



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL BASADO EN LA NORMATIVA VIGENTE DE LA FÓRMULA SAE PARA CONTRIBUIR CON LA CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMPETENCIA PARA LA ESPOCH”

**JINEZ MONTESDEOCA FERNANDO DANIEL
PILAMUNGA PILAMUNGA CRISTIAN DANIEL**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-05-05

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**JINEZ MONTESDEOCA FERNANDO DANIEL
PILAMUNGA PILAMUNGA CRISTIAN DANIEL**

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL
BASADO EN LA NORMATIVA VIGENTE DE LA FÓRMULA SAE PARA
CONTRIBUIR CON LA CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE
COMPETENCIA PARA LA ESPOCH”**

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Javier Villagrán
DIRECTOR

Ing. Celin Padilla
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JINEZ MONTESDEOCA FERNANDO DANIEL

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN
TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL BASADO EN LA NORMATIVA
VIGENTE DE LA FÓRMULA SAE PARA CONTRIBUIR CON LA
CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMPETENCIA PARA LA
ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2016-12-12

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Pérez PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán DIRECTOR			
Ing. Celin Padilla 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.

Ing. José Pérez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: PILAMUNGA PILAMUNGA CRISTIAN DANIEL

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL BASADO EN LA NORMATIVA VIGENTE DE LA FÓRMULA SAE PARA CONTRIBUIR CON LA CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO DE COMPETENCIA PARA LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2016-12-12

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Pérez PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán DIRECTOR			
Ing. Celin Padilla 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.

Ing. José Pérez
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 Escuela de Automotriz 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.

Fernando Daniel Jínez Montesdeoca

Cristian Daniel Pilamunga Pilamunga

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación la dedico con amor y cariño primeramente a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, cuidándome, guiándome por el buen camino, dándome la fortaleza para seguir adelante sin desmayar en ningún momento y así poder superar todos los obstáculos que se presentan en la vida.

Evidentemente la dedico a mis padres Edgar Jínez y Martha Montesdeoca quienes son pilares fundamentales en mi vida por darme su amor, saber corregirme cuando era necesario, por esos abrazos de consuelo cuando estaba triste y por celebrar conmigo mis triunfos, por el esfuerzo que hacen cada día para que no me falte nada, por eso les digo muchas gracias amados padres por ser un excelente ejemplo de sacrificio y esfuerzo para mí. A mis queridos hermanos Francisco y Bryan Jínez Montesdeoca por brindarme su compañía y cariño y sobre todo su apoyo incondicional. A quienes les deseo el mejor de los éxitos en sus estudios y en el campo laboral.

Fernando Daniel Jínez Montesdeoca

El presente trabajo de titulación se la dedico principalmente a Dios, por la fuