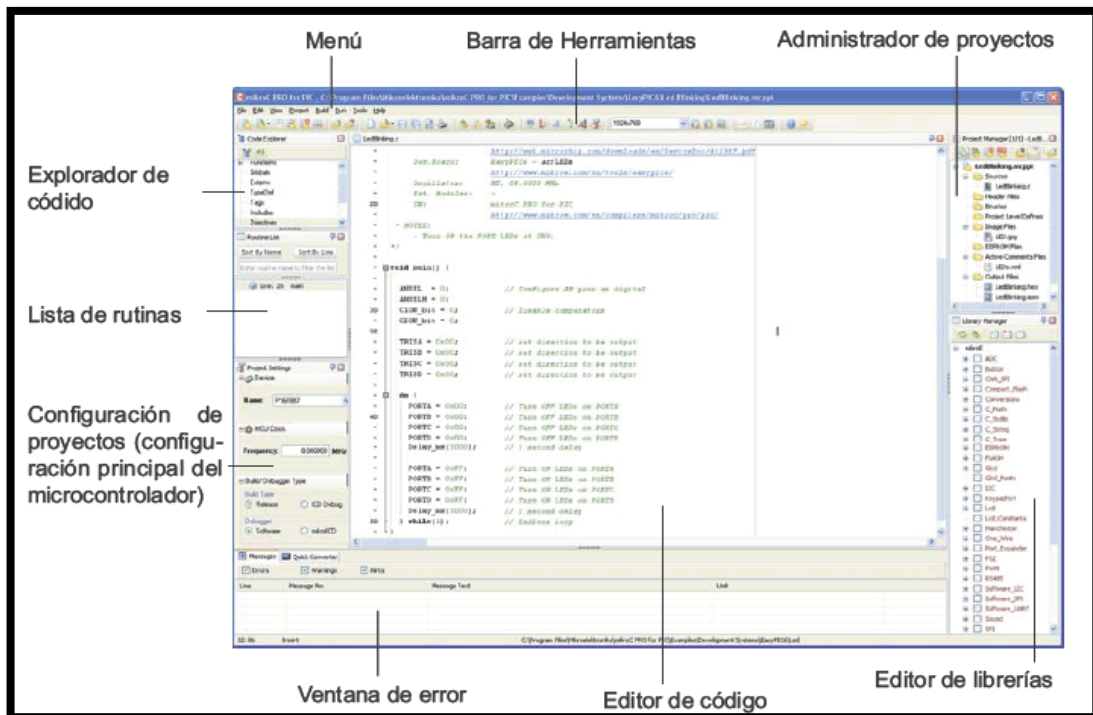
Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>

2.2 Programación para microcontroladores

2.2.1 MikroC PRO for PIC. Es un potente compilador C para micro controladores PIC de Microchip. Está diseñado para el desarrollo, construcción y depuración de aplicaciones basadas en PIC.

Aparte de todas las características comunes de cualquier IDE (Entorno de desarrollo integrado), mikroC PRO for PIC contiene las informaciones de arquitectura de los microcontroladores PIC (registros, módulos de memoria, funcionamiento de circuitos particulares, etc.) para compilar y generar un archivo legible por un microcontrolador PIC. Además, incluye las herramientas específicas para programar los microcontroladores PIC.

Figura 3. Interfaz de MikroC PRO for PIC



Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/80/capitulo-2-programacion-de-los-microcontroladores/>

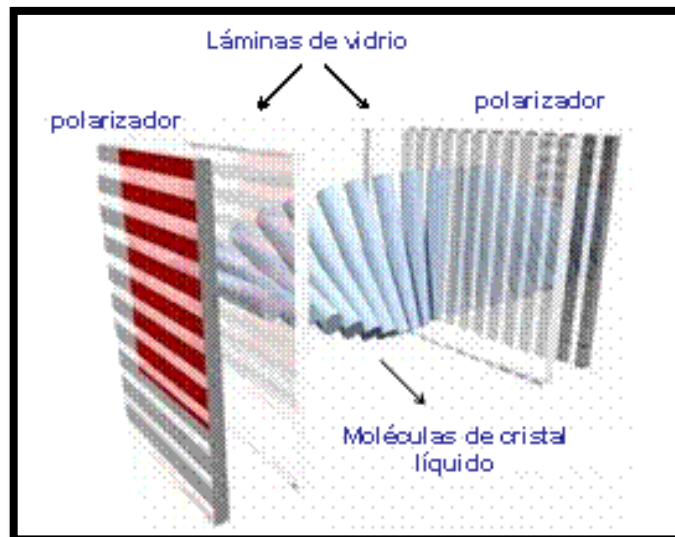
2.3 Visualizadores gráficos GLCD

Pantalla gráfica de cristal líquido o GLCD es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, debido al consumo de pequeñas cantidades de energía eléctrica. Los dispositivos electro-ópticos son el elemento fundamental en la construcción de las pantallas de cristal

líquido. El dispositivo electro-óptico se construye, de forma simplificada, tomando dos láminas de vidrio en las que se realizan unas hendiduras de tamaño similar a las moléculas del cristal líquido nemático que se introduce entre ambas. Estas dos láminas al colocarse de forma perpendicular originan una orientación molecular preferente y la aparición de un eje óptico helicoidal dentro del material. Por último, tras el segundo polarizador, se coloca un espejo que reflejará la luz que atraviesa el dispositivo llegando a los ojos del espectador.

Disponen de una memoria RAM interna del mismo tamaño de la capacidad de la pantalla, por ejemplo si una pantalla tiene un tamaño de 128 píxeles de largo por 64 píxeles de alto (128x64), tendrá una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64).

Figura 4. Célula de cristal líquido



Fuente: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-111/rc-111b.htm>

2.3.1 Módulo GLCD DMT80480T070_02WT. Esta pantalla GLCD Táctil a colores es un dispositivo de visualización y control de parámetros, que posee una resolución de 800x400 píxeles ofreciendo una clara visualización del interfaz gráfico, sus características principales son:

- Modo de pantalla STN.
- Voltaje de alimentación 12v (42v max – 5v min).
- Corriente de operación 350mA(Backlight on) – 130mA (Backlight off)
- 65K (65536) colores.
- Iluminación vía LED.

- Pantalla de 7 pulgadas.
- Buzzer incorporado.

Figura 5. Módulo GLCD DMT80480T070_02WT



Fuente: http://www.dwin.com.cn/en/upfile/DMT80480T070_02W_datasheet.pdf

2.4 Paneles táctiles

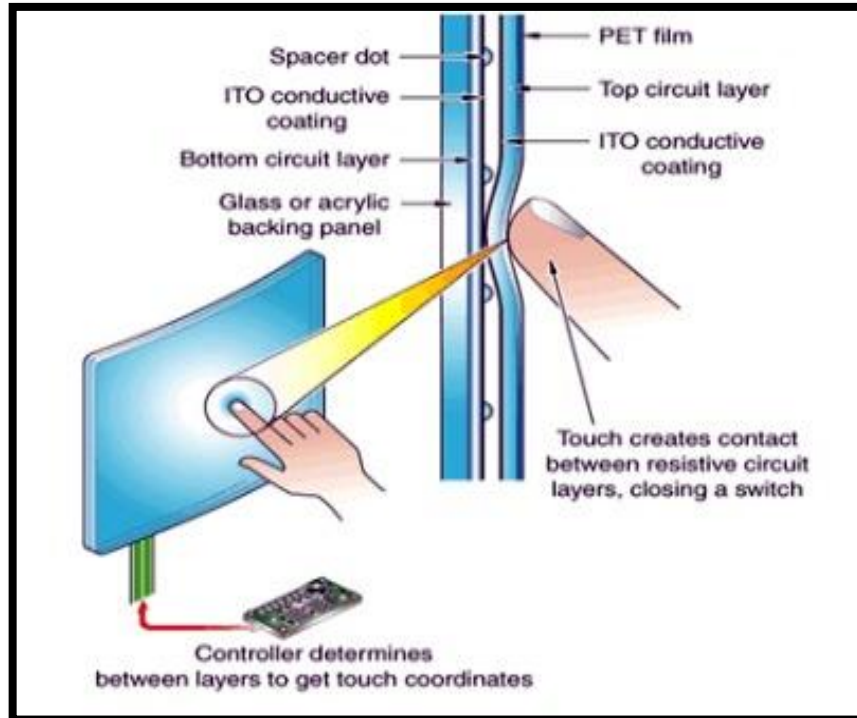
Panel táctil o pantalla táctil es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares.

Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. Así pues, la pantalla táctil puede actuar como periférico de entrada y periférico de salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente.

2.4.1 Panel táctil resistivo. Está formada por varias capas, las más importantes son dos finas capas de material conductor entre las cuales hay una pequeña separación.

Cuando algún objeto toca la superficie de la capa exterior, las dos capas conductoras entran en contacto en un punto concreto. De esta forma se produce un cambio en la corriente eléctrica que permite a un controlador calcular la posición del punto en el que se ha tocado la pantalla midiendo la resistencia.

Figura 6. Estructura panel táctil resistivo



Fuente: http://3.bp.blogspot.com/-Yn2OuQ_JdzY/T4kbFBmHCzI/AAAAAAAAAos/AlkYxO-kNt4/s640/Pantallas-Capacitivas-vs-Resistivas.jpg

Las ventajas importantes que presenta este tipo de panel táctil son:

- Resistencia al polvo.
- Bajo costo.
- Buen funcionamiento para usar con Stylus (puntero).

Sus desventajas radican en:

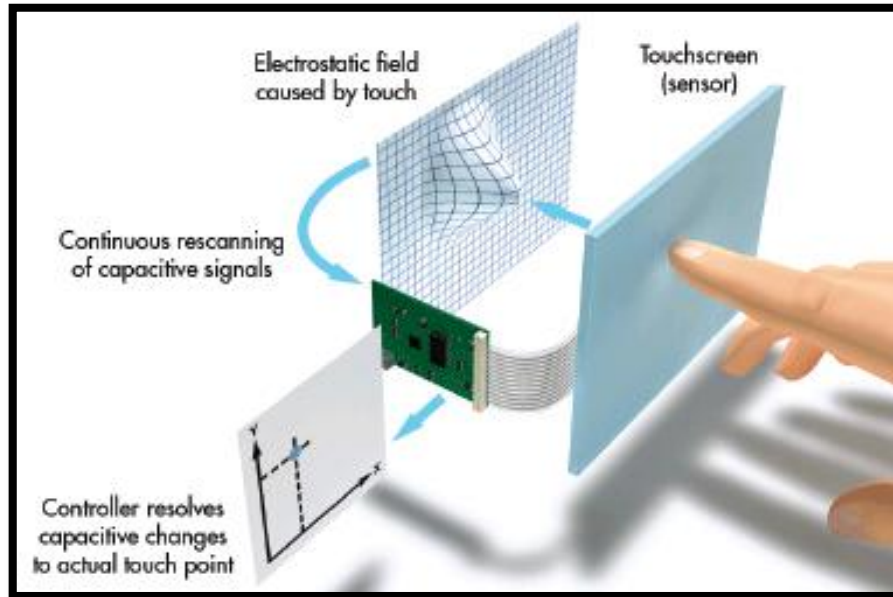
- Pérdida del 25% de su brillo.
- Presión fuerte sobre la pantalla.
- Respuesta lenta.

2.4.2 *Panel táctil capacitivo.* Consisten en una capa de un material aislante que de un lado contiene material conductor, que almacena una carga eléctrica sobre el mismo, es decir, tiene cierta capacitancia. La pantalla continuamente está midiendo este valor.

Cuando la pantalla es tocada por algún objeto dieléctrico, como un puntero o dedo, la capacitancia de la pantalla es distorsionada. Sensores en las esquinas de la pantalla miden la distorsión y la computadora calcula las diferencias relativas de la carga en

cada sensor, esto sirve para calcular las coordenadas del toque las cuales se envían al controlador de la pantalla y después al sistema operativo para ser utilizadas.

Figura 7. Funcionamiento panel táctil capacitivo



Fuente:

<http://69.64.50.245/gaolinimages/images/desc/61/20120706/A3002000WY/InsetImage/2012070610402329.jpg>

Las ventajas importantes que presenta este tipo de panel táctil son:

- Mejor brillo.
- Respuesta rápida.
- Presión leve sobre la pantalla.

Su principal desventaja radican en:

- Costo muy elevado

Tabla 1. Diferencias entre paneles táctiles resistivo y capacitivo

	Resistivo	Capacitivo
Visibilidad Interiores	Buena	Muy Buena
Visibilidad Exteriores	Mala, produce reflejos	Muy buena, aunque también produce reflejos
Sensibilidad	Se requiere presión con algún objeto, dedos, stylus, etc.	Un pequeño toque con el dedo es suficiente, no funciona con objetos
Precisión	Hasta 1 pixel, útil para dibujar	Abarca un grupo de pixeles

Costo	Barato	Caro, hasta un 10% o 15% más que el resistivo
Multitouch	No disponible	Disponible, depende del software
Duración	Propensa a daños por la presión y requiere recalibrarse cada cierto tiempo	Más resistente a rayones, pero bastante más frágil
Cuidado	Limpieza del stylus u objeto utilizado	Limpieza continua contra las huellas digitales
Temperatura de Trabajo	-15 a 55 grados centígrados a cualquier humedad	0 a 35 grados centígrados con 5% de humedad

2.5 Comunicación serial

Los puertos seriales se conocen también con el nombre de puertos de comunicación y tienen la característica de ser bidireccionales. Ésta característica permite a cada uno de estos dispositivos tanto recibir como enviar datos, bit por bit, y a modo de ejemplo, se puede mencionar entre ellos el puerto de los antiguos modelos de teclados y módems.

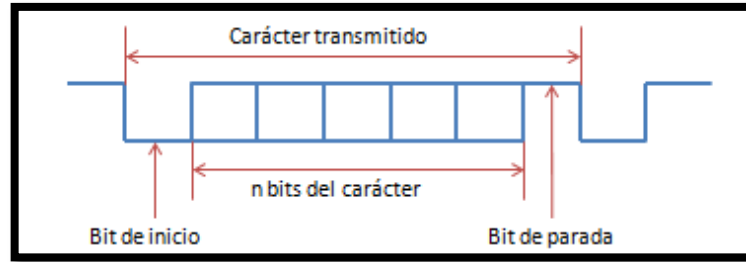
Dentro de sus principales ventajas se encuentra la necesidad de sólo un cable para poder transmitir los 8 bits, sin embargo, se demora 8 veces más en realizar esta transmisión que si contáramos con 8 cables, como sucede con un puerto paralelo.

2.5.1 Comunicación asincrónica. Para este tipo de puerto la comunicación se establece usando un protocolo de transmisión asíncrono. En este caso, se envía en primer lugar una señal inicial anterior al primer bit de cada byte, carácter o palabra codificada. Una vez enviado el código correspondiente, se envía inmediatamente una señal de stop después de cada palabra codificada.

La señal de inicio (start) sirve para preparar al mecanismo de recepción o receptor, la llegada y registro de un símbolo, mientras que la señal de stop sirve para predisponer al mecanismo de recepción para que tome un descanso y se prepare para la recepción del nuevo símbolo.

La típica transmisión start-stop es la que se usa en la transmisión de códigos ASCII a través del puerto RS-232, como la que se establece en las operaciones con teletipos.

Figura 8. Formato básico de transmisión serial asincrónica



Fuente: Autores

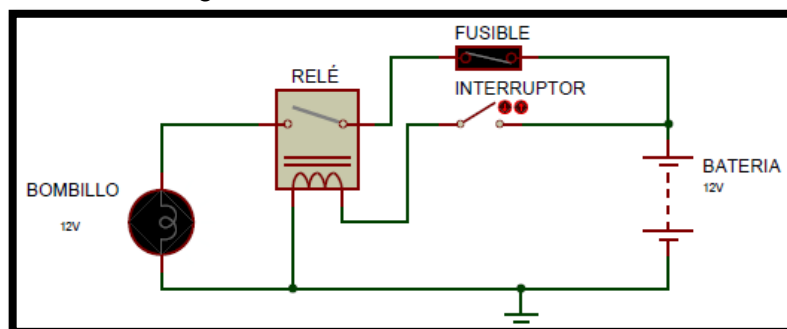
El puerto serie RS-232 es del tipo asincrónico, utiliza cableado simple desde tres hilos hasta veinte y cinco, conecta computadoras o microcontroladores a todo tipo de periféricos, desde terminales a impresoras y módems pasando por mouse.

2.6 Interfaces de potencia

2.6.1 Relés automotrices. Llamados también relevadores estos son interruptores electro-magnéticos que se operan a distancia con una señal eléctrica de muy bajo consumo (0,15A en los terminales 85 y 86) para abrir o cerrar un circuito eléctrico entre los terminales 30 y 87 (también 87a si el relé dispone del quinto terminal) existen modelos de relé de 30A, 50A y 70A de capacidad.

Estos dispositivos forman parte del sistema eléctrico del automóvil, tales como las luces altas, la bocina, el electroventilador son accesorios del automóvil que trabajan con corriente eléctrica. Algo que poseen en común es su alto consumo de corriente. Para que pueda conducir esta corriente, los cables deben ser de un calibre suficiente para soportar el trabajo y no sufran problemas de calentamiento para evitar el recalentamiento. Muchas veces esos cables deben recorrer largas distancias desde el interior de la cabina, el tablero de instrumentos y el mismo compartimiento del motor, hasta llegar a los actuadores.

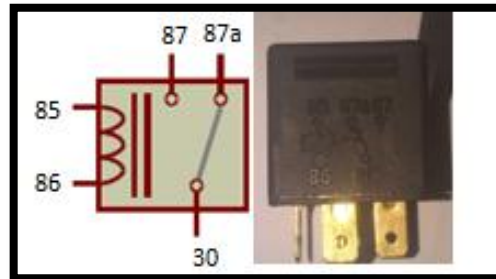
Figura 9. Funcionamiento de un relé



Fuente: Autores

Los relés existen de diferentes tipos y capacidades. Los empleados en el sistema son los de 4 terminales 12v-30A y 5 terminales 12v-50A.

Figura 10. Esquema de un relevador (Relé)

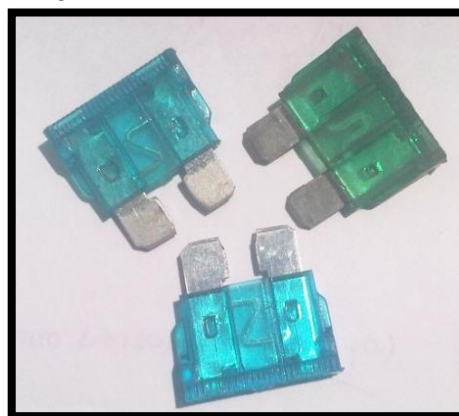


Fuente: Autores

2.6.2 Fusible. Es el punto eléctricamente más débil en un circuito eléctrico. En un circuito es necesario proteger el alambrado y otros elementos del circuito a daños debido a sobrecargas o cortos, los cuales pueden ocurrir por una sobre carga mecánica del componente eléctrico o por tierras en el circuito.

Debido a la baja capacidad de corriente, los fusibles están diseñados para quemarse o fundirse a un valor predeterminado, dependiendo de la capacidad del circuito para el que están diseñados. Los tipos de fusibles pueden ser de vidrio cilíndrico y del tipo en C encapsulado en un plástico transparente. La capacidad de estos fusibles va desde 2 hasta 30 Amperios. [3]

Figura 11. Fusibles automotrices

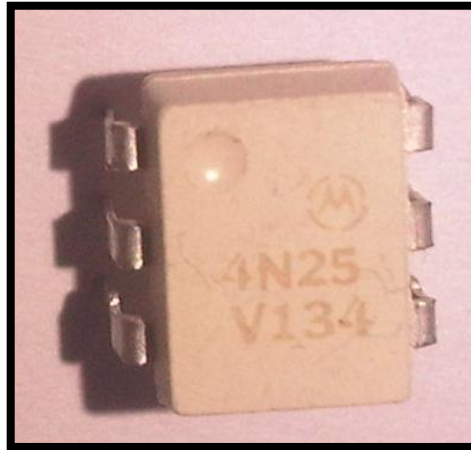


Fuente: Autores

2.6.3 Optoacoplador. Es conocido como optoaislador o dispositivo de acoplamiento óptico, basa su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica. Este es muy utilizado para proteger microcontroladores como los PICs y/o PICAXE (Versión mejorada del PIC).

En general pueden sustituir los relés por tener una velocidad de conmutación mayor, así como, la ausencia de rebotes.

Figura 12. Optoacoplador



Fuente: Autores

La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. Fundamentalmente este dispositivo está formado por una fuente emisora de luz, y un fotosensor de silicio, que se adapta a la sensibilidad espectral del emisor luminoso, todos estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP (Encapsulado con Doble Fila de Pines).

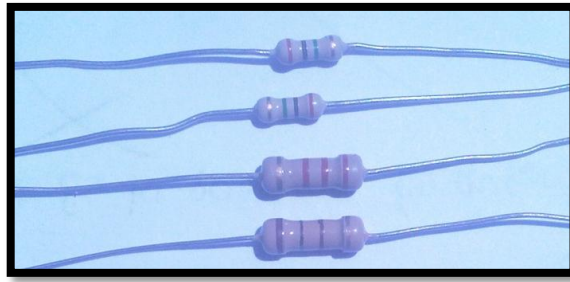
2.7 Componentes Electrónicos

2.7.1 Resistencia. Es un componente electrónico que tiene la propiedad de oponerse al paso de la corriente eléctrica, la unidad en la que se mide esta característica es el Ohmio y se representa con la letra griega Omega (Ω).

Las características más importantes de las resistencias son:

- *Valor nominal.*- Es el valor en Ohmios que tiene y está impreso en la propia resistencia en cifras o por medio del código de colores.
- *Tolerancia.*- Es el error máximo con el que se fábrica la resistencia.
- *Potencia máxima.*-Es la mayor potencia que será capaz de disipar sin quemarse.
- *Tipos.*- Hay tres tipos de resistencias: fijas, variables y especiales.

Figura 13. Resistencias

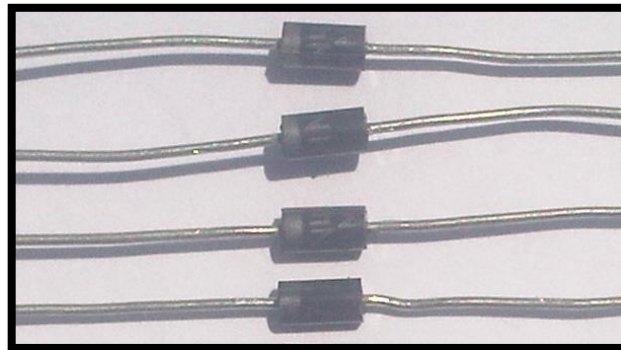


Fuente: Autores

2.7.2 Diodo. Es un dispositivo de estado sólido que permite que la corriente pase a través de éste, solamente en una dirección, actúa como una válvula de control eléctrica de un solo sentido, permitiendo que la corriente pase en una dirección y se bloquee en la otra.

Los diodos utilizados en sistemas electrónicos son más pequeños. Los diodos negativos se identifican por una marca pintada de negro, un número de parte en negro o un signo negativo y los positivos de la misma forma con un signo positivo o una marca en rojo. (Santander,

Figura 14. Diodos



Fuente: Autores

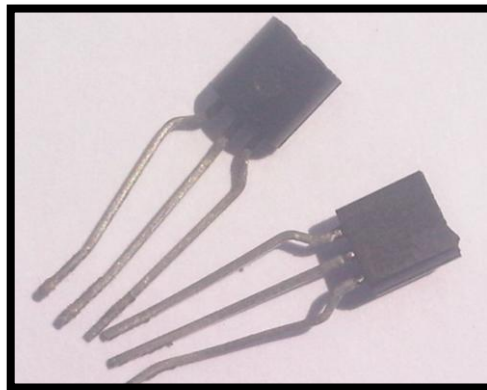
2.7.3 Transistor. Es un dispositivo de conmutación de estado sólido que se utiliza para controlar la corriente en un circuito y funciona de la misma forma de un relevador, excepto que no tiene partes móviles. Se utiliza en corriente relativamente pequeña, para controlar una corriente más grande. Un transistor permite que la corriente pase o se detenga (interruptor).

El transistor está constituido por tres materiales semiconductores extrínsecos de la forma PNP o NPN, es decir, porción de material N, seguido de material P, luego otra porción de material N, en el tipo NPN y de forma análoga el PNP, pero con los materiales semiconductores inversos. (Santander,

- *Emisor*, se diferencia de las otras dos por estar fuertemente dopada, comportándose como un metal. Su nombre se debe a que esta terminal funciona como *emisor* de portadores de carga.
- *Base*, la intermedia muy estrecha, que separa el emisor del colector.
- *Colector*, de extensión mucho mayor.

El funcionamiento del transistor depende de la cantidad de corriente que pase por su base. Cuando no pasa corriente por la base, no puede pasar tampoco por sus otros terminales; se dice entonces que el transistor está en corte, es como si se tratara de un interruptor abierto. El transistor está en saturación cuando la corriente en la base es muy alta; en ese caso se permite la circulación de corriente entre el colector y el emisor y el transistor se comporta como si fuera un interruptor cerrado.

Figura 15. Transistores



Fuente: Autores

2.7.4 Condensador. Es un dispositivo que se utiliza en circuitos eléctricos y electrónicos, para almacenar en forma temporal una carga eléctrica hasta que se necesite para llevar a cabo un trabajo o disiparla con seguridad si no es utilizada.

El condensador común consiste en varias capas delgadas de material eléctricamente conductor, separadas por un material aislante denominado material dieléctrico. Las capas alternas de metal se conectan a un terminal del condensador y las otras capas se conectan a tierra. (Santander,

Los tipos de condensadores más comunes son:

- Electrolíticos
- Poliéster (película enrollada)
- Cerámicos

Figura 16. Tipos de Condensadores

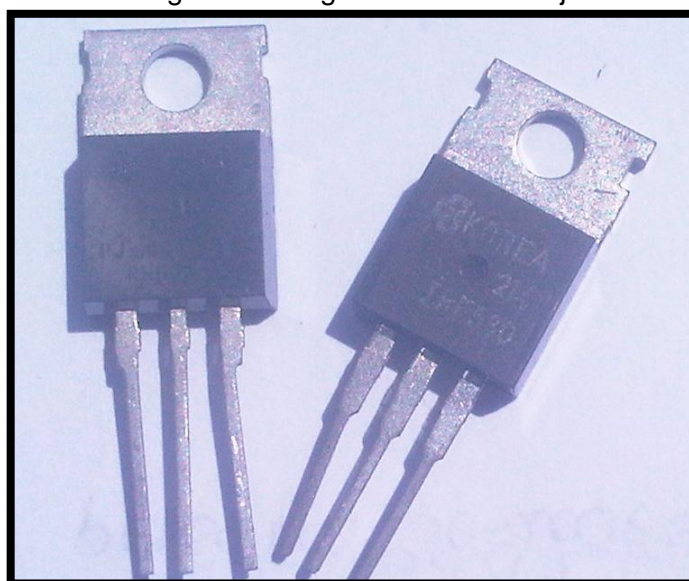


Fuente: Autores

2.7.5 Regulador de voltaje. Es un dispositivo electrónico diseñado con el objetivo de proteger aparatos eléctricos y electrónicos sensibles a variaciones de diferencia de potencial o voltaje y ruido existente en la corriente alterna de la distribución eléctrica.

Los reguladores de tensión están presentes en las fuentes de alimentación de corriente continua reguladas, cuya misión es la de proporcionar una tensión constante a su salida. Un regulador de tensión eleva o disminuye la corriente para que el voltaje sea estable, es decir, para que el flujo de voltaje llegue a un aparato sin irregularidades. Esto a diferencia de un "supresor de picos" el cual únicamente evita los sobre voltajes repentinos (picos). Un regulador de voltaje puede o no incluir un supresor de picos.

Figura 17. Reguladores de voltaje



Fuente: Autores

2.8 Sensores

2.8.1 *Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).* Se utiliza para detectar la temperatura del refrigerante en los motores enfriado por líquido refrigerante y la temperatura de la culata de cilindros en los motores enfriados por aire. Es un termistor tipo NTC. (Santander,

El sensor de temperatura se conecta en serie a una resistencia de valor fijo. La ECM suministra 5 voltios para el circuito y mide la variación de voltaje entre la resistencia de valor fijo y el sensor de temperatura.

Cuando el sensor está frío, la resistencia del sensor es alta, y la señal de tensión es alta. A medida que el sensor se calienta, la resistencia disminuye y disminuye la tensión de la señal, mediante esta variación de voltaje la ECM puede determinar la temperatura del refrigerante.

Figura 18. Sensor ECT



Fuente: Autores

2.8.2 *Sensor de nivel de combustible.* El cuerpo metálico del sensor está montado en la superficie del depósito y tiene un flotador en el extremo de una palanca giratoria cuya posición dependerá del nivel del líquido. El otro extremo de la palanca del flotador tiene un contacto deslizante sobre una resistencia eléctrica que se mueve en sincronización con él, de manera que la posición del contacto sobre la resistencia

también dependerá del nivel del líquido en el depósito. Esta resistencia se conecta en serie con el indicador del tablero, de forma tal que el circuito se cierra a tierra.

De todo esto se desprende que para cada valor del nivel en el depósito, corresponderá un valor de resistencia en serie con el indicador del tablero y por tanto una indicación de la aguja en la escala.

Figura 19. Sensor de nivel de combustible



Fuente: Autores

2.8.3 *Sensor de tipo magnético.* Normalmente conocido como interruptor magnético se componen de dos partes: el imán actuador, y el interruptor propiamente dicho. El interruptor consiste en unas lengüetas de material magnético, aleación especial de ferro-níquel, con zona de contacto protegida por un recubrimiento de un metal noble, con una separación entre ambas partes de 0,2 a 0,3 milímetros.

Por su parte, un envoltente de cristal mantiene las lengüetas en la posición correcta y, además, permite mantener en su interior una atmósfera especial, mezcla de nitrógeno e hidrógeno, para una óptima protección de la zona de contactos. Este sistema ofrece una elevada fiabilidad de contactos, elevado número de maniobras, y una protección absoluta contra ambientes desfavorables.

Figura 20. Interruptor magnético



Fuente: Autores

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SOFTWARE Y HARDWARE DEL SISTEMA

3.1 Descripción general del sistema

El sistema implementado en el vehículo cumple dos funciones principales, controlar el sistema eléctrico y monitorear variables dentro del funcionamiento del motor.

El sistema electrónico permite realizar las siguientes funciones:

- Sensado de forma precisa los parámetros que permitirán obtener la temperatura del refrigerante, revoluciones del motor y la velocidad lineal del vehículo.
- Visualización inmediata de los parámetros en el panel GLCD en tiempo real.
- Control de ciertos parámetros del sistema eléctrico como son: encendido del motor, faros, direccionales, luces guías, luces de parqueo, limpia parabrisas y bomba del líquido de limpia parabrisas, mediante una botonera virtual, que permitirá su activación y desactivación según los requerimientos del conductor.

3.2 Requisitos del sistema electrónico

El sistema de monitoreo y control debe cumplir con ciertos requerimientos dentro de los cuales están:

- Inmunidad a las interferencias eléctricas producidas por elementos propios del vehículo como el motor de arranque, alternador, bobinas, entre otros.
- Alta capacidad de recepción para que las vibraciones causadas por el motor y por las condiciones de la calzada no interfiera en el funcionamiento del sistema.
- Mínima interferencia en el funcionamiento normal del vehículo.
- Alta velocidad de procesamiento para visualizar los datos en tiempo real.
- Buena resolución del visualizador gráfico para generar una imagen legible de los parámetros monitoreados.
- Panel táctil sensible al manejo dactilar.
- Larga vida útil con mantenimientos mínimos y costos relativamente bajos.
- Consumo mínimo de corriente (1,5A) para proteger la batería del vehículo.

- Protección contra el retorno de corriente para evitar daños en el sistema.

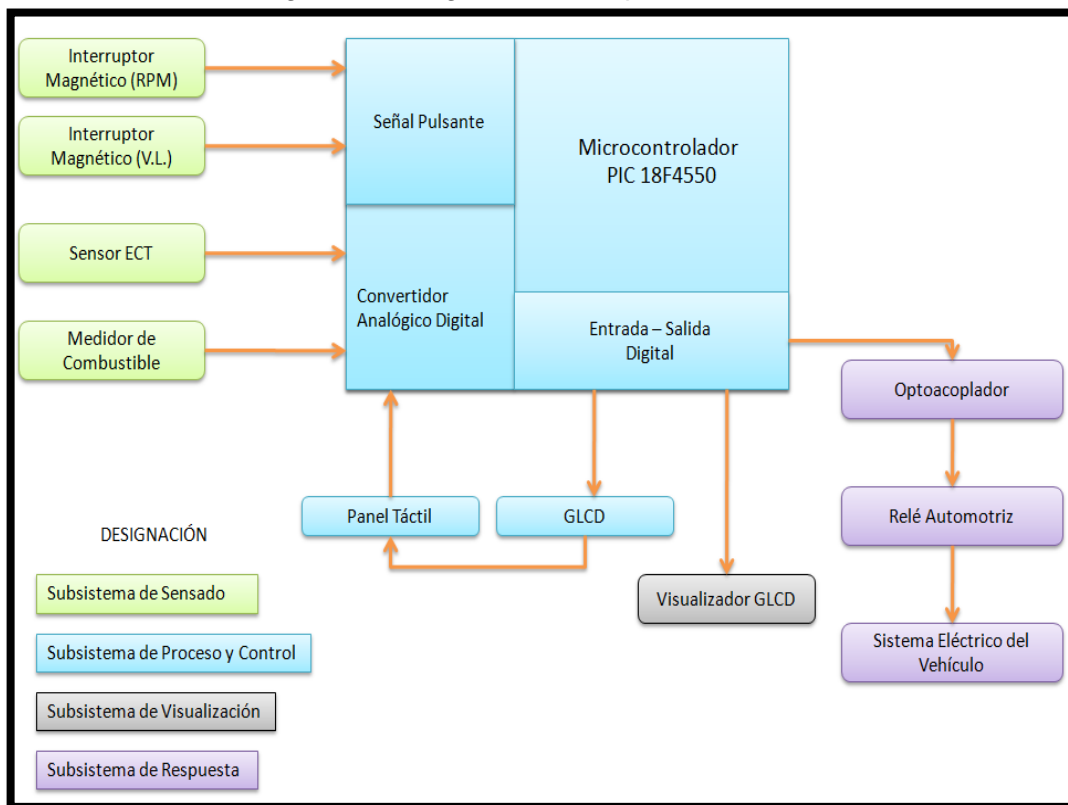
3.3 Diagrama de bloques del sistema

El diagrama de bloques es una herramienta que se utiliza para definir el proceso interno en cuanto a su organización, sus entradas de información y sus salidas de respuesta.

La concepción básica del dispositivo se basa en bloques agrupados en subsistemas, de acuerdo a sus funciones generales (sensado, procesamiento control, visualización, y respuesta).

La siguiente figura muestra el diagrama de bloques del sistema electrónico completo.

Figura 21. Diagrama de bloques del sistema



Fuente: Autores

3.3.1 Subsistema de sensado. Este subsistema es el encargado de la adquisición de variables discretas, continuas y pulsantes que intervienen el funcionamiento del sistema electrónico.

3.3.1.1 Señales discretas. Las señales discretas corresponden a las señales lógicas que permiten la activación de los distintos accesorio tales como el limpia parabrisas, luces guía, de salón, de aparcó, cambio de luces altas-bajas, direccionales, acción que se logra inductando la bobina de un relé, mediante un optoacoplador que transforma el voltaje proveniente del microcontrolador (5V) en un voltaje que permite activar el relevador, el optoacoplador sirve como un elemento aislante eléctrico entre estos dos tipos de voltajes (5V-TTL).

3.3.1.2 Señales continuas. Las señales continuas sensadas para el sistema electrónico corresponde a las señales de la temperatura del refrigerante y la cantidad de combustible. Para este tipo de señales se debe realizar un circuito divisor de tensión como se muestra en la figura 22, con el objetivo de generar variaciones de voltajes bajos que sean admisibles para el microcontrolador y de esa manera poder generar la señal correspondiente en la pantalla de visualización.

Figura 22. Circuito divisor de voltaje



Fuente: Autores

3.3.1.3 Señales pulsantes. Para el cálculo de revoluciones del motor y velocidad lineal de vehículo se emplea señales pulsantes es decir que presentan una onda cuadrada que varía de 0V a 5V generada por un interruptor magnético y un imán permanente que son alimentados con 5V. Para las revoluciones del motor este dispositivo está instalado en la polea del cigüeñal mientras que para la velocidad lineal del vehículo se lo dispuso en el tambor de la rueda posterior izquierda.

Figura 23. Señal pulsante



Fuente: Autores

3.3.2 *Subsistema de procesamiento y control.* El principal elemento de este subsistema es el microcontrolador PIC 18F4550 que actúa como un cerebro, es decir recibirá las señales, las procesará de acuerdo a las condiciones indicadas y generará una respuesta. Las funciones principales que realiza este microcontrolador en nuestro sistema son:

- Recibe las señales de los distintos sensores instalados en el vehículo, para ser procesadas.
- Interpretar las señales pulsantes provenientes desde el interruptor magnético para realizar el cálculo tanto de la velocidad angular del motor como la velocidad del vehículo.
- Controlar la pantalla GLCD con el panel táctil incorporado para la visualización y control de parámetros involucrados en este sistema electrónico del vehículo.
- Controla la activación y desactivación de los accesorios eléctricos del vehículo utilizando a la pantalla como medio de enlace con el usuario.

3.3.3 *Subsistema de visualización.* Este subsistema permite visualizar al usuario en forma alfanumérica y gráfica los parámetros controlados por el sistema en general, además tiene la función de actuar como un medio de enlace entre el usuario y el microcontrolador para la activación o desactivación de los accesorios del vehículo mediante su panel táctil.

3.3.4 *Subsistema de respuesta.* Corresponde a los elementos (optoacoplador – transistor) que permiten transformar los voltajes provenientes del microcontrolador (0V-5V) en niveles de tensión (12V) y corriente (0,15A) capaces de activar y desactivar los relevadores que permitirán el funcionamiento del sistema eléctrico del vehículo.

3.4 Software - Programación del firmware

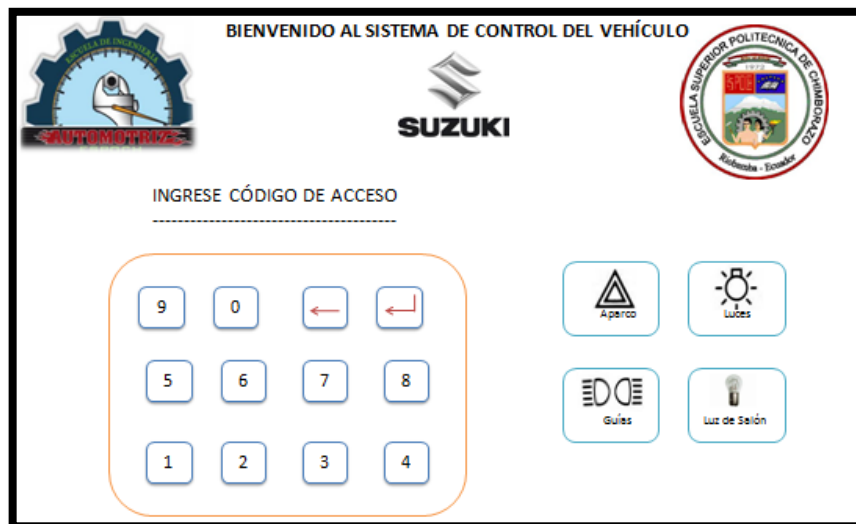
3.4.1 *Diagrama de flujo del programa principal.* El programa se da inicio con la configuración de pines y puertos internos del microcontrolador, luego se despliega un teclado sobre el Módulo Touch GLCD, en el que el usuario debe ingresar la clave de acceso, además se pueden controlar la activación y desactivación de luces, parqueo, guías y luz de salón. Al introducir la clave si ésta es correcta se abre el tablero y el teclado virtual, para luego ser presionados los botones en el panel táctil, administrando así todos los sistemas eléctricos del automóvil; permitiendo además la visualización de

las variables del vehículo y del motor. Si el usuario presiona la tecla bloqueo esta acción permitirá regresar a la pantalla de inicio. En el caso de que la clave sea incorrecta se borrarán los dígitos ingresados solicitando nuevo código.

El diagrama de flujo principal se puede ver en el Anexo A.

Cuando se activa la alimentación del dispositivo por medio de un interruptor aparece el teclado virtual que permite el ingreso de la clave de seguridad, además se encuentran botones que habilitan el encendido de luces faros, guías, de salón y aparcó. En esta interfaz no se puede encender el vehículo. Como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Interfaz inicial del sistema



Fuente: Autores

Una vez ingresada la clave de seguridad que consta de 5 dígitos el sistema realiza una transición con la imagen de Suzuki por el lapso de 1 segundo antes de desbloquear por completo el tablero de control, como se muestra en la figura 25.

Figura 25. Imagen de transición



Fuente: Autores

Inmediatamente se muestra el tablero de control como se indica en la figura 26. En este estado el sistema procesa los datos provenientes de los sensores y los muestra en el visualizador gráfico GLCD. Además se puede manipular todos los botones que controlan los accesorios del vehículo. Para el encendido se debe activar en primero el botón de “INGNICIÓN” para luego dar arranque por 1.5 segundos al motor con el botón denominado “ARRANQUE”. Para apagar el motor simplemente se desactiva el botón “INGNICIÓN”.

Figura 26. Tablero de control







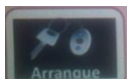

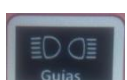
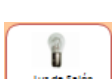


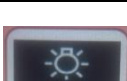



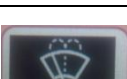

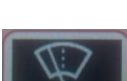

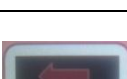
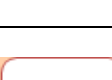
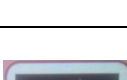
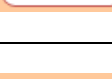
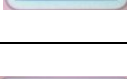
Fuente: Autores

3.4.1.1 Teclado virtual. El teclado virtual sobre el módulo GLCD tiene un algoritmo simple. La lectura de cada botón consiste únicamente en aislar el área y posición que cada uno ocupa en la pantalla.

Si el usuario presiona en un área comprendida entre los rangos X y Y correspondientes a un botón, el sistema asigna la función predeterminada para éste.

El microcontrolador dibuja el botón activo o inactivo, dependiendo de su estado anterior, y envía un comando serial hacia el microcontrolador 18F4550, él mismo que se encarga de manejar la etapa de potencia para que el sistema eléctrico correspondiente a cada botón sea encendido o apagado.

Tabla 2. Estados de visualización del tablero de mando

Desactivado	Activado	Observaciones
	-	Permite desactivar por completo el tablero de mando, retornando a la pantalla de inicio.
		Permite energizar el sistema eléctrico
		Solo se activa cuando se encuentra activado el botón Ignición. El arranque tiene una duración aproximada de 1,5s
		Activa las luces guías
		Enciende la luz interna del habitáculo
		Permite activar luces bajas
		Conmuta luces altas o bajas. Funciona sólo cuando el botón de luces está encendido
		Activa la bomba del líquido limpia parabrisas
		Activa el limpia parabrisas
		Sólo se activa cuando el botón de Ignición está activado
		Sólo se activa cuando el botón de Ignición está activado
		Tiene prioridad sobre los direccionales.


3.4.1.2 Señales Lógicas. Las señales lógicas son enviadas desde el microcontrolador hacia la pantalla GLCD donde se puede visualizar las mismas.

Tabla 3. Estados de visualización de indicadores

Variable	Activado	Desactivado	Observaciones
Direccional Izquierdo			Parpadea cuando se activa el direccional Izquierdo
Direccional Derecho			Parpadea cuando se activa el direccional derecho
Luces Guías			Enciende cuando se activa guías
Luz Alta			Enciende cuando se activa cambio
Luz Baja			Enciende cuando se activa luces
Aparco			Parpadean cuando se activa aparco

3.4.1.3 Visualización de señales sensadas. Una vez que el microcontrolador procesa toda la información los datos son mostrados en la pantalla GLCD en forma numérica.

Tabla 4. Estados de visualización de señales sensadas

Variable	Visualización
1.- Revoluciones del motor	
2.- Nivel de combustible	
3.- Velocidad del vehículo	
4.- Temperatura del refrigerante	

3.4.1.4 Código de Seguridad. El sistema posee un código de seguridad de 5 dígitos. Considerando que el largo de la clave es 5 y la base es 10 (cada dígito puede ser 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9), el siguiente modelo indica el total de combinaciones posibles.

Combinación = Base ^{Número de Dígitos}	Ecuación 1: Combinaciones posibles de una clave
--	--

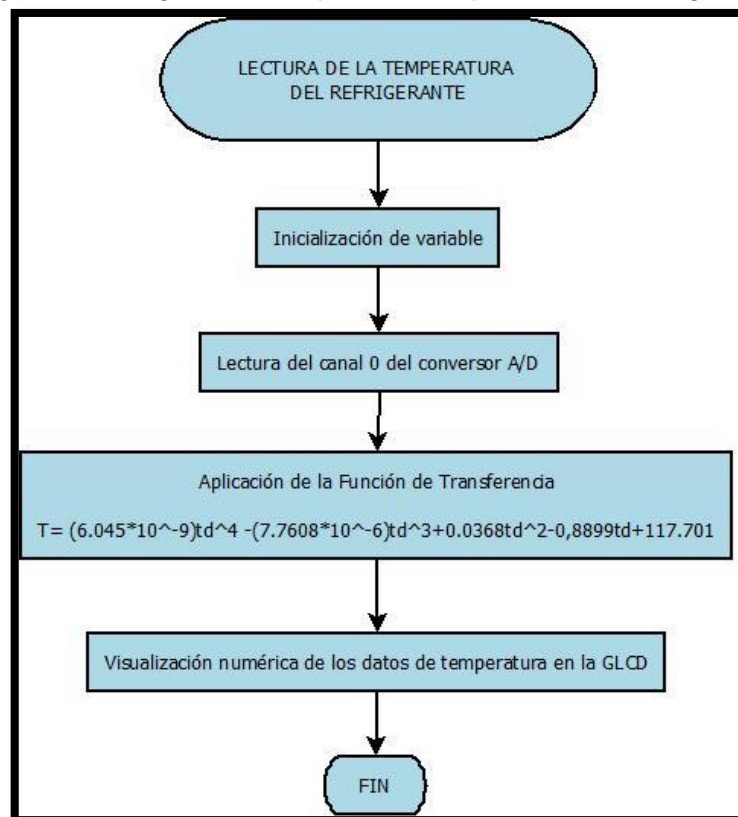
$$\text{Combinación} = 10^5 = 100000$$

Características del menú de ingreso de código de seguridad:

- Cada dígito ingresado es enmascarado en la pantalla con un asterisco (*), para evitar que se visualice el código de seguridad.
- La clave por defecto es 66755.
- El código se encuentra implementado en EEPROM, que lo hace permanente ante el corte de alimentación en el módulo.
- El código no permite cambio en el menú de visualización, solo se lo puede cambiar con un regrabado en el microcontrolador.

3.4.2 *Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la temperatura del motor*

Figura 27. Diagrama de flujo de la temperatura del refrigerante



Fuente: Autores

Para la obtención de la temperatura del refrigerante del motor se realizó mediciones de la resistencia del sensor frente a la temperatura del refrigerante, mediante un multímetro y un termómetro respectivamente. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Datos de resistencia vs temperatura del sensor ECT

Resistencia (kΩ)	Temperatura (°C)
2,65	0
1,8	10
1,24	20
0,83	30
0,605	40
0,417	50
0,296	60
0,216	70
0,158	80
0,121	88

Para obtener la curva y la ecuación que rige a la Temperatura de refrigerante vs el Voltaje Digital se realizó diversos cálculos en donde se emplearon las siguientes ecuaciones:

$V_s = \frac{R_{sensor}}{R_{sensor} + R} * V_{Entrada}$	Ecuación 2: Tensión de salida en el divisor de voltaje
---	--

$R_{ADC} = \frac{V_{referencia+} - V_{referencia-}}{2^{10}}$	Ecuación 3: Resolución ADC
--	----------------------------

$$R_{ADC} = \frac{5V - 0V}{1024} = 4,8828 * 10^{-3}V$$

$V_d = \frac{V_s}{R_{ADC}}$	Ecuación 4: Voltaje digital
-----------------------------	-----------------------------

Los datos obtenidos mediante los cálculos se muestran en la tabla 6, tomando en cuenta que para este caso el valor de la resistencia R es de 2,94kΩ.

Tabla 6. Datos de voltaje de salida vs voltaje digital del sensor ECT

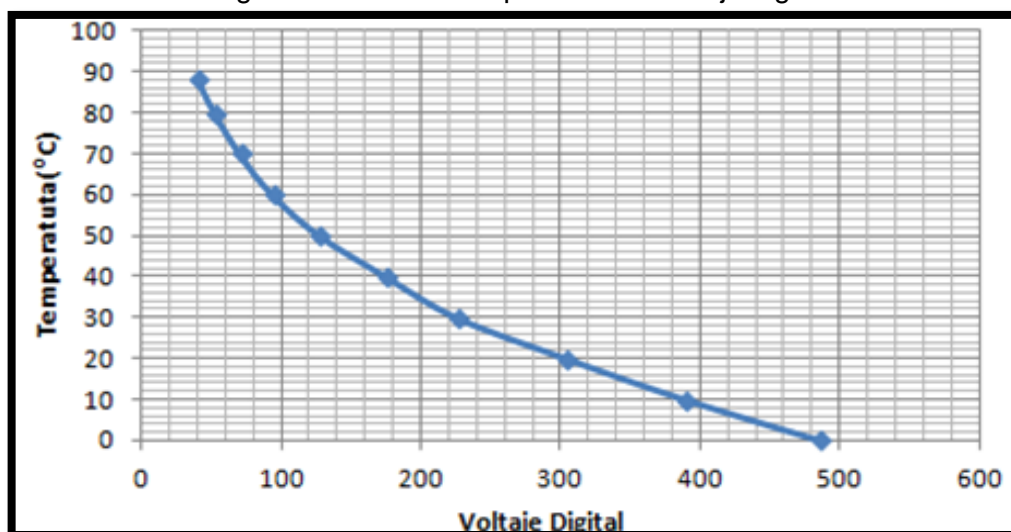
Voltaje de Salida (Vs)	Voltaje Digital (Vd)
2,370304114	485,7180562
1,898734177	389,0848724
1,483253589	303,9454075
1,100795756	225,5729008
0,853314528	174,8595343
0,621090259	127,2725941
0,457354759	93,72023749
0,342205323	70,12404164
0,255003228	52,25475981
0,197647828	40,501604

Para obtener el dato real de temperatura del refrigerante necesitamos encontrar la ecuación que relaciona la temperatura con el voltaje digital es decir $T = f(Vd)$.

Tabla 7. Datos de voltaje digital vs temperatura del sensor ECT

Voltaje Digital (Vd)	Temperatura (°C)
485,7180562	0
389,0848724	10
303,9454075	20
225,5729008	30
174,8595343	40
127,2725941	50
93,72023749	60
70,12404164	70
52,25475981	80
40,501604	88

Figura 28. Gráfica temperatura vs voltaje digital



Fuente: Autores

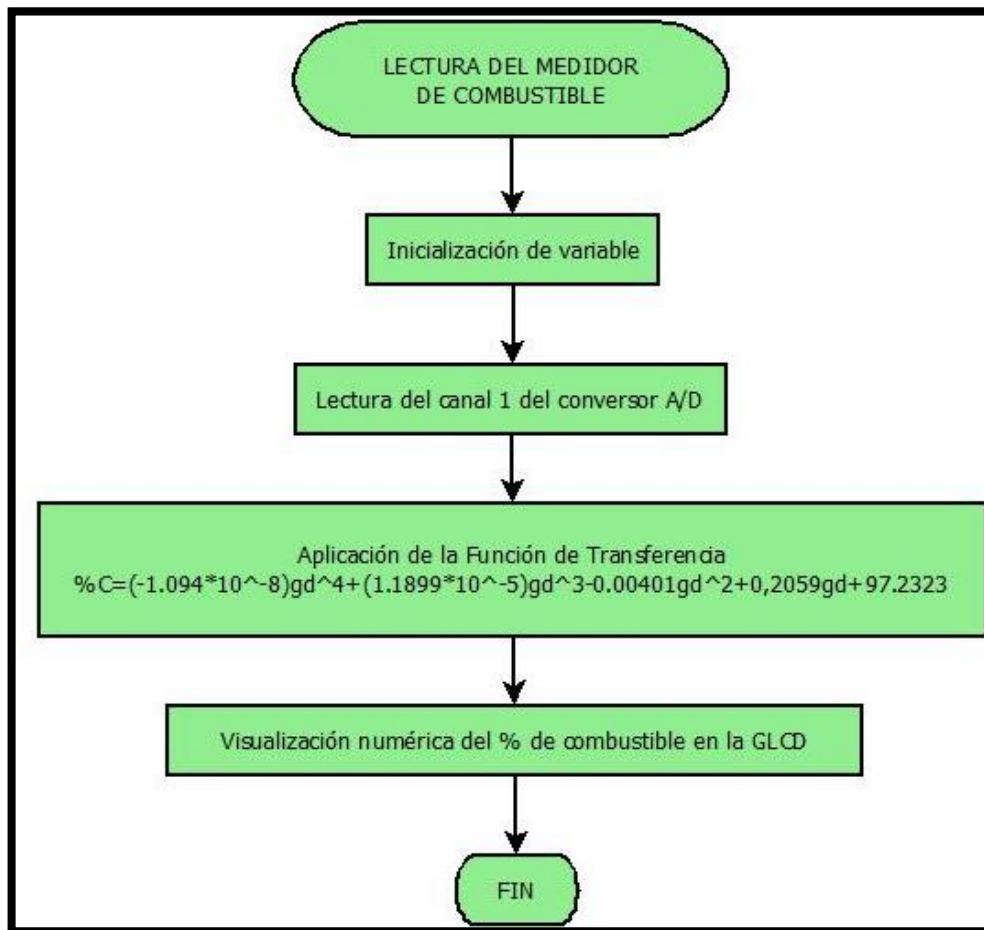
La ecuación que rige a la curva de la figura 28 es:

$T = 6,045 * 10^{-9}V_d^4 - 7,761 * 10^{-6}V_d^3 + 0,00368V_d^2 - 0,8899V_d + 117,701$	Ecuación 5: Función del sensor de temperatura.
--	--

La ecuación 5, se obtuvo por medio de métodos numéricos, mediante el ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados.

3.4.3 Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la cantidad de combustible

Figura 29. Diagrama de flujo de la cantidad de combustible



Fuente: Autores

Para la obtención del porcentaje de combustible existente en el depósito se realizó mediciones de resistencia del sensor frente al porcentaje de combustible, mediante un multímetro y una escala graduada en el medidor de combustible. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Datos de resistencia vs porcentaje de combustible

Resistencia (Ω)	Porcentaje Combustible (%)
115,82	0
98,16	10
73,93	20
53,25	30
37,92	40
31,34	50
27,23	60
22,34	70
17,52	80
11,49	90
4,92	100

Para obtener la curva y la ecuación que rige el porcentaje de combustible vs el voltaje digital se realizó diversos cálculos en donde se emplearon ecuaciones 2, 3 y 4.

Los datos obtenidos mediante los cálculos se muestran en la tabla 9, tomando en cuenta que para este caso el valor de la resistencia R es de 120Ω .

Tabla 9. Datos de voltaje se salida vs voltaje digital del medidor de combustible

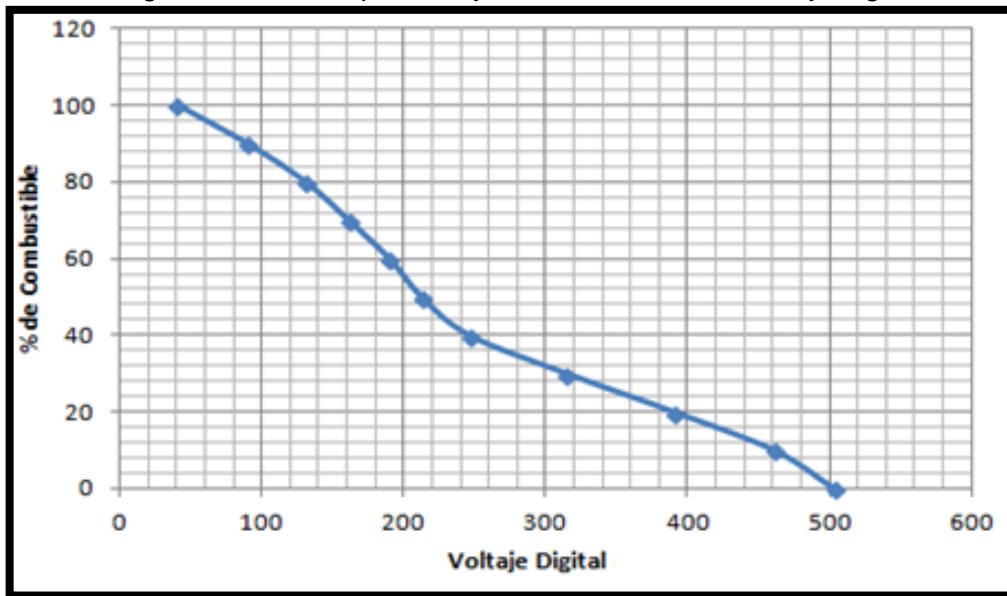
Voltaje (Vs)	Voltaje Digital
2,455686541	503,214455
2,249724972	461,0092157
1,906100139	390,5942908
1,536796537	314,9173231
1,200607903	246,0262096
1,035416942	212,1756029
0,924743598	189,496639
0,784740762	160,8075331
0,636998255	130,5324293
0,436915355	89,531835
0,196926033	40,35369522

Para obtener el dato real del porcentaje de combustible necesitamos encontrar la ecuación que relaciona el porcentaje de combustible con el voltaje digital es decir $\%C = f(V_d)$.

Tabla 10. Datos de voltaje digital vs porcentaje de combustible

Voltaje Digital (Vd)	Porcentaje Combustible (%)
503,214455	0
461,0092157	10
390,5942908	20
314,9173231	30
246,0262096	40
212,1756029	50
189,496639	60
160,8075331	70
130,5324293	80
89,531835	90
40,35369522	100

Figura 30. Gráfica porcentaje de combustible vs voltaje digital



Fuente: Autores

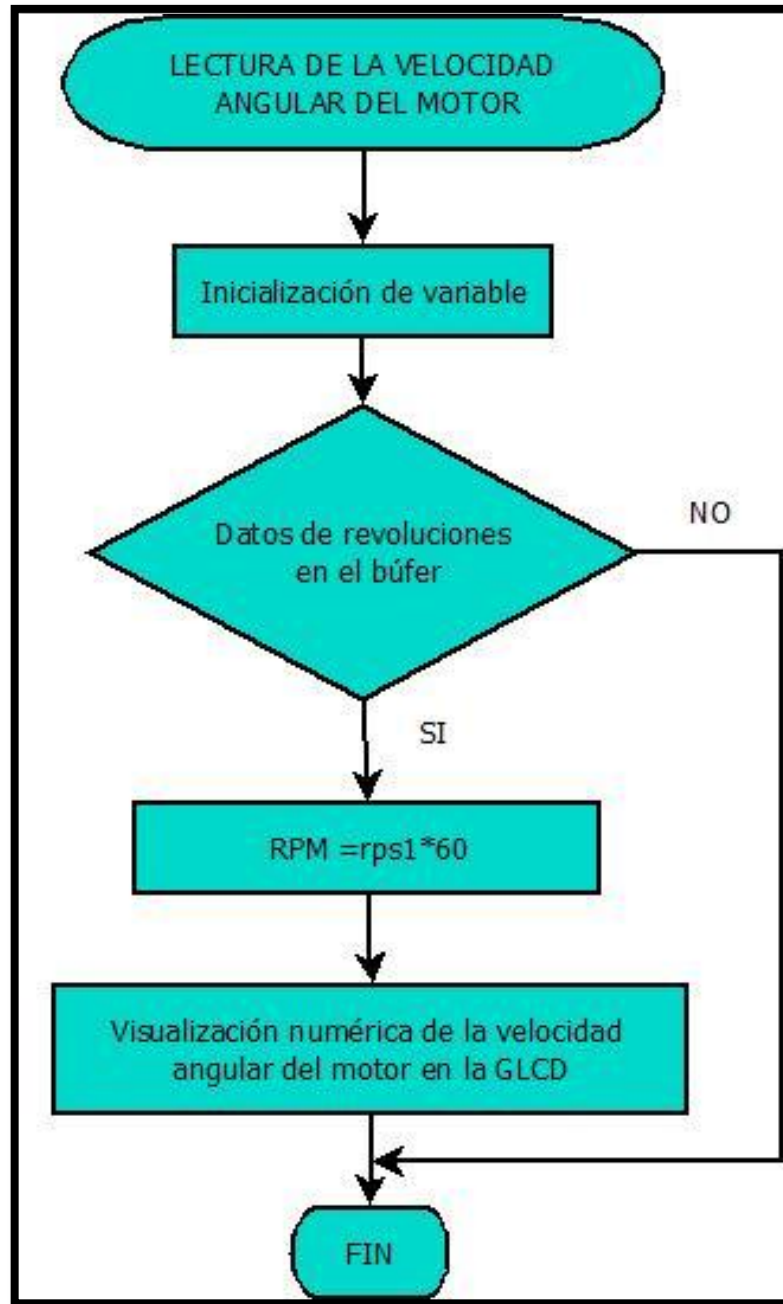
La ecuación que rige a la curva de la figura 30 es:

$\%C = -1,0935 * 10^{-8}V_d^4 + 1,1899 * 10^{-5}V_d^3 - 0,00401V_d^2 + 0,2059V_d + 97,2323$	Ecuación 6: Función del medidor de combustible
---	--

La ecuación 6, se obtuvo al igual que para la temperatura del refrigerante por medio de métodos numéricos, mediante el ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados.

3.4.4 Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la velocidad angular del motor

Figura 31. Diagrama de flujo de la velocidad angular del motor

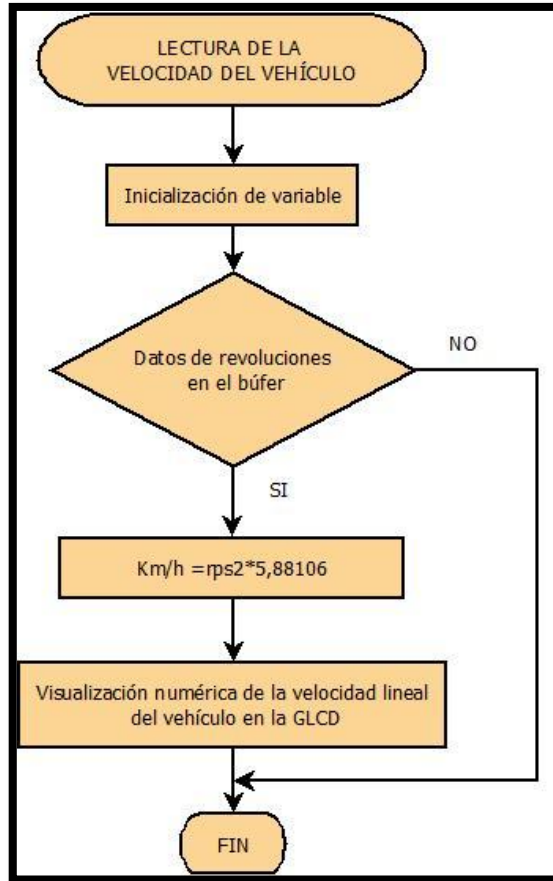


Fuente: Autores

Para medir las revoluciones del motor el microcontrolador emplea un TIMER que permite contar el número de pulsos que emite el sensor en un segundo. Para obtener revoluciones por minuto simplemente hay que multiplicar por 60 los pulsos por segundo que cuenta el microcontrolador, y este valor es mostrado en la pantalla GLCD.

3.4.5 Diagrama de flujo de la subrutina de adquisición y visualización de la velocidad lineal del vehículo

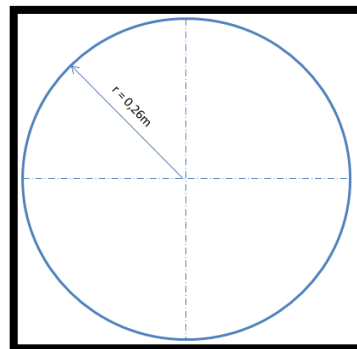
Figura 32. Diagrama de flujo de la velocidad lineal del vehículo



Fuente: Autores

Para obtener la velocidad lineal del vehículo debemos obtener una constante para que esta sea multiplicada por las revoluciones por segundo que obtiene el microcontrolador mediante un TIMER. A continuación detallamos el cálculo de la constante:

Figura 33. Radio del neumático



Fuente: Autores

$P_n = 2\pi r_{neumático}$	Ecuación 7: Perímetro del neumático
----------------------------	-------------------------------------

$$P_n = 2\pi * 0,26m = 1,6336m$$

Como se necesita la velocidad, al perímetro del neumático hay que multiplicar por la frecuencia ($F = \text{ciclo/s}$) para luego transformar todas las unidades a km/h y obtener la constante (k) buscada.

$$k = 1,6336m \left(\frac{1 \text{ ciclo}}{s} \right) \left(\frac{3600s}{h} \right) \left(\frac{1Km}{1000m} \right) = 5,88106 Km/h$$

Debido a la constante k el valor de la velocidad irá incrementando de 5,88 km/h es decir que la velocidad se mostrará cuando llegue a 5,88 y sus múltiplos, mostrándose en la GLCD solamente la parte entera.

3.5 Hardware

3.5.1 Selección de Componentes

3.5.1.1 Microcontrolador PIC 18F4550. La selección del PIC 18F4550 se debió principalmente a su capacidad de memoria (EEPROM 256 bytes) que es la idónea para la ejecución correcta del sistema electrónico. Sus características fueron explicadas en la sección del marco teórico.

3.5.1.2 Módulo GLCD DMT80480T070_02WT. Para la selección de este visualizador gráfico se tomó en cuenta principalmente las siguientes características:

- De fácil manipulación.
- Resolución de 800x400 pixeles.
- Mejor visualización con respecto a otros GLCD's.
- Velocidad de procesamiento elevada.
- Dimensiones acorde a las necesidades.
- Conexiones simples para ser manipulada con un microcontrolador.

3.5.1.3 Interruptor magnético. El interruptor magnético es un elemento que permite generar una señal pulsante con la ayuda de un imán permanente previa a una alimentación de 5V, sus características principales para su selección son:

- Bajo costo.
- Funcionamiento muy sencillo.
- Registra señal tanto en bajas como en altas revoluciones.
- Su encapsulado lo hace inmune a sufrir daños por causa del agua.

- Genera pulsos de 0V – 5V lo que facilita el trabajar con un microcontrolador.

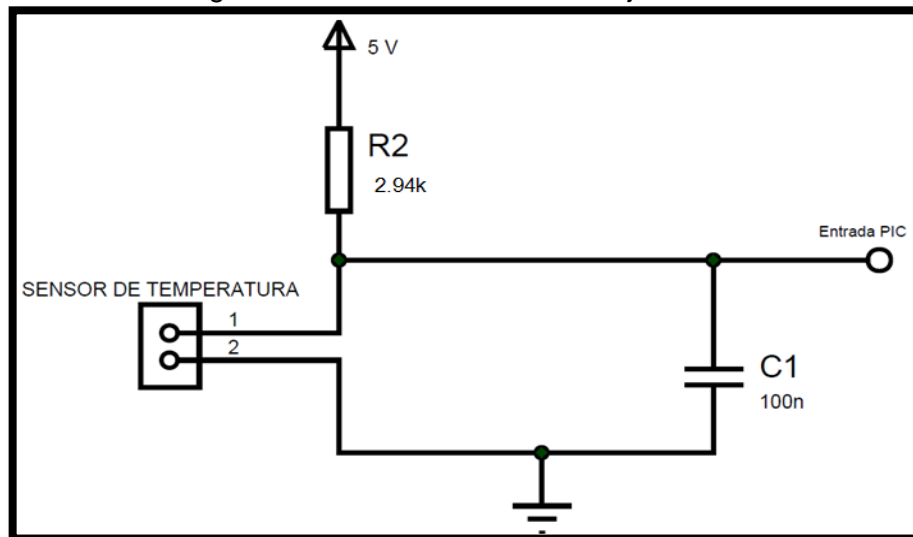
3.5.1.4 Sensor ECT. El sensor de temperatura del refrigerante seleccionado es el sensor del Volkswagen Saveiro, la principal razón de su elección es su tamaño reducido, ideal para ser acoplado en el múltiple de admisión sin afectar a ningún elemento estándar del vehículo, y es de tipo NTC.

3.5.2 Caracterización del subsistema de sensado

3.5.2.1 Temperatura del refrigerante del motor. Para obtener la temperatura del refrigerante del motor se utilizó un sensor ECT perteneciente al Volkswagen Saveiro este sensor es de tipo NTC, es decir que a medida que aumenta la temperatura la resistencia del sensor disminuirá, debido a que no se obtuvo la curva que rige a este dispositivo se realizó distintas mediciones para generar la curva que más se acerque a la realidad del funcionamiento del sensor ECT, datos que se especifica en la sección del Firmware.

Para obtener la señal que ingresa al microcontrolador se realizó el siguiente circuito:

Figura 34. Circuito divisor de voltaje del ECT



Fuente: Autores

En la Figura 34 se puede observar un circuito divisor de voltaje el cual es alimentado con 5V, y se utiliza una resistencia R2 de 2.94 k Ω y el sensor ECT de tipo NTC para generar la división de voltaje, además se emplea un capacitor de 100nF para que todos los ruidos eléctricos se direccionen a tierra (GND), los detalles de voltaje - resistencia para 0°C y 88°C se muestra a continuación, empleando la ecuación 2:

Para 88°C

$$V_{Salida} = 5V * \frac{121\Omega}{121\Omega + 2940\Omega}$$

$$V_{Salida} = 0.1976V$$

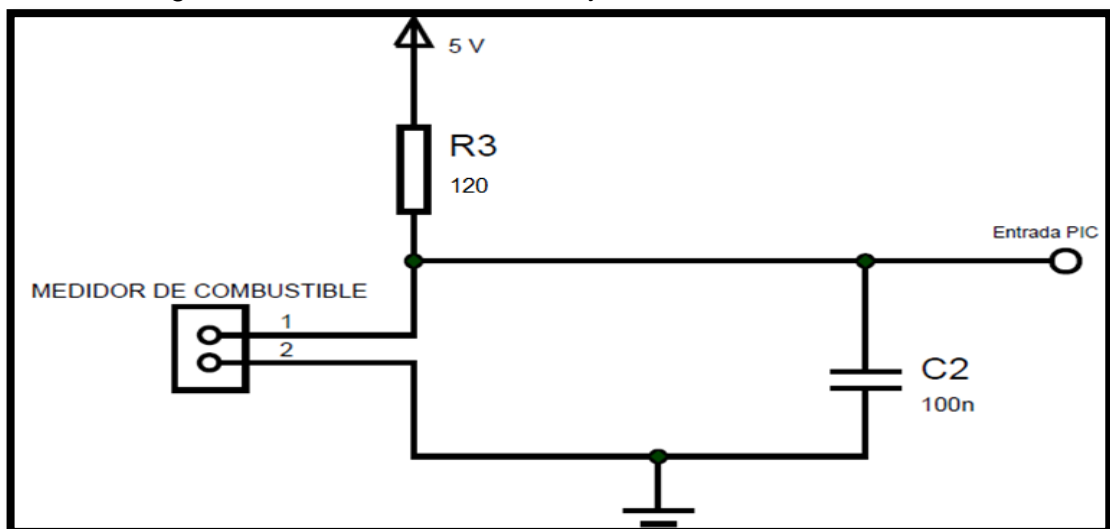
Para 0°C

$$V_{Salida} = 5V * \frac{2650\Omega}{2650\Omega + 2940\Omega}$$

$$V_{Salida} = 2.3703V$$

3.5.2.2 Cantidad de combustible. Para obtener la señal que permite saber el nivel de combustible existente en el tanque del vehículo se utilizó el mismo sensor del automotor, el cual consta de una resistencia eléctrica y una mecanismo con una boya, que de acuerdo al nivel de combustible variará la resistencia, dato que me permite saber el porcentaje de combustible existente en el tanque, con la ayuda de un circuito divisor de voltaje. Para que ingrese la señal al microcontrolador se realizó el siguiente circuito:

Figura 35. Circuito divisor de voltaje del medidor de combustible



Fuente: Autores

Empleando la ecuación 2 se calculó el voltaje que ingresa al microcontrolador para un nivel máximo y mínimo de combustible:

Nivel máximo de combustible

$$V_{Salida} = 5V * \frac{4.92\Omega}{4.92\Omega + 120\Omega}$$

$$V_{Salida} = 0.1969V$$

Nivel mínimo de combustible

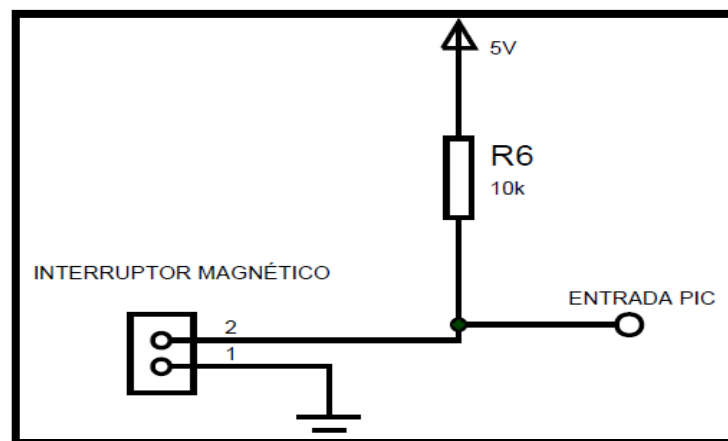
$$V_{Salida} = 5V * \frac{115.82\Omega}{115.82\Omega + 120\Omega}$$

$$V_{Salida} = 2.4557V$$

3.5.2.3 Velocidad angular del motor. Para calcular la velocidad angular del motor se utilizó un sensor magnético o conocido también como interruptor magnético, este sensor tiene un funcionamiento muy simple, cada vez que se enfrenta a un campo magnético cierra el circuito, al no existir campo magnético abre el circuito, es decir si se suministra 5V de alimentación se obtiene una señal pulsante (0V – 5V) idéntica a la que genera un sensor HALL que es utilizado en los vehículos a inyección para diversos aspectos como saber la posición del árbol de levas, calculo de RPM entre otros. Para generar la señal pulsante este sensor magnético necesita de una alimentación que en este caso será de 5V y un campo magnético que es generado por un simple imán adaptado en la polea del cigüeñal.

El circuito que comanda el sensado de las RPM del motor es el siguiente:

Figura 36. Circuito para el sensado de RPM

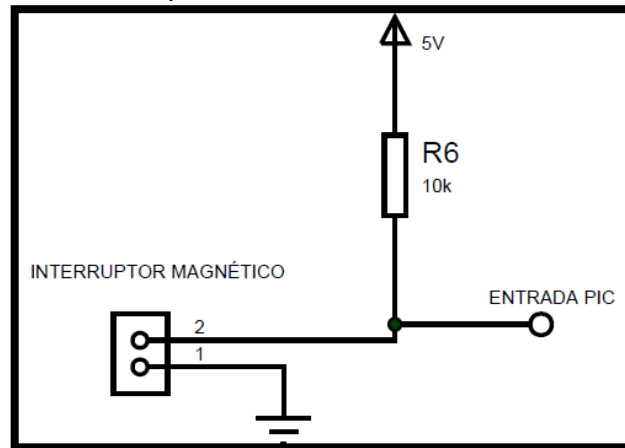


Fuente: Autores

3.5.2.4 Velocidad lineal del vehículo. Para obtener la velocidad lineal del vehículo se empleó el mismo interruptor magnético utilizado en el caso anterior, con la única diferencia de que el imán que genera el campo magnético fue adaptado en el tambor de la rueda posterior izquierda del vehículo.

El circuito que rige al sistema es:

Figura 37. Circuito para el sensado de la velocidad del vehículo



Fuente: Autores

3.5.3 Subsistema de procesamiento y control. El microcontrolador empleado para el control del sistema es el PIC18F4550, elemento que se encarga de recibir señales de los sensores procesarlas y emitir una respuesta para su visualización, así como el accionamiento de los accesorios especificados del vehículo.

En la tabla 11 se detalla la configuración de los puertos del PIC18F4550

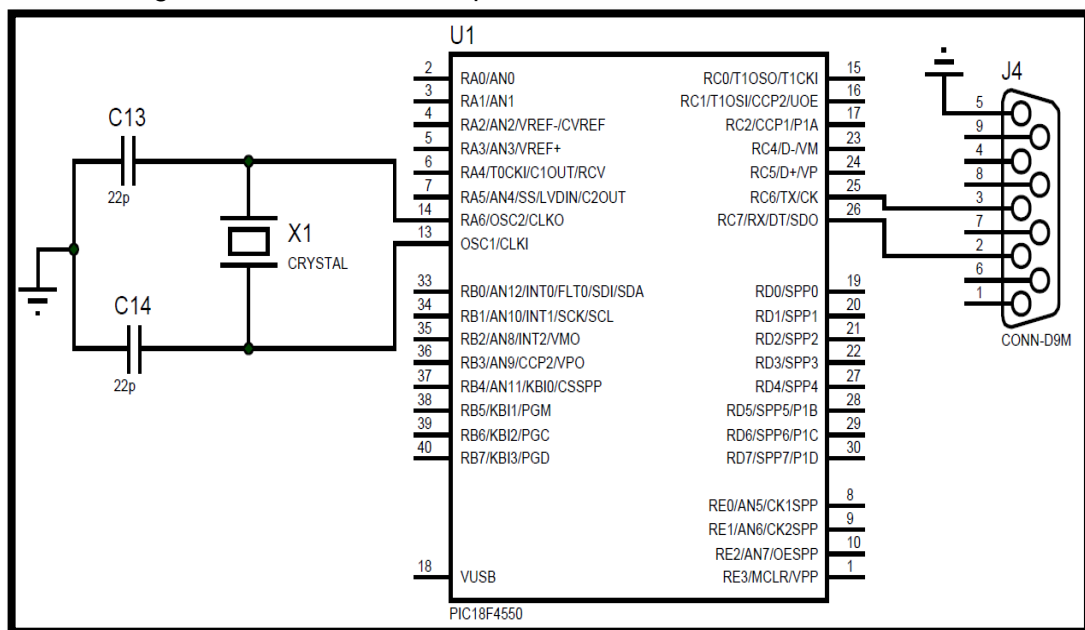
Tabla 11. Configuración de puertos del microcontrolador

	NOMBRE	PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN
PUERTO A	RA0/AN0	2	E	A	Señal de Temperatura
	RA1/AN1	3	E	A	Señal de Nivel de Combustible
	RA2/AN2/V _{REF-} /CV _{REF}	4	-	-	-
	RA3/AN3/V _{REF+}	5	-	-	-
	RA4/T0CKI/C1OUT/RCV	6	E	D	Señal de Revoluciones
	RA5/AN5/SS/HLVDIN/C2OUT	7	-	-	-
PUERTO B	RB0/AN12/INT0/FLT0/SDI/SDA	33	S	D	Aparco
	RB1/AN10/INT1/SCK/SCL	34	S	D	Luces
	RB2/AN8/INT2/VMO	35	S	D	Guías
	RB3/AN9/CCP2 ⁽¹⁾ /VPO	36	S	D	Luz de Salón
	RB4/AN11/KBI0/CSSPP	37	S	D	Cambio de Luces
	RB5/KBI1/PGM	38	S	D	Girar Izquierda
	RB6/KBI2/PGC	39	S	D	Girar Derecha
	RB7/KBI3/PGD	40	S	D	Bomba de Agua

PUERTO C	RC0/T1OSO/T13CKI	15	-	-	-
	RC1/T1OSI/ CCP2 ⁽¹⁾ /UOE	16	E	D	Señal de velocidad
	RC2/ CCP1/P1A	17	S	D	Led Indicador
	RC4/D-/VM	23	-	-	-
	RC5/D+/VP	24	-	-	-
	RC6/TX/CK	25	S	D	Módulo GLCD
	RC7/RX/DT/SDO	26	E	D	Módulo GLCD
PUERTO D	RD0/SPP0	19	S	D	Plumas
	RD1/SPP1	20	S	D	Bloqueo
	RD2/SPP2	21	S	D	Ignición
	RD3/SPP3	22	S	D	Arranque
	RD4/SPP4	27	S	D	Aparco
	RD5/SPP5/P1B	28	-	-	-
	RD6/SPP6/P1C	29	-	-	-
	RD7/SPP7/P1D	30	-	-	-

3.5.4 Subsistema de Visualización. Para la visualización y activación de parámetros del sistema electrónico se utiliza un panel táctil a colores GLCD DMT80480T070_02WT, que presenta la siguiente conexión para su funcionamiento:

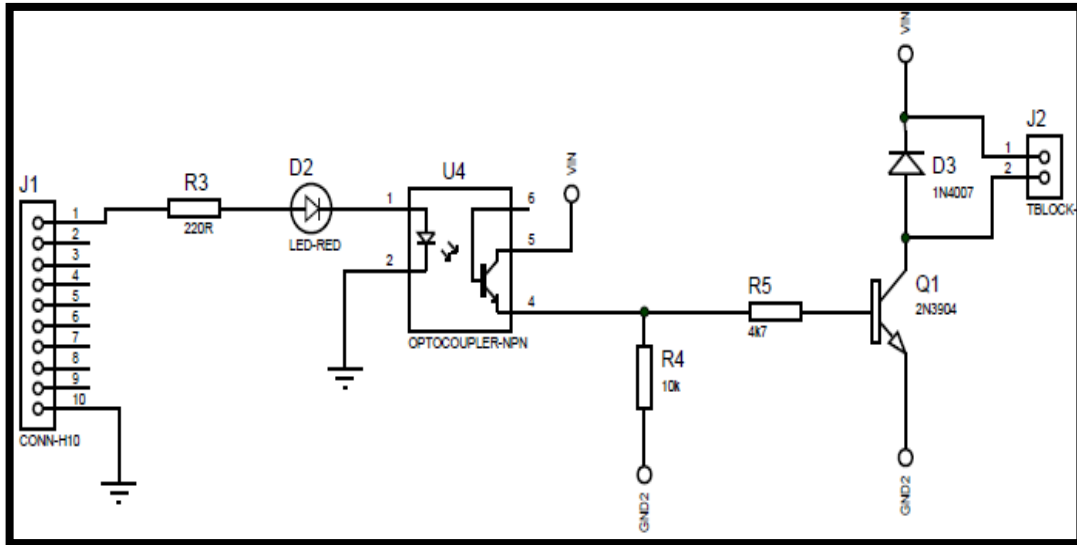
Figura 38. Conexión de la pantalla GLCD con el microcontrolador



Fuente: Autores

3.5.5 Subsistema de respuesta. Está conformado por un optoacoplador que permite la conexión entre el circuito de baja tensión correspondiente al microcontrolador con el circuito de alta tensión que involucra a los relés automotrices, los mismos que activarán y desactivarán el sistema eléctrico del vehículo de acuerdo a las indicaciones que emita el microcontrolador, el cual a su vez recibe órdenes del usuario a través de la pantalla GLCD táctil.

Figura 39. Circuito del subsistema de respuesta

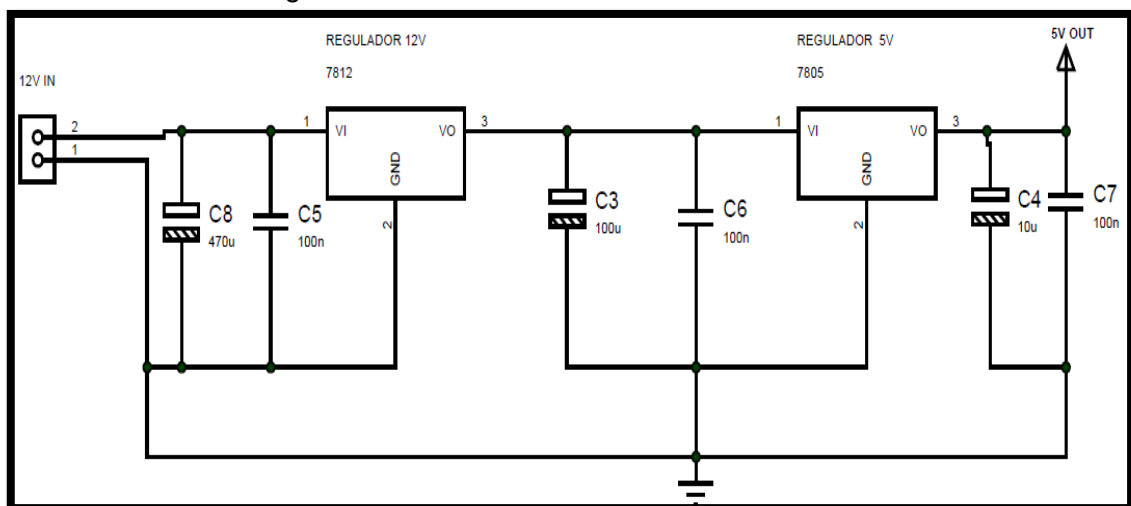


Fuente: Autores

En la figura 37 se puede apreciar una de las conexiones que rige al sistema de respuesta, en el circuito real tendremos 12 esquemas similares que se imprimirán en una placa electrónica para controlar todos los parámetros del sistema eléctrico del vehículo.

3.5.6 Alimentación del sistema. Para la alimentación del sistema se utilizó la batería del vehículo, con ciertos elementos adicionales que permiten obtener los 5 voltios de tensión necesarios para alimentar el sistema electrónico.

Figura 40. Circuito de alimentación del sistema



Fuente: Autores

El circuito consta de dos reguladores que permitirán convertir de 12V de la batería a 5V que requiere el sistema. El regulador LM7812 estabiliza el voltaje proveniente de la

batería para que el regulador LM7805 se encargue de regular la tensión de salida en 5V que permite alimentar a todo el sistema electrónico, excepto la pantalla GLCD.

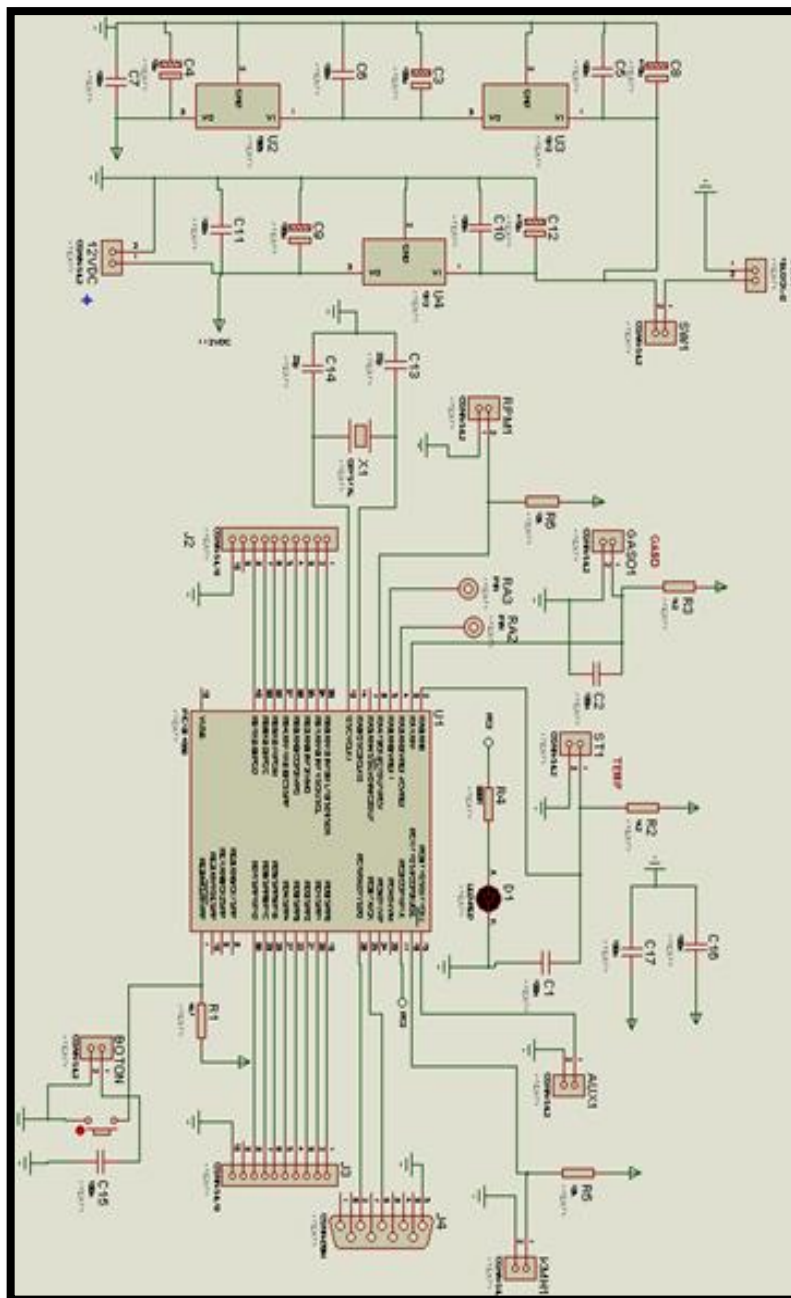
CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS

1.1 Diseño y construcción de las placas

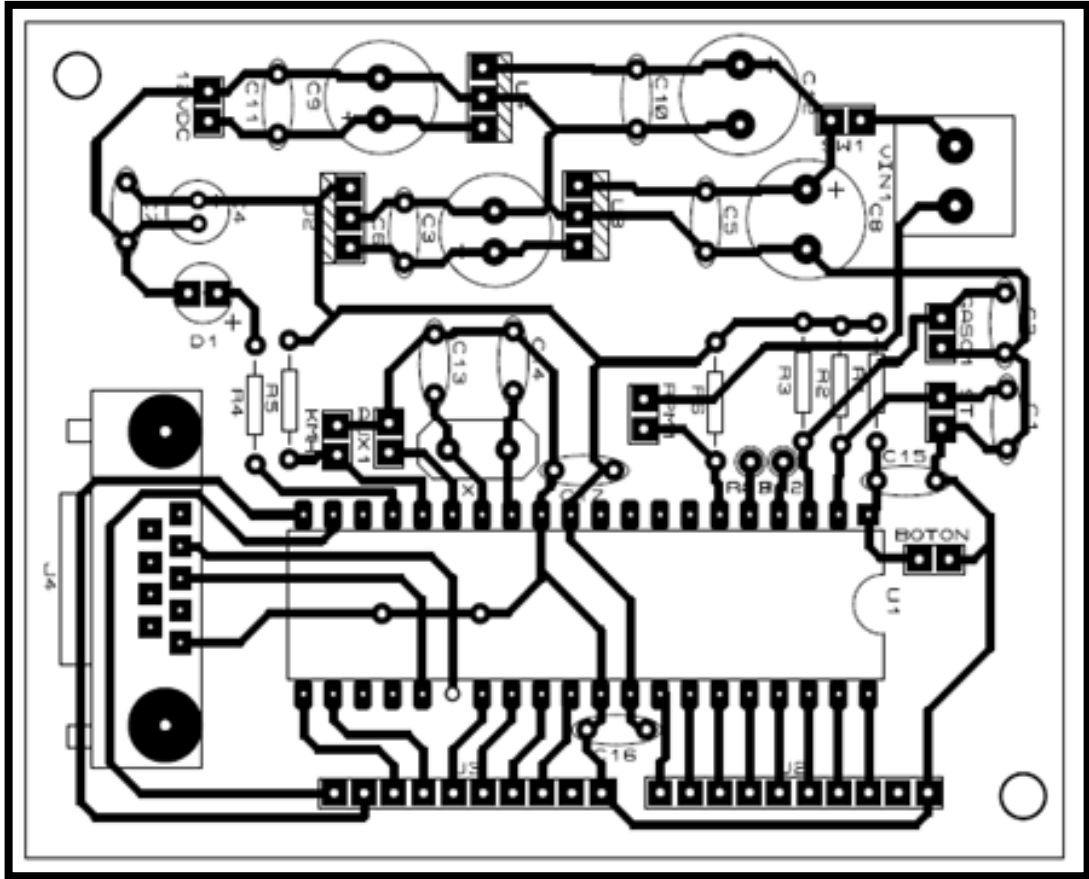
El diseño de las placas se realizó en la aplicación ISIS de PROTEUS y empleando la opción de transferir a ARES se elabora las pistas del circuito necesarias para la construcción de la placa.

Figura 41. Diseño del circuito principal



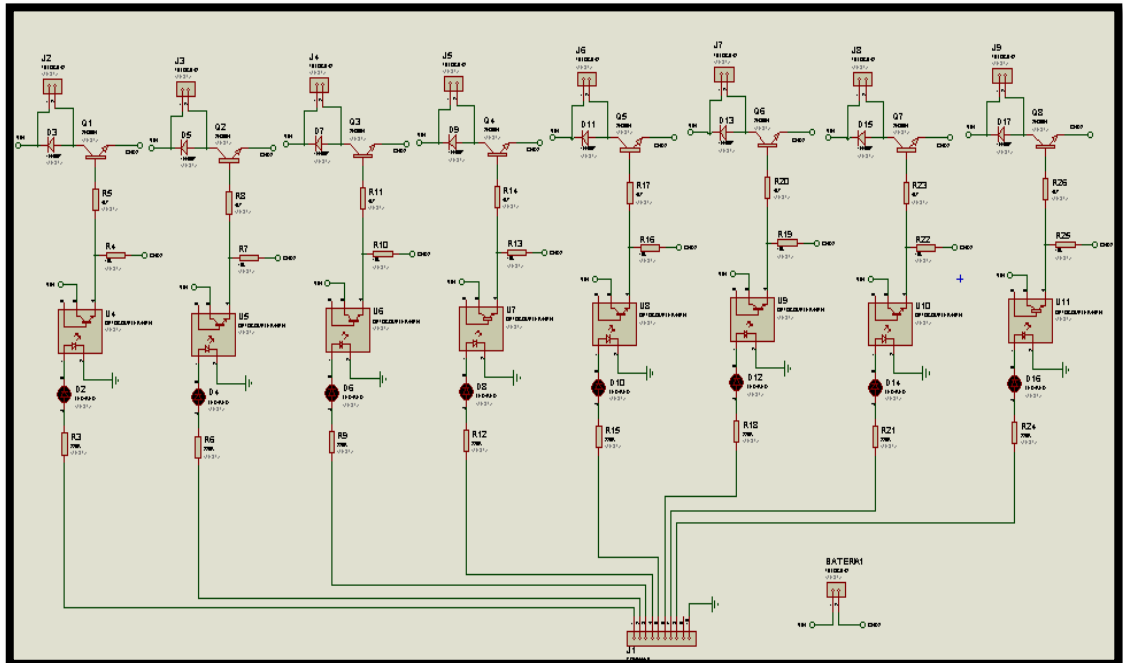
Fuente: Autores

Figura 42. Diseño de pistas del circuito principal



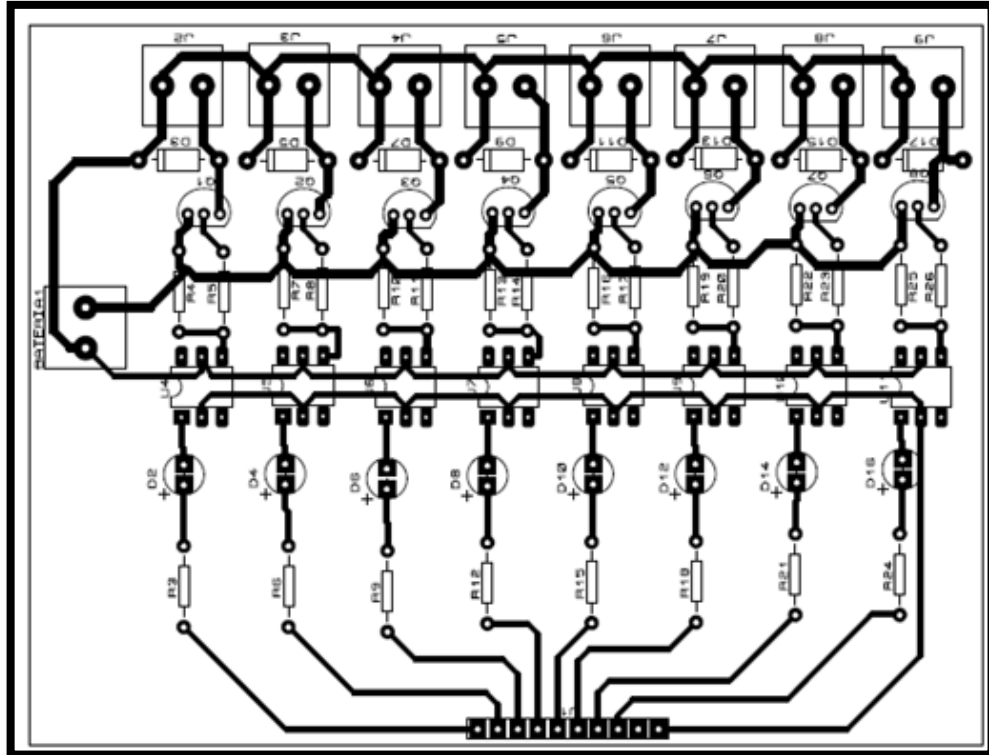
Fuente: Autores

Figura 43. Diseño del circuito secundario



Fuente: Autores

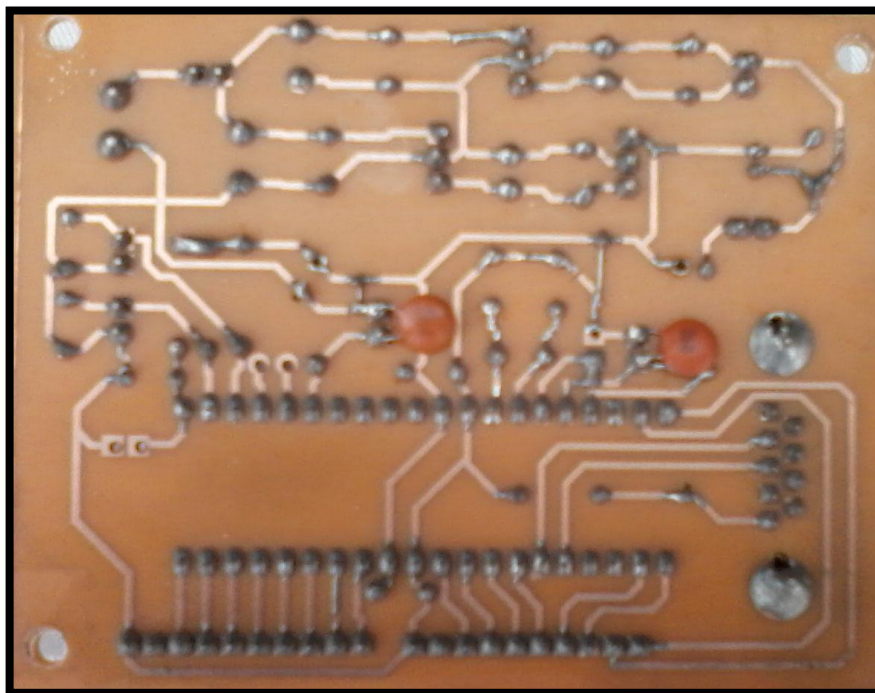
Figura 44. Diseño de pistas del circuito secundario



Fuente: Autores

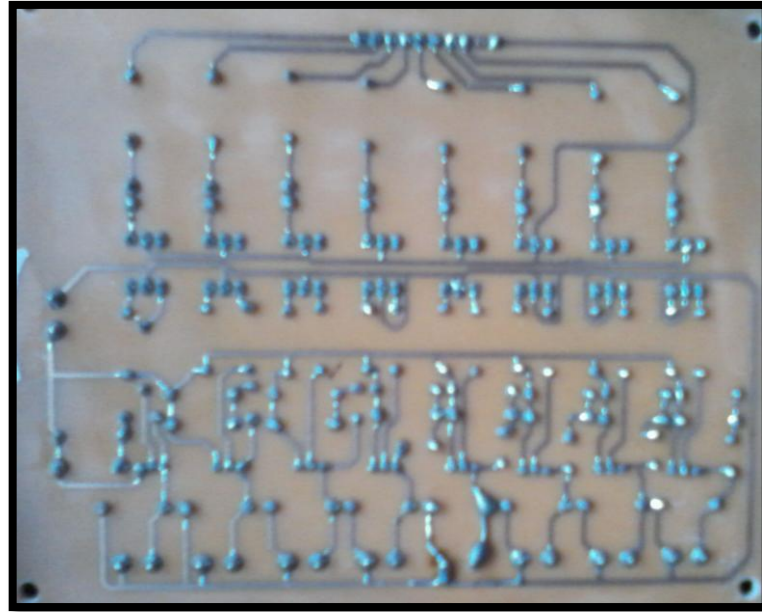
Una vez dibujadas las pistas se procede crear el circuito impreso sobre el cual se ensamblara los componentes del sistema.

Figura 45. Circuito primario impreso



Fuente: Autores

Figura 46. Circuito secundario impreso

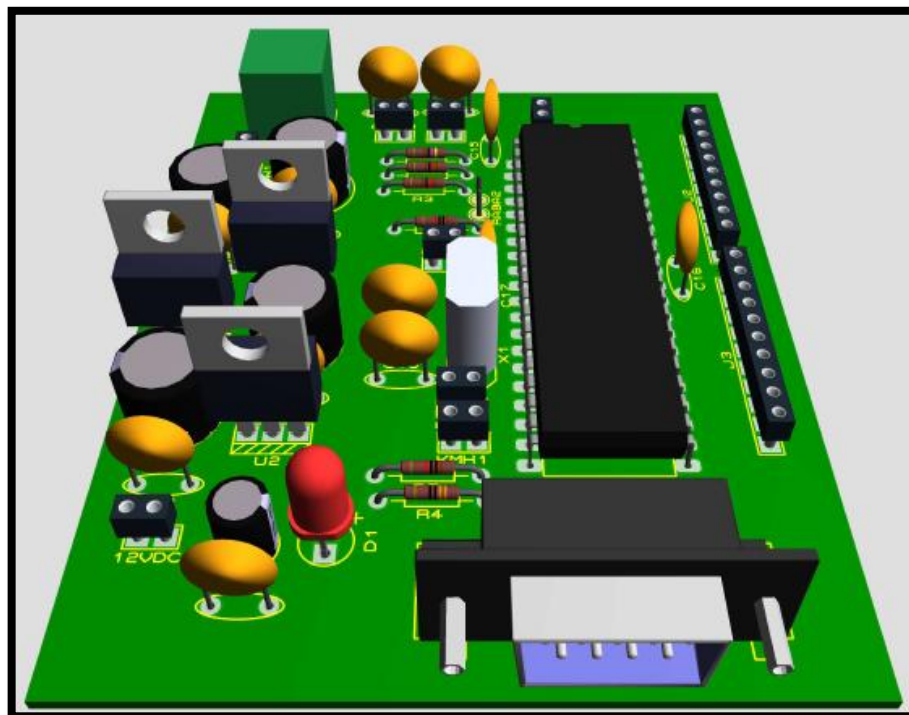


Fuente: Autores

1.2 Ensamblaje de los elementos

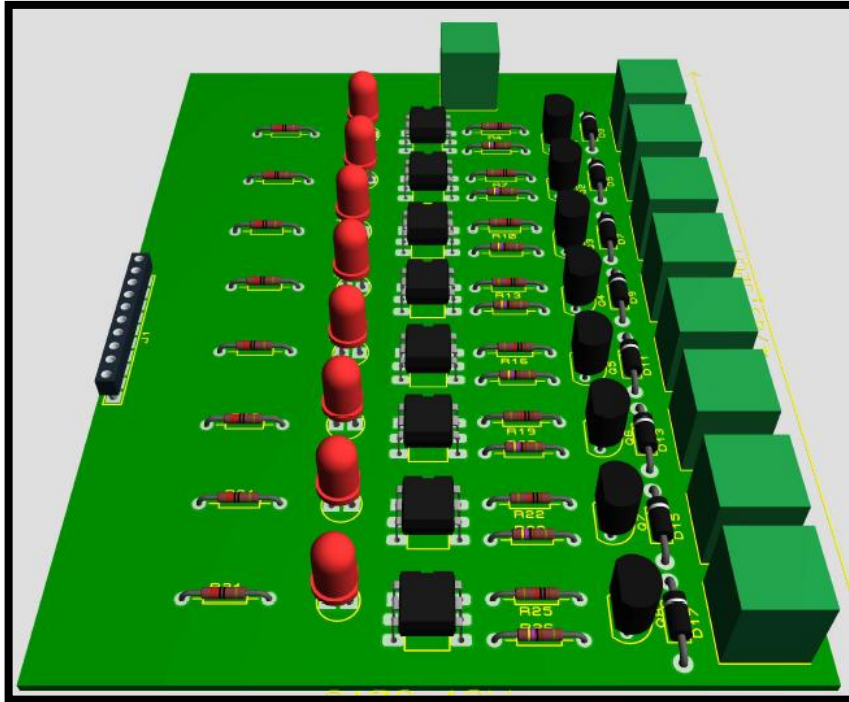
Para determinar la ubicación de cada elemento se emplea la opción *3D Visualization* de ARES que permite observar todos los componentes del circuito ubicados en su respectivo lugar.

Figura 47. Visualización previa del circuito principal



Fuente: Autores

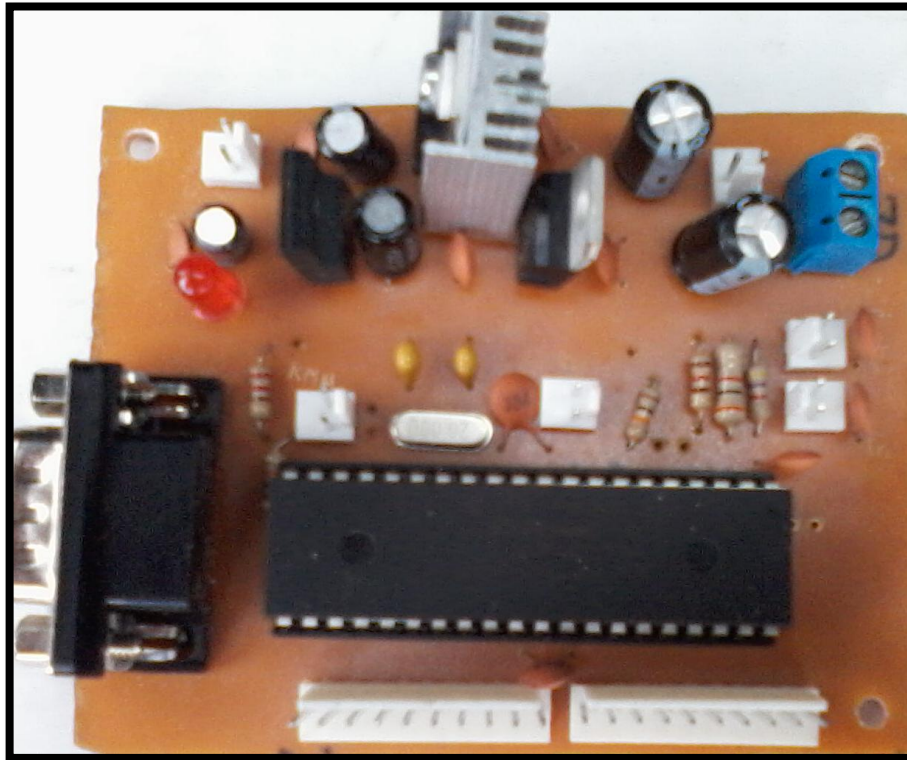
Figura 48. Visualización previa del circuito secundario



Fuente: Autores

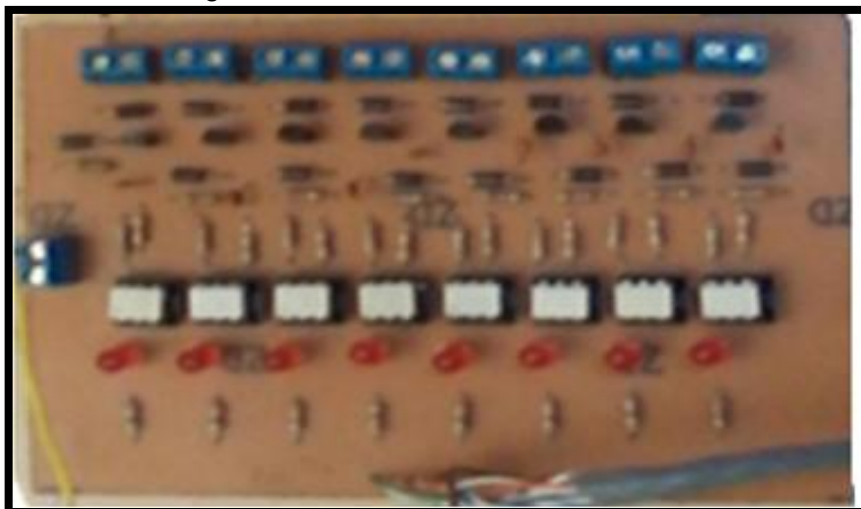
A partir de las figuras anteriores se facilita la ubicación de los elementos del circuito para poder soldarlos en el lugar correcto.

Figura 49. Circuito primario terminado



Fuente: Autores

Figura 50. Circuito secundario terminado



Fuente: Autores

1.3 Acabados y construcción del soporte de la pantalla GLCD

Para la ubicación de las placas así como de la pantalla GLCD, se elaboró un soporte para el sistema en madera que se encaja en la parte interior del vehículo, el cual fue ubicada estratégicamente para que al usuario le sea fácil operar y visualizar los parámetros que controla el sistema electrónico.

El material se seleccionó por ser del tipo dieléctrico, de fácil manipulación y de bajo costo.

Figura 51. Soporte del sistema



Fuente: Autores.

1.4 Costos

El costo total de proyecto se clasifican en:

- Costos directos
- Costos indirectos

1.4.1 Costos directos. Esto incluye todos los costos generados para la fabricación del hardware, los mismos que son:

- Materiales y equipos
- Costos por importación del Módulo GLCD DMT80480T070_02WT

1.4.1.1 Costos de materiales y equipos

Tabla 12. Costos de materiales y equipos.

Cant.	Denominación	Características	Costo unitario	Costo total (USD)
1	Módulo DMT80480T070_02WT	Pantalla GLCD táctil	147,00	147,00
1	PIC 18F4550	Micro-controlador	20,00	20,00
1	78M05	Regulador de voltaje 5 V	1,50	1,50
2	78M12	Regulador de voltaje 12 V	1,50	3,00
5	Condensador	Electrolítico	0,50	2,50
28	Condensador	Cerámico	0,25	7,00
70	Resistencias ½ Watt	Diferentes valores	0,20	14,00
1	Cristal cuarzo	Oscilador 20 MHz	2,00	2,00
1	Zócalo PIC		2,00	2,00
1	Puerto Serial	Para placa	2,00	2,00
17	Diodos	LED	0,30	5,10
6	Molex 2 pines	Macho y hembra	1,00	6,00
19	Bloques terminales	2 puntos de conexión	0,50	9,50
2	Molex 8 pines	Macho y hembra	2,00	4,00
1	Placa de enfriamiento	Para regulador de 12v	2,00	2,00
2	Circuitos impresos	Placas secundarias	75,00	150,00
1	Circuito impreso	Placa principal	35,00	35,00
32	Diodos	Rectificador 1N4007	0,30	9,60
16	Transistores	2N3904	0,40	6,40
16	Optoacopladores	4N35	2,00	32,00
1	Rollo de cable flexible	AWG 14	95,00	95,00
16	Relés Automotrices	12V, 30 A	5,00	80,00
16	Conectores de Relés		4,00	64,00
1	Interruptor	3 posiciones, 15 A	3,00	3,00
1	Soporte para el sistema electrónico	Construcción en madera	60,00	60,00
2	Placas de tol	15x30 cm	3,00	6,00
2	Soportes para interruptores magnéticos	Construcción en hoja de acero	20,00	40,00
2	Adaptaciones dentadas	Polea y tambor	10,00	20,00
1	Sensor ECT	Del Volkswagen Saveiro	30,00	30,00

2	Interruptores magnéticos		5,00	10,00
16	Pernos de 1/4"	Incluye arandela y tuerca	0,25	4,00
10	Tornillos de 1/8"	Tornillo de tabla	0,05	0,50
1	Ventilador	12v	5,00	5,00
6	Fusibles	Tipo C	0,50	3,00
Total				881,10

1.4.1.2 Costos por importación del módulo GLCD DMT80480T070_02WT

Tabla 13. Costos por importación del módulo GLCD

Denominación	Características	Costo unitario	Costo total (USD)
Envió	CHINA-ECUADOR	150,00	150,00
Impuesto 5%	Salida de capitales	14,85	14,85
Total			164,85

1.4.1.3 Costo directo total

Tabla 14. Costo directo total

Descripción	Valor (USD)
Costo de materiales y equipos	881,10
Costos por importación del Módulo GLCD	164,85
Total	1045,95

1.4.2 Costos indirectos

Tabla 15. Costos indirectos

Denominación	Costo (USD)
Viajes (Combustible)	50,00
Ingeniería	500,00
Imprevistos	100,00
Mano de obra calificada	80,00
Transporte	100,00
Total	830,00

1.4.3 Costo total

Tabla 16. Costo total

Descripción	Valor (USD)
Indirecto	830,00
Directo	1045,95
Total	1875,95

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El vehículo fue adquirido con la mayor parte de los sistemas eléctricos en perfectas condiciones con el objetivo de implementar el sistema propuesto en nuestro proyecto de tesis.

5.2 Instalación de cableado y fusibles

Previo a la instalación del cableado y fusibles necesarios para el sistema electrónico se realizó una inspección de cada sistema eléctrico para verificar su estado encontrando algunos fusibles, cables y bombillos obsoletos, debiendo ser sustituidos.

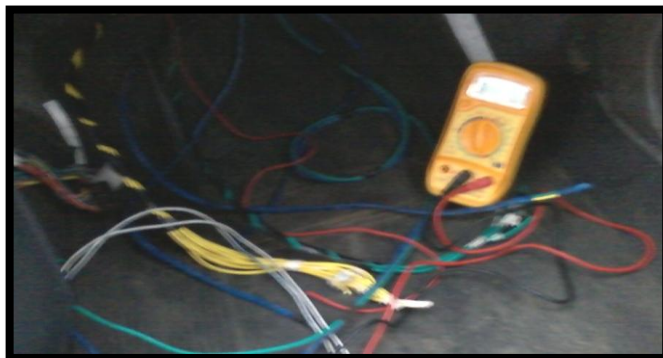
La instalación del cableado se realizó desde el exterior del habitáculo hacia el mismo donde se instalaron las placas electrónicas que comandarán el sistema.

Figura 52. Cableado exterior del habitáculo



Fuente: Autores

Figura 53. Cableado Interior del habitáculo



Fuente: Autores

Figura 54. Sustitución de fusibles

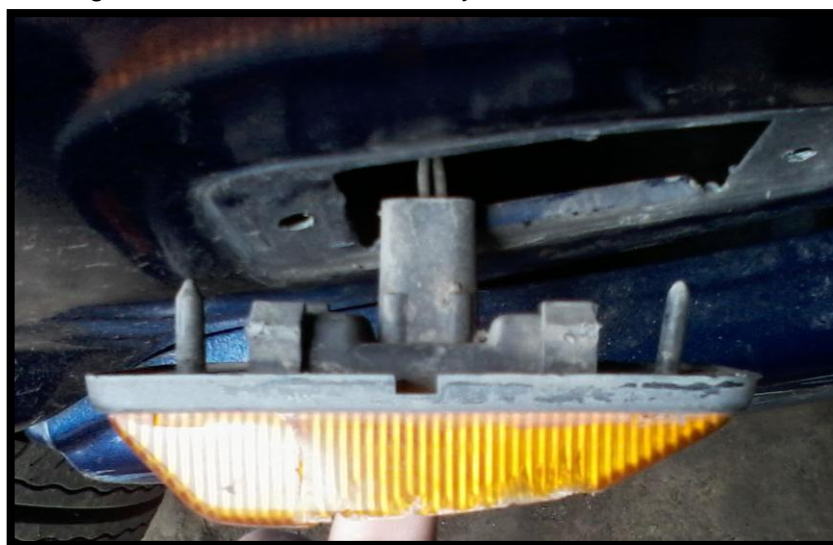


Fuente: Autores

5.3 Instalación de accesorios

Para el buen funcionamiento del sistema se sustituyó los bombillos que se encontraban en mal estado tanto de luces, direccionales y guías.

Figura 55. Sustitución de luna y bombillo del direccional



Fuente: Autores

5.4 Instalación de sensores

5.4.1 *Instalación de sensores del tipo magnético.* Para la instalación de los sensores de tipo magnético se recurrió a un taller especializado para realizar platinas que incorporen a los sensores en el vehículo y hacerlos fijos, así como la adaptación de un diente imantado respectivamente en la polea del cigüeñal para el sensado de revoluciones y en el tambor de la rueda posterior izquierda para el sensado de la velocidad del vehículo.

Figura 56. Ubicación del sensor para medir revoluciones



Fuente: Autores

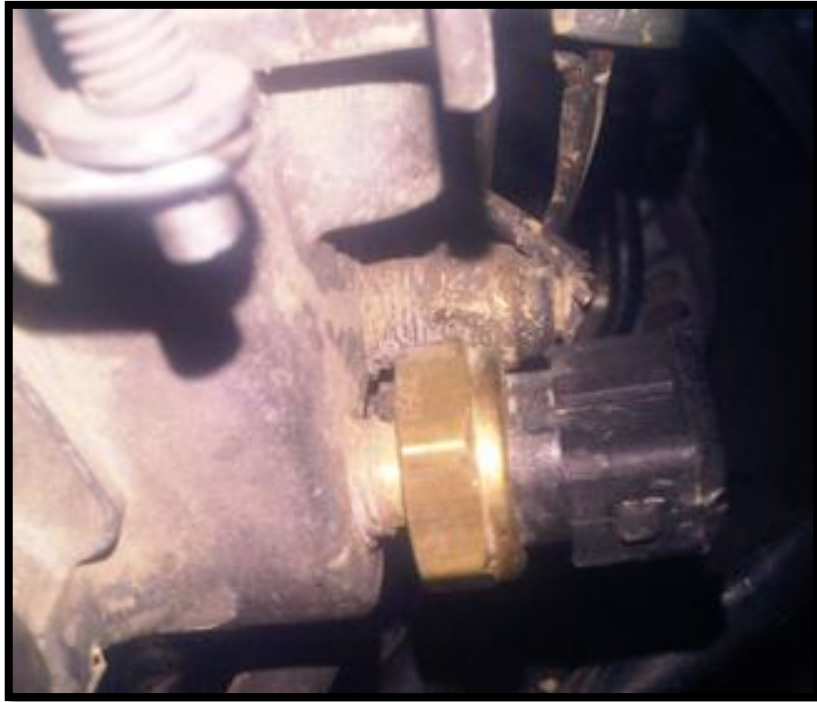
Figura 57. Ubicación del sensor para medir velocidad



Fuente: Autores

5.4.2 *Instalación del sensor de temperatura del refrigerante.* En la adaptación del sensor de temperatura del tipo NTC se instaló uno nuevo del vehículo Volkswagen Saveiro por su bajo costo, tamaño y rendimiento. Para esto se realizó un nuevo agujero roscado en el múltiple de admisión junto al sensor original del vehículo.

Figura 58. Ubicación del sensor de temperatura

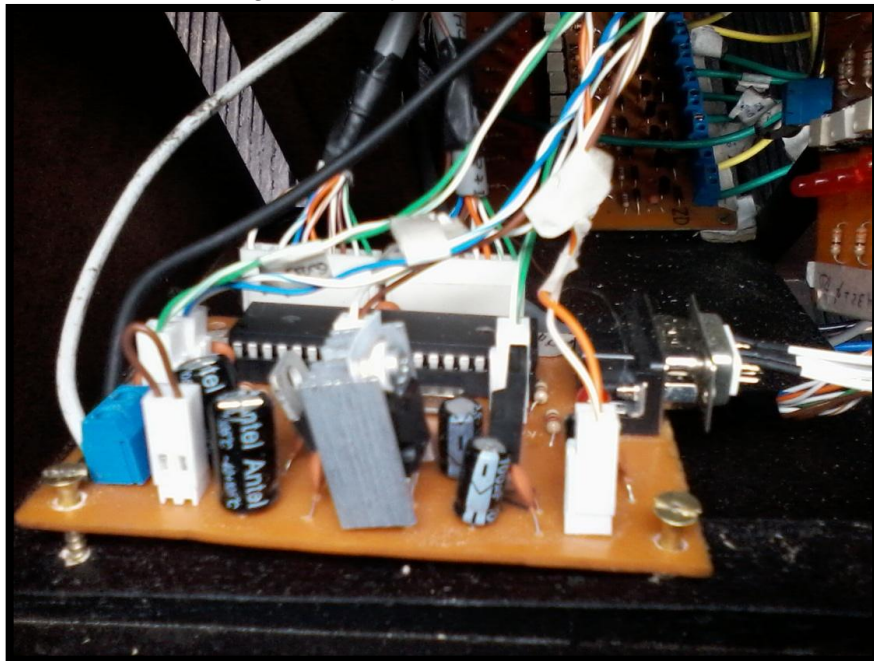


Fuente: Autores

5.5 Instalación de módulos

Para la instalación de módulos se utilizó el soporte para la pantalla especificado en la sección de acabados, donde se alojan tanto las placas como la pantalla de visualización.

Figura 59. Fijación de los módulos



Fuente: Autores

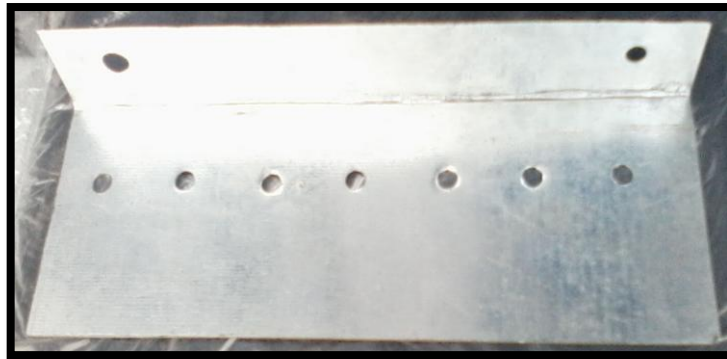
Figura 60. Fijación de la pantalla GLCD



Fuente: Autores

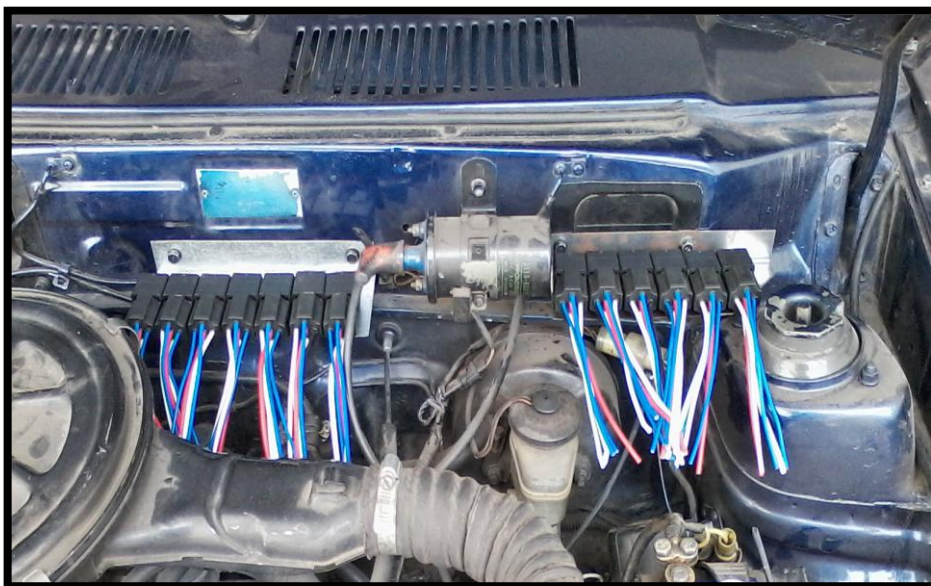
5.5.1 *Instalación del conjunto de relés.* Para la instalación de los relés se utilizó dos platinas de aluminio sujetas en la carrocería del automóvil mediante pernos.

Figura 61. Platina para sujeción de los relés



Fuente: Autores

Figura 62. Fijación del conjunto de relés



Fuente: Autores

5.6 Sistema en funcionamiento.

Una vez que el sistema está completamente instalado se procede a poner en funcionamiento el sistema mediante un interruptor.

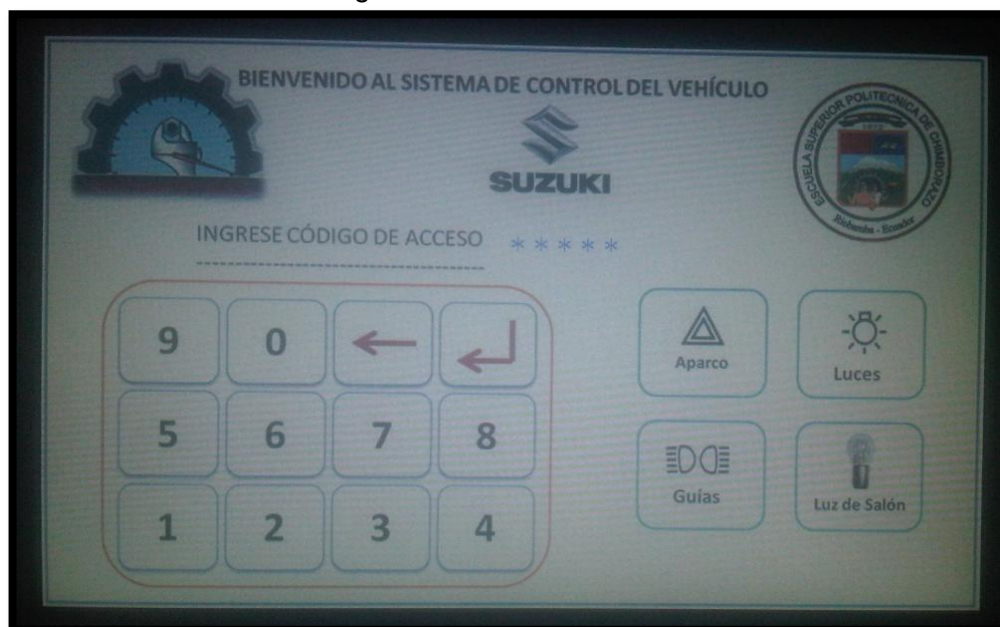
Figura 63. Interruptor de activación



Fuente: Autores

Luego de encender el sistema se muestra la pantalla de inicio para ingresar la clave de seguridad.

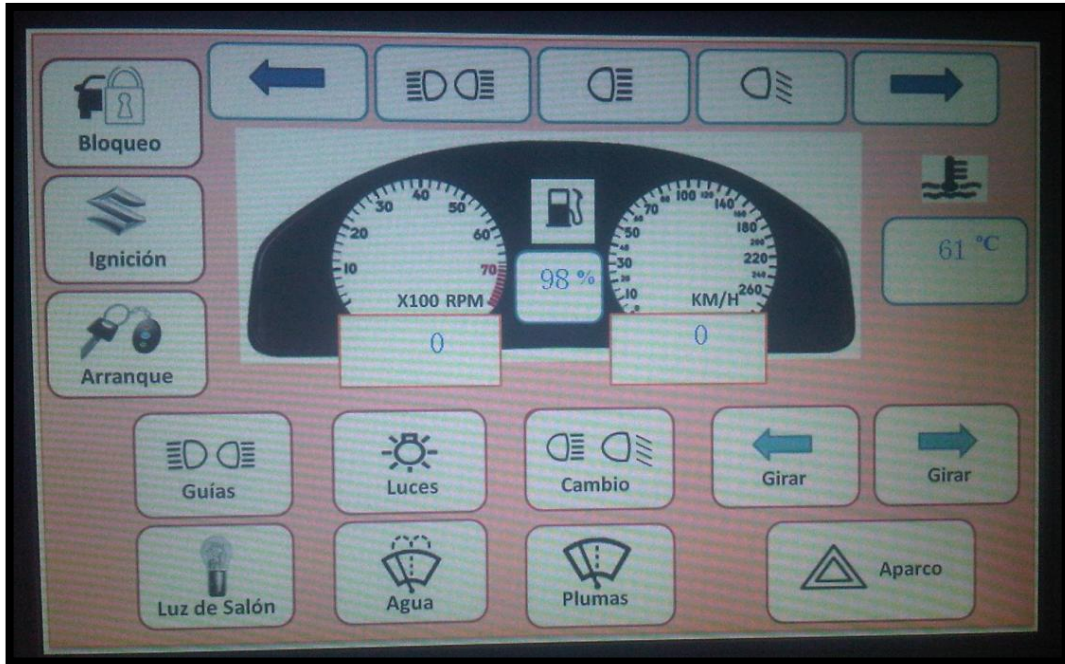
Figura 64. Pantalla de inicio



Fuente: Autores

Una vez ingresado el código correcto tiene una transición para llegar a la pantalla principal de mando, donde se inicia a leer los datos de nivel de combustible y la temperatura del refrigerante.

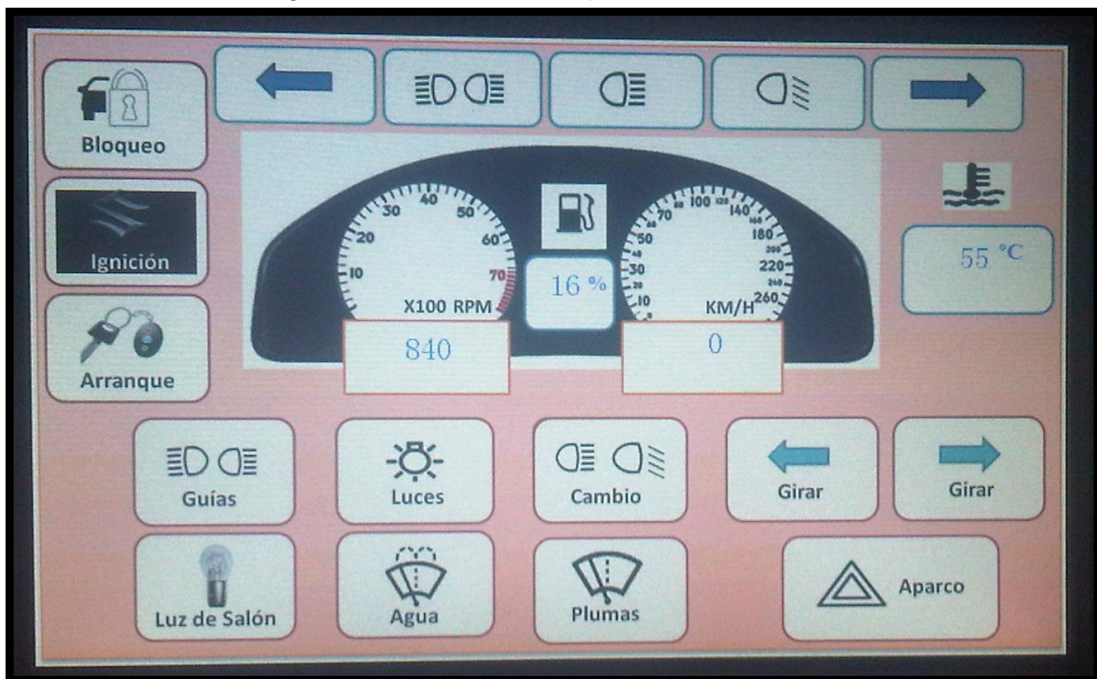
Figura 65. Pantalla principal de mando



Fuente: Autores

Para dar arranque al motor se debe activar en primera instancia el botón IGNICIÓN para energizar los distintos sistemas, luego se presiona el botón ARRANQUE el cual se activará por el lapso de 1,5 segundos suficientes para encender el motor del vehículo. En estas condiciones el sistema mostrará datos de revoluciones y velocidad.

Figura 66. Sistema en la posición de contacto



Fuente: Autores

Ciertos accesorios tales como el sistema de limpia parabrisas y direccionales funcionan solamente cuando el botón de IGNICIÓN está activo, para los demás no es necesario activarlo.

Figura 67. Activación de luz de salón y luces faros



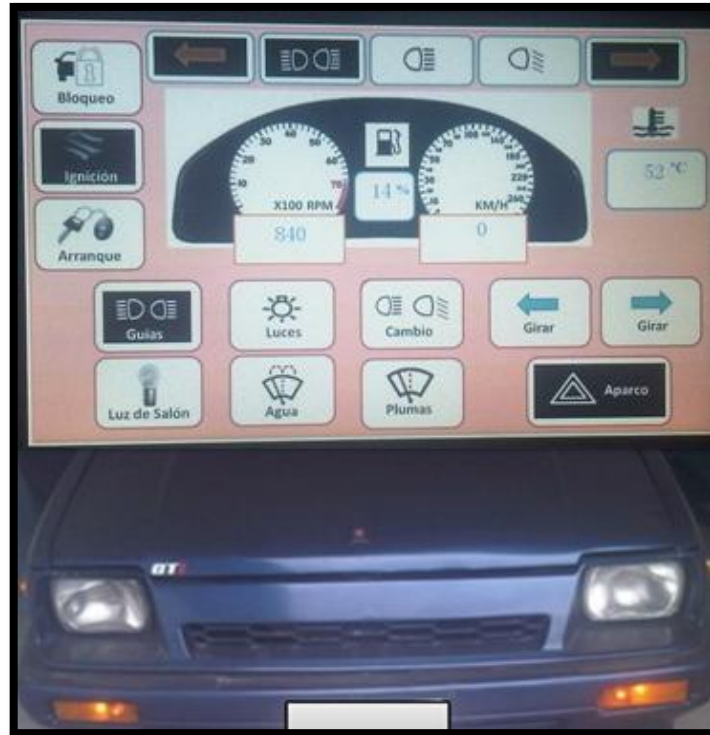
Fuente: Autores

Figura 68. Activación de agua y plumas



Fuente: Autores

Figura 69. Activación de luces guías y aparco



Fuente: Autores

5.7 Diagrama del sistema eléctrico implementado.

Ver Anexo B.

5.8 Pruebas del sistema.

Las verificaciones más relevantes se detallan a continuación:

- Funcionamiento correcto de la comunicación de la interfaz de la pantalla con el microcontrolador.
- Respuesta correcta del microcontrolador ante los diferentes comandos manejados en la transmisión / recepción de datos.
- Adecuada actualización de datos en la GLCD de acuerdo a las frecuencias de muestreo establecidas para cada variable.
- Exactitud entre los valores medidos de las variables y los valores calculados mediante las funciones de transferencia.
- Entrega correcta de voltaje desde los reguladores lineales hacia los dispositivos electrónicos.

Figura 70. Pruebas del sistema



Fuente: Autores

Una vez verificado todos estos parámetros e instalado el sistema en el vehículo se comprueba el funcionamiento en conjunto.

Para comprobar si los datos de los parámetros sensados mostrados en la pantalla GLCD son reales se los comparó con datos obtenidos mediante instrumentos de medida similares.

Para medir la velocidad del vehículo se empleó un celular con GPS, las revoluciones mediante un multímetro automotriz y para la temperatura un termómetro.

5.8.1 *Medición de la cantidad de combustible.* Para la comparación de datos de nivel de combustible solamente se tomaron tres mediciones debido a que el indicador de combustible en el tablero se divide en tres posiciones y es el medio de medición empleado para la comparación de datos con el sistema electrónico.

Tabla 17. Comparación de mediciones del nivel de combustible

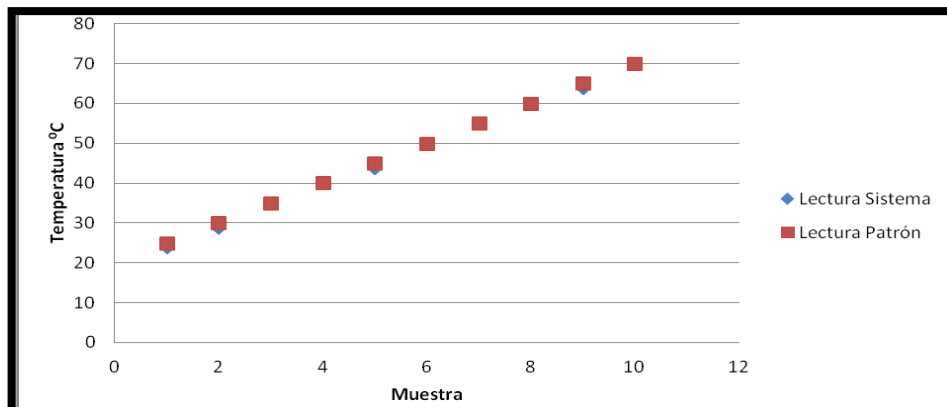
Muestra	Lectura Patrón (%)	Lectura Sistema (%)
1	0	0
2	50	50
3	100	99

5.8.2 Medición de temperatura del refrigerante. Se empleó un termómetro el cual se colocó en la entrada de agua del radiador para tomar datos de temperatura y compararlos con los emitidos por el sistema.

Tabla 18. Comparación de mediciones de la temperatura del refrigerante.

Muestra	Lectura Patrón (°C)	Lectura Sistema (°C)
1	25	24
2	30	29
3	35	35
4	40	40
5	45	44
6	50	50
7	55	55
8	60	60
9	65	64
10	70	70

Figura 71. Curva de dispersión de mediciones de la temperatura del refrigerante



Fuente: Autores

Figura 72. Comparación de lecturas de la temperatura del refrigerante



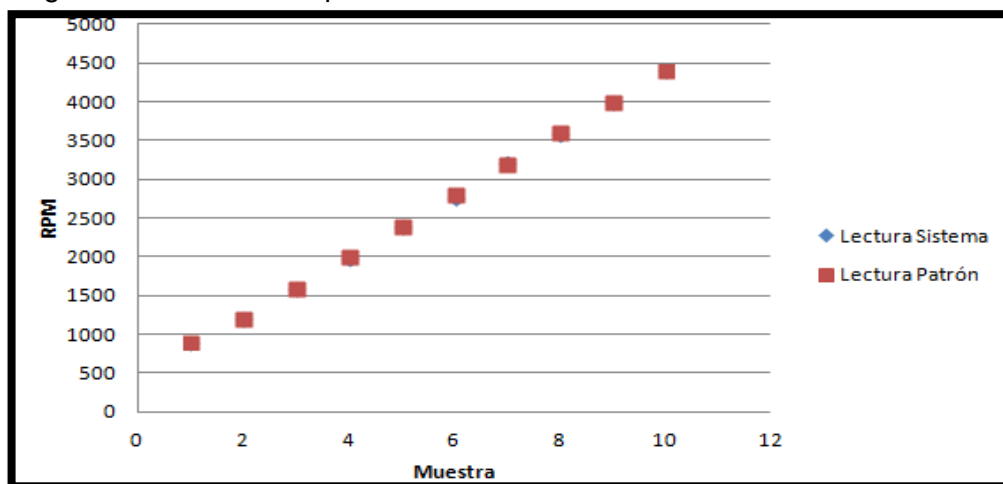
Fuente: Autores

5.8.3 Medición de la velocidad angular del motor. Se mantuvo el vehículo en distintos regímenes para obtener datos y compararlos. El instrumento externo que se empleó es un multímetro automotriz EQUUS3340.

Tabla 19. Comparación de mediciones de las revoluciones del motor

Muestra	Lectura Patrón (rpm)	Lectura Sistema (rpm)
1	900	900
2	1200	1198
3	1600	1610
4	2000	1990
5	2400	2400
6	2800	2780
7	3200	3220
8	3600	3600
9	4000	4010
10	4400	4410

Figura 73. Curva de dispersión de mediciones de las revoluciones del motor



Fuente: Autores

Figura 74. Comparación de lecturas de RPM



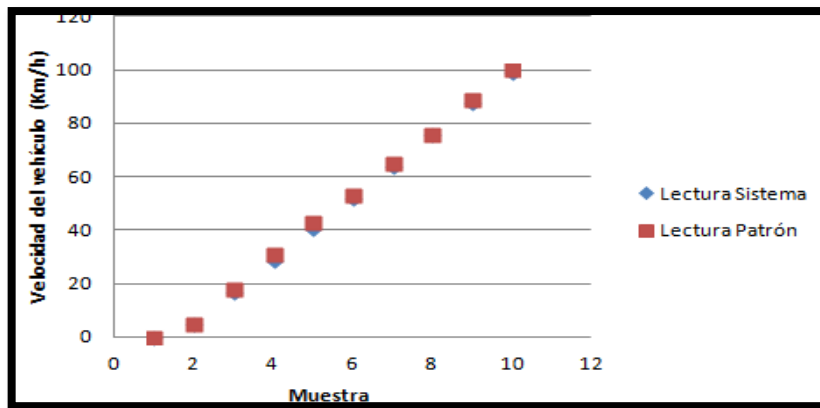
Fuente: Autores

5.8.4 Medición de la velocidad lineal del vehículo. Se mantuvo el vehículo a velocidades constantes en un lugar abierto para poder comparar las señales del sistema con los datos por el GPS del móvil Nokia 500.

Tabla 20. Comparación de mediciones de la velocidad del vehículo.

Muestra	Lectura Patrón (Km/h)	Lectura Sistema (Km/h)
1	0	0
2	5	5
3	17	17
4	31	29
5	43	41
6	53	52
7	65	64
8	76	76
9	89	88
10	100	99

Figura 75. Curva de dispersión de mediciones de la velocidad del vehículo



Fuente: Autores

Figura 76. Comparación de lecturas de la velocidad del vehículo



Fuente: Autores

5.9 Desempeño general del sistema

En todas las mediciones realizadas se obtuvieron valores completamente satisfactorios.

Con respecto a la variación de datos presentados en las mediciones de combustible y temperatura del refrigerante, se justifican ya que el programa de adquisición utiliza una función de transferencia aproximada, más no una ecuación perfectamente compatible con la variable.

Las mediciones de velocidad angular y lineal, indican que este dispositivo de monitoreo, con lecturas basadas en sensores magnéticos, tiene una exactitud aceptable.

De manera general, las pruebas de funcionamiento del sistema completo en el vehículo, indican que el dispositivo es fiable. Así, su implementación sobre cualquier vehículo es recomendable.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.2 Conclusiones

Se diseñó e implementó un sistema electrónico de control y monitoreo que ofrece seguridad por medio de la solicitud de una clave previo al encendido del motor y brinda confort mediante la activación rápida y eficiente de los accesorios del vehículo.

Se determinó los requerimientos para la construcción y funcionamiento efectivo del sistema electrónico.

El sistema electrónico cuenta con elementos eléctrico-electrónicos que poseen características que incrementan la eficiencia de trabajo, los cuales existen en el mercado pero con un precio un poco elevado.

El buen funcionamiento en general del sistema se debe gracias a la aplicación de modelos matemáticos de aproximación obtenidos mediante pruebas para interpretar las señales de los distintos sensores implementados en el vehículo.

Herramientas como el PROTEUS y el MikroC PRO for PIC facilitan el diseño del hardware y firmware respectivamente ahorrando tiempo en la ejecución y elaboración total del proyecto.

Los datos obtenidos en las pruebas verifican que el sistema electrónico funciona perfectamente bien, brindando seguridad y confort al vehículo.

6.3 Recomendaciones

Verificar que todos los elementos del sistema eléctrico del vehículo se encuentren en perfecto estado, previo a la instalación del sistema electrónico para evitar caídas de tensión que generan un mal funcionamiento del mismo.

Evitar el contacto del sistema con cualquier tipo de líquidos.

No exponer a altas temperaturas al sistema para evitar fallos de los elementos y evitar accidentes.

La pantalla GLCD puede ser manipulada con el tacto dactilar.

No desactivar el interruptor de encendido del sistema cuando el vehículo está en funcionamiento.

Para realizar cualquier mantenimiento del sistema eléctrico o electrónico del vehículo desconectar la batería.

Verificar continuamente que los sensores implementados estén libre de suciedad e imperfectos para su correcto funcionamiento.

Utilizar el manual de usuario del sistema electrónico en caso de dudas de su funcionamiento y utilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] REYES, Carlos A. Microcontroladores PIC Programación en BASIC. 2da edición. Quito: Cámara Ecuatoriana del Libro – Núcleo de Pichincha, 2006. Pág. 17.
- [2] ANGULO USATEGUI, José María. ANGULO MARTINEZ, Ignacio. ETXEBARRIA RUIZ, Aritza. Microcontroladores PIC Diseño Práctico de Aplicaciones. 4ta edición. Madrid: McGraw Hill, 2007. Pág. 3.
- [3] SANTANDER, Jesús Rueda. Técnico en Mecánica & Electrónica Automotriz. 2da edición. Tomo 3. Colombia: Diseli, 2010. Pág. 524-525, 533, 535, 537-538, 633.

BIBLIOGRAFÍA

REYES, Carlos A. Microcontroladores PIC Programación en BASIC. 2da edición. Quito: Cámara Ecuatoriana del Libro – Núcleo de Pichincha, 2006.

ANGULO USATEGUI, José María. ANGULO MARTINEZ, Ignacio. ETXEBARRIA RUIZ, Aritza. Microcontroladores PIC Diseño Práctico de Aplicaciones. 4ta edición. Madrid: McGraw Hill, 2007.

RUEDA SANTANDER, Jesús. Técnico en Mecánica & Electrónica Automotriz. 2da edición. Tomo 3. Colombia: Diseli, 2010.

BOYLESTAD, Robert L. NASHELSKY, Louis. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. 10ma edición. México: Pearson, 2009.

BOYLESTAD, Robert L. Introducción al Análisis de Circuitos. 10ma edición. México: Pearson, 2011.

LINKOGRAFÍA

MICROCONTROLADORES PIC

http://www.bairesrobotics.com.ar/data/Car_esp_MCUs_v2.pdf.

2012 – 09 – 24

MICROCONTROLADORES PIC 18F455

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>.

2012 – 09 – 26

MIKROC PRO FOR PIC

<http://www.mikroe.com/chapters/view/80/capitulo-2-programacion-de-los-microcontroladores/#c2v10>.

2012 – 09 – 28

VISUALIZADORES GRÁFICOS GLCD

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-111/rc-111b.htm>.

2012 – 10 – 01

MÓDULO GLCD DMT80480T070_02WT

http://www.dwin.com.cn/en/upfile/DMT80480T070_02W_datasheet.pdf.

2012 – 10 – 02

PANELES TÁCTILES

<http://www.xatakamovil.com/desarrollo/pantallas-tactiles-capacitivas-vs-resistivas>.

2012 – 10 – 03

RELÉS AUTOMOTRICES

<http://www.autosindetalle.cl/content/view/754287/Que-es-un-Rele-y-para-que-sirve.html>.

<http://es.scribd.com/doc/67882673/Reles-de-Uso-Automotriz#download>.

2012 – 10 – 08

OPTOACOPLADORES

<http://es.scribd.com/doc/5516426/Optoacopladores>.

2012 – 10 – 10

TRANSISTORES

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena4/4q2_contenidos_5b.htm.

2012 – 10 – 11

REGULADORES DE VOLTAJE

http://www.ecured.cu/index.php/Regulador_de_tensi%C3%B3n.

2012 – 10 – 12

SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (ECT)

http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=224.

2012 – 10 – 15

SENSOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

<http://www.sabelotodo.org/automovil/relojgasolina.html>.

2012 – 10 - 15

SENSORES MAGNÉTICOS

http://www.interempresas.net/Electricidad_Electronica/Articulos/20240-Interruptores-magneticos-vs-interruptores-electromecanicos.html.

2012 – 10 – 16

ANEXOS

ANEXO A

“DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL”

ANEXO B

“DIAGRAMA DEL SISTEMA ELÉCTRICO IMPLEMENTADO”

ANEXO C

“SOPORTES DE LOS SENSORES MAGNÉTICOS”

ANEXO D

MANUAL DE USUARIO

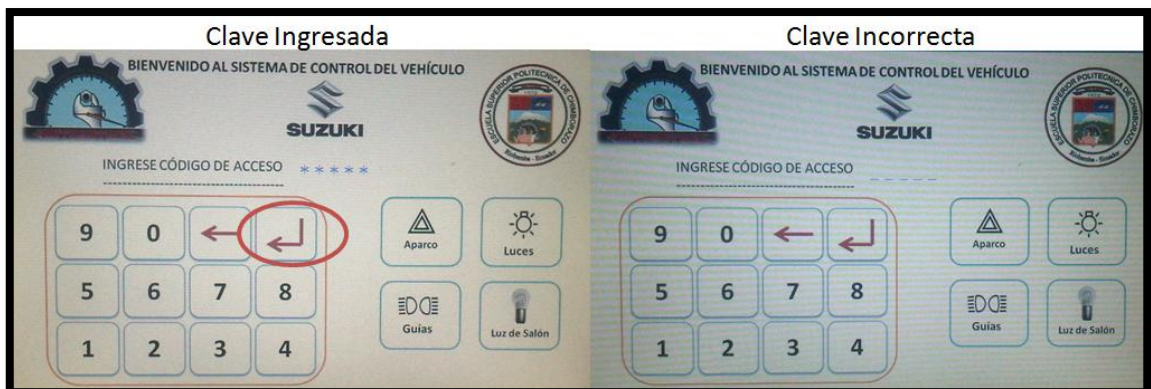
Este sistema electrónico controla el encendido del motor, la activación y desactivación de luces faros, guías, direccionales, parqueo, salón, limpia parabrisas y bomba de agua, así como el monitoreo de la temperatura del refrigerante, el nivel de combustible, las revoluciones del motor y la velocidad del vehículo.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1. Se activa el sistema electrónico por medio de un interruptor ubicado en la parte derecha del volante.



2. Visualizado la pantalla de inicio, se puede activar la luz de salón, faros, guías y parqueo, permitiendo además el acceso al teclado numérico donde contiene 12 botones: 10 dígitos (del 0 al 9), un botón de borrado \leftarrow y uno de aceptación de clave $\leftarrow \downarrow$. La clave de seguridad del sistema es 66755. En caso de ser una clave errónea al presionar el botón $\leftarrow \downarrow$ los dígitos de borrarán automáticamente para el ingreso de una nueva contraseña.



3. Ingresada la clave correcta se presiona el botón $\leftarrow \downarrow$ lo cual permite efectuar una transición para luego visualizar la pantalla principal de mando, donde

inicia el monitoreo de la temperatura del refrigerante y el porcentaje de combustible, permitiendo además el control de luces faros, guías, salón y parqueo.



4. Para el encendido del motor, direccionales, limpia parabrisas y bomba de agua necesariamente debe estar activado el botón "Ignición".



5. La activación del botón "Arranque" tiene una duración de 1.5 segundos suficientes para encender el motor del vehículo.



- Una vez encendido el motor inicia el monitoreo de las revoluciones del motor y la velocidad del vehículo.



- Para apagar el motor del vehículo se desactiva el botón "Ignición".



8. Para el bloqueo del sistema se presiona el botón “Bloqueo”, el cual permite regresar a la pantalla de inicio.



9. Finalmente para el apagado por completo del sistema electrónico se desactiva el interruptor de encendido.



Nota: El sistema cuenta con indicadores para luces faros, guías, direccionales y parqueo.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO			
Elemento	Actividad	Instrumento	Tiempo
Conjunto – Relés	Limpieza	Soplador	Semanal
Placa secundaria (Optoacopladores)	Limpieza	Soplador	Mensual
Placa principal	Limpieza	Soplador	Mensual
Pantalla GLCD	Limpieza	Pañuelo multifibra	Semanal
	Cambio de pila	-	Semestral
Conexión – Cables	Revisión- Empalmes	-	Mensual
Batería	Verificación de voltaje (14.7- 12.7)V	Multímetro	Mensual
Sensores Magnéticos	Limpieza	Compresor	Semanal
Sensor ECT	Limpieza - Contactos	Compresor	Semestral

ANEXO E

CÓDIGO FUENTE

```
char Dato;
int i,rps1,rps2,t,g,AUXRPS1,AUXRPS2,RPMIN;
char Bufer[50],TEMPERATURA[4],GASOLINA[4],RPM[7],KMH[7];
char pantalla0[7]={0xAA, 0x70, 0x00, 0xCC, 0x33, 0xC3, 0x3C} ;
char pantalla1[7]={0xAA, 0x70, 0x01, 0xCC, 0x33, 0xC3, 0x3C};
char pantalla2[7]={0xAA, 0x70, 0x01, 0xCC, 0x33, 0xC3, 0x3C};
char finaltrama[4]={0xCC, 0x33, 0xC3, 0x3C} ;
char codigo[5],cont,borra_asterisco;
char cam_comando,j,TEMP1,GASO1,baja,alta,v1=0,v2=0,v3=0;
double GASO,TEMP,vt,vg,P1,P2,P3,P4,KMHORA1 ;
unsigned int x,y,x1,y1,x2,y2,td,gd,AUXTEMP,AUXGASO,KMHORA;
unsigned short Pos=0, Bandera=0,aparco=0,luces=0,guias=0,luzsalon=0,figura=0;
unsigned short
cambio=0,GIRARIZ=0,GIRARDE=0,AGUA=0,PLUMAS=0,BLOQUEO=0,IGNICION=0,ARRANQ
UE=0,APARCO1=0;
//Declaración de la función de interrupciones.
void final_trama(){
for (i=0;i<=3;i++){
UART1_Write(finaltrama[i]);
}
}
//color
void color_letra(){
// CAMBIO COLOR DE FONDO DEL DMT Y COLOR LETRA
UART1_Write(0xAA); //inicio de trama
UART1_Write(0x40); //comando
UART1_Write(0x00); //COLOR LETRA H
UART1_Write(0x1F); //COLOR LETRA L
UART1_Write(0xFF); //COLOR FONDO H
UART1_Write(0xFF); //COLOR FONDO L
final_trama();
delay_ms(200);
}
void pantalla(char pos){
UART1_Write(0xAA); //inicio de trama
UART1_Write(0x70); //comando
UART1_Write(pos);
```

```

    final_trama();
}
// escritura de valores sensores en dmt
void Write_caracter(char POS0XH,char POS0XL,char POS0YH,char POS0YL,char caracter){
    UART1_Write(0xAA); //inicio de trama
    UART1_Write(0x6F); //comando
    UART1_Write(POS0XH); //POSXH
    UART1_Write(POS0XL); //POSXL
    UART1_Write(POS0YH); //POSYH
    UART1_Write(POS0YL); //POSYL
    UART1_Write(caracter);
    final_trama();
}

void Write_asterisco(char POSI,char blanco_asterisco){
//escribiremos los asteriscos con blanco_asterisco=0
    if(blanco_asterisco==0){
        switch (POSI) {
            case 1:
                Write_caracter(0x01,0x86,0x00,0x9B,0x2A);
                break;
            case 2:
                Write_caracter(0x01,0x9A,0x00,0x9B,0x2A);
                break;
            case 3:
                Write_caracter(0x01,0xAE,0x00,0x9B,0x2A);
                break;
            case 4:
                Write_caracter(0x01,0xC2,0x00,0x9B,0x2A);
                break;
            case 5:
                Write_caracter(0x01,0xD6,0x00,0x9B,0x2A);
                break;
        }
    }else{
        switch (POSI) {
            case 1:
                Write_caracter(0x01,0x86,0x00,0x9B,0x5F);
                break;
            case 2:
                Write_caracter(0x01,0x9A,0x00,0x9B,0x5F);

```

```

        break;
    case 3:
        Write_character(0x01,0xAE,0x00,0x9B,0x5F);
        break;
    case 4:
        Write_character(0x01,0xC2,0x00,0x9B,0x5F);
        break;
    case 5:
        Write_character(0x01,0xD6,0x00,0x9B,'_');
        break;
    }
}

//ENCUADRA IMAGEN
void DRAW_RECTANGLE(char POS1XH,char POS1XL,char POS1YH,char POS1YL,char
POS2XH,char POS2XL,char POS2YH,char POS2YL){
    UART1_Write(0xAA); //inicio de trama
    UART1_Write(0x5C); //comando
    UART1_Write(POS1XH); //POSXH
    UART1_Write(POS1XL); //POSXL
    UART1_Write(POS1YH); //POSYH
    UART1_Write(POS1YL); //POSYL
    UART1_Write(POS2XH); //POSXH
    UART1_Write(POS2XL); //POSXL
    UART1_Write(POS2YH); //POSYH
    UART1_Write(POS2YL); //POSYL
    final_trama();
}

//
}

// escritura de valores sensores en dmt
void Write_DMT(char POSXH,char POSXL,char POSYH,char POSYL,char *cadena){

    UART1_Write(0xAA); //inicio de trama
    UART1_Write(0x6F); //comando
    UART1_Write(POSXH); //POSXH
    UART1_Write(POSXL); //POSXL
    UART1_Write(POSYH); //POSYH
    UART1_Write(POSYL); //POSYL
    UART1_Write_Text(cadena);
    final_trama();
}

```

```

    }
//color
//progra principal
void main() {
    ADCON1=0B00001011;
    T1CON=0B00000111;    //CONFIG TMR1
    T0CON=0B11101000;    //CONFIG TMR0
    //Se activa la interrupción por
//recepción serial.
    PIE1 = 0b00100000;
//Se desactivan las demás fuentes de interrupción.
    PIE2 = 0;
//Se apagan las banderas de interrupción.
    PIR2 = 0;
    PIR1 = 0;
    cont=0;
    borra_asterisco=0;
    UART1_Init(9600);    // Initialize UART module at 9600 bps
//Se activan las interrupciones globales,
//y periféricas.
    INTCON = 0b11000000;
    //TRISA.F4=1;
    TRISC.B0=1;
    TRISC.B2=0;
    PORTC.B0=1;
    PORTC.B2=1;
    ADRESH=0;
    ADRESL=0;
//CONFIG PUERTOS
    TRISB=0;
    TRISD=0;
    PORTB=0;
    PORTD=0;
    rps1=0;
    rps2=0;
    Delay_ms(100);    // Wait for UART module to stabilize
    Delay_ms(2500);
    /*pantalla(0x00);
    delay_ms(5000);
    pantalla(0x01);

```



```

delay_ms(5000);
pantalla(0x02);
delay_ms(5000);*/
color_letra();
while (1) {          // Endless loop

    if (UART1_Data_Ready()) { // If data is received,
        Dato = UART1_Read();
        switch( Dato )
        {
            default:Bufér[Pos++]=Dato; //Se guardan los datos en el búfer.
            Bufér[Pos]=0; //Se establece el fin de cadena.
            if (Pos==20){
                Bandera = 1;
                Pos=0;
            }
            break;
        }
    }
}
if(figura==2){
//RPM PARA TMR1
    TMR1H=0 ;
    TMR1L=0;
    TMR0H=0 ;
    TMR0L=0;
    Delay_1sec();          //Cuenta durante 1 segundo.
    rps1= TMR0L;
    rps2= TMR1L;
    RPMIN=rps1*60;

//RPM
    if(AUXRPS1 != RPMIN){
        AUXRPS1= RPMIN;
        IntToStr(RPMIN,RPM);
        Write_DMT(0x00,0xF3,0x00,0xE2,RPM); //
Write_DMT(POSXH,POSXL,POSYH,POSYL,valorlogico)
    }
//KMH
    if(AUXRPS2 != rps2){
        AUXRPS2= rps2;

```

```

KMHORA1=rps2*5.881; //r=26  perimetro=2*pi*r=163.363cm=1.63363m
KMHORA=KMHORA1;    //1.63363m*(#vueltas/s)*(3600s/1h)*(1km/1000m)=5.881068km/h
IntToStr(KMHORA,KMH);
Write_DMT(0x01,0xC7,0x00,0xDD,KMH); //
Write_DMT(PO SXH,PO SXL,PO SYH,PO SYL, valanlogico)
}
//FINAL DE RPM
//*****LECTURAS ANALOGICAS*****
//LECTURA SENSOR DE TEMPERATURA
td= ADC_Read(0); //td vl or digital de temperatura
delay_us(10);
if(AUXTEMP != td){
AUXTEMP= td;
P4= 5.919e-9*td*td*td*td;
P3=7.607e-6*td*td*td;
P2=0.003612*td*td;
P1=0.8788*td;
TEMP=P4-P3+P2-P1+117.1 ;
TEMP1=TEMP;
byteToStr(TEMP1,TEMPERATURA);
Write_DMT(0x02,0xBF,0x00,0x9A,TEMPERATURA); //
Write_DMT(PO SXH,PO SXL,PO SYH,PO SYL, valanlogico)
}
//LECTURA GASOLINA
gd= ADC_Read(1);    //vd calor digital de temperatura
delay_us(10);
if(AUXGASO != gd){
AUXGASO= gd;
P4= 1.101e-8*gd*gd*gd*gd;
P3=1.196e-5*gd*gd*gd;
P2=0.004028*gd*gd;
P1=0.2065*gd;
GASO=-P4+P3-P2+P1+97.25 ;
if((GASO<=100)&&(GASO>=0)){
GASO1=GASO;
byteToStr(GASO1,GASOLINA);
Write_DMT(0x01,0x7B,0x00,0xB0,GASOLINA);
}
}
}
}

```

```

if(GIRARIZ==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X91,0X00,0X10,0X00,0XF9,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
IZQUIERDA EN ON
    v1++;
    if( v1==3 )
        v1=1;
    /*delay_ms(80);
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X91,0X00,0X10,0X00,0XF9,0X00,0X3B); //AVISO
GIRA DERECHA EN OFF*/
}
if(GIRARDE==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X8B,0X00,0X10,0X02,0XF3,0X00,0X3B); //AVISO
GIRA IZQUIERDA EN ON
    v2++;
    if( v2==3 )
        v2=1;
    /*delay_ms(80);
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X8B,0X00,0X10,0X02,0XF3,0X00,0X3B); //AVISO
GIRA IZQUIERDA EN ON*/
}
if(APARCO1==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X91,0X00,0X10,0X00,0XF9,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
IZQUIERDA EN ON
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X8B,0X00,0X10,0X02,0XF3,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
DERECHA EN ON
    v3++;
    if(v3==3)
        v3=1;
}
//*****FINAL DE LECTURAS ANALOGICAS*****
if( Bandera )
{
    //Estrae la direcci3n de la de lo presiona de la pantalla tactil
    /*UART1_Write(Bufer[2]);
    UART1_Write(Bufer[3]);
    UART1_Write(Bufer[4] );
    UART1_Write(Bufer[5]);*/
    x=0;
    y=0;
    x1=0;

```

```

x2=0;
y1=0;
y2=0;
  x1=Buf[2];
  x2=x1<<8;
  x=x2|Buf[3];
  y1=Buf[4];
  y2=y1<<8;
  y=y2|Buf[5];
//final de la extraccion de la posicion en x y
      //APARCO
      if((x>506)&&(x<610)&&(y>205)&&(y<294)&&(aparco==0)&&(figura==0)){ // ON
APARCO
      //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X01,0X00,0XD5,0X02,0X5A,0X01,0X1E);
  portb.b0=1;
  portd.b4=1;
  aparco=1;
  x=0;
  y=0;
  }
  if((x>506)&&(x<610)&&(y>205)&&(y<294)&&(aparco==1)&&(figura==0)){ // OFF
APARCO
      //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X01,0X00,0XD5,0X02,0X5A,0X01,0X1E);
  portb.b0=0;
  portd.b4=0;
  aparco=0;
  x=0;
  y=0;
  }
      //LUCES
      if((x>640)&&(x<745)&&(y>205)&&(y<294)&&(luc[0]==0)&&(figura==0)){ // ON
APARCO
      //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X00,0XD5,0X02,0XE2,0X01,0X1E);
  portb.b1=1;
  luc[0]=1;
  x=0;
  y=0;

```

```

    }
    if((x>640)&&(x<745)&&(y>205)&&(y<294)&&(lucos==1)&&(figura==0)){ // OFF
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X00,0XD5,0X02,0XE2,0X01,0X1E);
    portb.b1=0;
    lucos=0;
    x=0;
    y=0;
    }
    //GUIAS
    if((x>506)&&(x<610)&&(y>320)&&(y<406)&&(guias==0)&&(figura==0)){ // ON
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X01,0X01,0X48,0X02,0X5A,0X01,0X92);
    portb.b2=1;
    guias=1;
    x=0;
    y=0;
    }
    if((x>506)&&(x<610)&&(y>320)&&(y<406)&&(guias==1)&&(figura==0)){ // OFF
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X01,0X01,0X48,0X02,0X5A,0X01,0X92);
    portb.b2=0;
    guias=0;
    x=0;
    y=0;
    }
    //LUZ DE SALON
    if((x>640)&&(x<745)&&(y>320)&&(y<406)&&(luzsalon==0)&&(figura==0)){ // ON
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    portb.b3=1;
    luzsalon=1;
    x=0;
    y=0;
    }

```

```

        if((x>640)&&(x<745)&&(y>320)&&(y<406)&&(luzsalon==1)&&(figura==0)){ // OFF
APARCO
        //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
        portb.b3=0;
        luzsalon=0;
        x=0;
        y=0;
        }
//CODIGO DE ACCESO
        //NUEVE
if((x>66)&&(x<145)&&(y>219)&&(y<287)&&(figura==0)){ // OFF APARCO
        //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
//DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
        codigo[cont]='9';
        cont++;
        Write_asterisco(cont,0);
        x=0;
        y=0;
        }
        //CERO
if((x>154)&&(x<234)&&(y>219)&&(y<287)&&(figura==0)){ // OFF APARCO
        //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
//DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
        codigo[cont]='0';
        cont++;
        Write_asterisco(cont,0);
        x=0;
        y=0;
        }
//BORRAR
if((x>246)&&(x<323)&&(y>219)&&(y<287)&&(figura==0)){ // OFF APARCO
        //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
//DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
        codigo[cont]=' ';
        Write_asterisco(cont,1);
        cont--;
        x=0;
        y=0;
        }

```

```

//CINCO
if((x>66)&&(x<145)&&(y>298)&&(y<367)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='5';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//SEIS
if((x>154)&&(x<234)&&(y>298)&&(y<367)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='6';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//SIETE
if((x>246)&&(x<323)&&(y>298)&&(y<367)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='7';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//OCHO
if((x>333)&&(x<412)&&(y>298)&&(y<367)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='8';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}

```

```

//UNO
if((x>66)&&(x<145)&&(y>379)&&(y<441)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='1';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//DOS
if((x>154)&&(x<234)&&(y>379)&&(y<441)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='2';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//TRES
if((x>246)&&(x<323)&&(y>379)&&(y<441)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='3';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}
//CUATRO
if((x>333)&&(x<412)&&(y>379)&&(y<441)&&(figura==0)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);
    codigo[cont]='4';
    cont++;
    Write_asterisco(cont,0);
    x=0;
    y=0;
}

```



```

//ENTER
if((x>333)&&(x<412)&&(y>219)&&(y<287)&&(figura==0)){ //enter
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    //DRAW_RECTANGLE(0X02,0X88,0X01,0X48,0X02,0XE2,0X01,0X92);

if((codigo[0]=='6')&&(codigo[1]=='6')&&(codigo[2]=='7')&&(codigo[3]=='5')&&(codigo[4]=='5')){
    pantalla(1);
    figura=1;
    delay_ms(1000);
    pantalla(2);
    figura=2;
    for(j=0;j<=4;j++){
        codigo[j]==' ';
    }
    }else{
        Write_asterisco(1,1);
        Write_asterisco(2,1);
        Write_asterisco(3,1);
        Write_asterisco(4,1);
        Write_asterisco(5,1);
    }
    x=0;
    y=0;
    cont=0;
    portd.b1=1; //activo rele de bloqueo
}
//FINAL DE INGRESO CODIGO
//*****PANTALLA 2 *****
//GUIAS
if((x>76)&&(x<193)&&(y>295)&&(y<369)&&(guias==0)&&(figura==2)){ // ON
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X54,0X01,0X30,0X00,0XB6,0X01,0X6B);
    DRAW_RECTANGLE(0X01,0X0E,0X00,0X10,0X01,0X79,0X00,0X3B);
    portb.b2=1;
    guias=1;
    x=0;
    y=0;
    }
if((x>76)&&(x<193)&&(y>295)&&(y<369)&&(guias==1)&&(figura==2)){ // OFF APARCO

```

```

//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0X54,0X01,0X30,0X00,0XB6,0X01,0X6B);
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X0E,0X00,0X10,0X01,0X79,0X00,0X3B);
portb.b2=0;
guias=0;
x=0;
y=0;
}
//LUCES
if((x>228)&&(x<344)&&(y>295)&&(y<369)&&(luces==0)&&(figura==2)){ // ON
APARCO
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0XEA,0X01,0X30,0X01,0X52,0X01,0X6B);
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X0C,0X00,0X10,0X02,0X74,0X00,0X3B);
baja=1;
alta=0;
portb.b1=1;
luces=1;
x=0;
y=0;
}
if((x>228)&&(x<344)&&(y>295)&&(y<369)&&(luces==1)&&(figura==2)){ // OFF
APARCO
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0XEA,0X01,0X30,0X01,0X52,0X01,0X6B);
/*if(cambio==1) {
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X30,0X01,0XEA,0X01,0X6B);
}*/
if(alta==1){
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X90,0X00,0X10,0X01,0XF4,0X00,0X3B);
}
if(baja==1){
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X0C,0X00,0X10,0X02,0X74,0X00,0X3B);
}
portb.b1=0;
cambio=0;
baja=0;
alta=0;
luces=0;
x=0;

```

```

    y=0;
}
//CAMBIO
if(luces==1 ) {
if((x>378)&&(x<495)&&(y>295)&&(y<369)&&(cambio==0)&&(figura==2)){ // ON cambio
luces altas
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X2A,0X01,0XEA,0X01,0X6F); // luces
if((baja==1)&&(alta==0)){
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X0C,0X00,0X10,0X02,0X74,0X00,0X3B);//
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X90,0X00,0X10,0X01,0XF4,0X00,0X3B); //AVISO LUZ
ALTA EN ON
}
alta=1;
baja=0;
portb.b4=1;
cambio=1;
x=0;
y=0;
delay_ms(200);
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X2A,0X01,0XEA,0X01,0X6F);// luces
}
if((x>378)&&(x<495)&&(y>295)&&(y<369)&&(cambio==1)&&(figura==2)){ // OFF
cambio luces bajas
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X2A,0X01,0XEA,0X01,0X6F); // luces
if((baja==0)&&(alta==1)){
DRAW_RECTANGLE(0X02,0X0C,0X00,0X10,0X02,0X74,0X00,0X3B);//
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X90,0X00,0X10,0X01,0XF4,0X00,0X3B); //AVISO LUZ
ALTA EN OFF
}
alta=0;
baja=1;
portb.b4=0;
cambio=0;
x=0;
y=0;
delay_ms(200);
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X2A,0X01,0XEA,0X01,0X6F);// luces
}
}

```

```

    }
    //LUZ DE SALON
    if((x>76)&&(x<193)&&(y>383)&&(y<459)&&(luzsalon==0)&&(figura==2)){ // ON
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X54,0X01,0X85,0X00,0XB6,0X01,0XC4);
    portb.b3=1;
    luzsalon=1;
    x=0;
    y=0;
    }
    if((x>76)&&(x<193)&&(y>383)&&(y<459)&&(luzsalon==1)&&(figura==2)){ // OFF
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X54,0X01,0X85,0X00,0XB6,0X01,0XC4);
    portb.b3=0;
    luzsalon=0;
    x=0;
    y=0;
    }

        //APARCO
    if((x>577)&&(x<746)&&(y>387)&&(y<465)&&(aparco==0)&&(figura==2)){ // ON
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X46,0X01,0X8A,0X02,0XE3,0X01,0XCA);
    portb.b0=1;
    portd.b4=1;
    aparco=1;
    x=0;
    y=0;
    APARCO1=1;
    }
    if((x>577)&&(x<746)&&(y>387)&&(y<465)&&(aparco==1)&&(figura==2)){ // OFF
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X46,0X01,0X8A,0X02,0XE3,0X01,0XCA);
    portb.b0=0;
    portd.b4=0;
    aparco=0;
    x=0;

```

```

y=0;
  APARCO1=0;
  if(v3==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X91,0X00,0X10,0X00,0XF9,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
IZQUIERDA EN ON
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X8B,0X00,0X10,0X02,0XF3,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
DERECHA EN ON
    v3=0;
  }
}
//GIRA IZQUIERA
if((x>534)&&(x<648)&&(y>295)&&(y<369)&&(GIRARIZ==0)&&(figura==2)){ // ON
cambio luces altas
  //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
  DRAW_RECTANGLE(0X02,0X1D,0X01,0X30,0X02,0X7F,0X01,0X6B);
  portb.b5=1;
  GIRARIZ=1;
  x=0;
  y=0;
  }
  if((x>534)&&(x<648)&&(y>295)&&(y<369)&&(GIRARIZ==1)&&(figura==2)){ // OFF
cambio luces bajas
  //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
  DRAW_RECTANGLE(0X02,0X1D,0X01,0X30,0X02,0X7F,0X01,0X6B);
  portb.b5=0;
  GIRARIZ=0;
  x=0;
  y=0;
  if(v1==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X91,0X00,0X10,0X00,0XF9,0X00,0X3B); //AVISO GIRA
IZQUIERDA EN ON
    v2=0;
    v1=0;
  }
}
//GIRA DERECHA
if((x>666)&&(x<783)&&(y>295)&&(y<369)&&(GIRARDE==0)&&(figura==2)){ // ON
cambio luces altas
  //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
  DRAW_RECTANGLE(0X02,0XA0,0X01,0X30,0X03,0X03,0X01,0X6B);

```

```

    portb.b6=1;
GIRARDE=1;
x=0;
y=0;
}
if((x>666)&&(x<783)&&(y>295)&&(y<369)&&(GIRARDE==1)&&(figura==2)){ // OFF
cambio luces bajas
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X02,0XA0,0X01,0X30,0X03,0X03,0X01,0X6B);
portb.b6=0;
GIRARDE=0;
x=0;
y=0;
if(v2==1){
    DRAW_RECTANGLE(0X02,0X8B,0X00,0X10,0X02,0XF3,0X00,0X3B);
//AVISO GIRA IZQUIERDA EN ON
    v2=0;
    v1=0;
}
}
//AGUA
if((x>228)&&(x<344)&&(y>383)&&(y<459)&&(AGUA==0)&&(figura==2)){
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0XEA,0X01,0X85,0X01,0X4D,0X01,0XC4);
portb.b7=1;
AGUA=1;
x=0;
y=0;
}
if((x>228)&&(x<344)&&(y>383)&&(y<459)&&(AGUA==1)&&(figura==2)){
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0XEA,0X01,0X85,0X01,0X4D,0X01,0XC4);
portb.b7=0;
AGUA=0;
x=0;
y=0;
}
//PLUMAS
if((x>378)&&(x<495)&&(y>383)&&(y<459)&&(PLUMAS==0)&&(figura==2)){
//while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));

```

```

DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X8A,0X01,0XEA,0X01,0XCA);
  portd.b0=1;
PLUMAS=1;
x=0;
y=0;
  }
if((x>378)&&(x<495)&&(y>383)&&(y<459)&&(PLUMAS==1)&&(figura==2)){
  //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X01,0X83,0X01,0X8A,0X01,0XEA,0X01,0XCA);
  portd.b0=0;
  PLUMAS=0;
  x=0;
  y=0;
  }
//BLOQUEO
if((x>12)&&(x<130)&&(y>24)&&(y<100)&&(BLOQUEO==0)&&(figura==2)){
  //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0X20,0X00,0X7A,0X00,0X5C);
DELAY_MS(200);
  portd.b1=0; //APAGO RELE BLOQUEO
//BLOQUEO=1;
x=0;
y=0;
IGNICION=0;
ARRANQUE=0;
PLUMAS=0;
AGUA=0;
GIRARDE=0;
GIRARIZ=0;
guias=0;
luces=0;
aparco=0;
luzsalon=0;
cambio=0;
pantalla(0);
figura=0;
PORTB.B0=0; PORTB.B1=0; PORTB.B2=0; PORTB.B3=0; PORTB.B4=0;
PORTB.B5=0; PORTB.B6=0;PORTB.B7=0;
PORTD.B0=0; PORTD.B1=0; PORTD.B2=0; PORTD.B3=0; PORTD.B4=0;
AUXGASO=0;

```

```

    AUXTEMP=0;
    AUXRPS1=0;
    AUXRPS2=0;
}
/*if((x>378)&&(x<495)&&(y>383)&&(y<459)&&(BLOQUEO==1)&&(figura==2)){ // OFF
APARCO
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0X20,0X00,0X7A,0X00,0X5C);
    portd.b1=0;
    BLOQUEO=0;
    x=0;
    y=0;
}*/
//IGNICION
if((x>12)&&(x<130)&&(y>112)&&(y<188)&&(IGNICION==0)&&(figura==2)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0X78,0X00,0X7A,0X00,0XB6);
    portd.b2=1;
    IGNICION=1;
    x=0;
    y=0;
}
if((x>12)&&(x<130)&&(y>112)&&(y<188)&&(IGNICION==1)&&(figura==2)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0X78,0X00,0X7A,0X00,0XB6);
    portd.b2=0;
    IGNICION=0;
    x=0;
    y=0;
}
//ARRANQUE
if((x>12)&&(x<130)&&(y>200)&&(y<278)&&(ARRANQUE==0)&&(figura==2)){
    //while((x>502)&&(x<612)&&(y>204)&&(y<298)&&(aparco==0)&&(figura==0));
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0XD1,0X00,0X7A,0X01,0X0D);
    portd.b3=1;
    ARRANQUE=1;
    DELAY_MS(1000);
    DRAW_RECTANGLE(0X00,0X13,0X00,0XD1,0X00,0X7A,0X01,0X0D);
    portd.b3=0;
    ARRANQUE=0;
}

```



```
x=0;
y=0;
}
//*****
//Aquí se debe analizar el contenido de la información del búfer.
Bandera=0; //Se apaga la bandera de llegada.
}
}
}
```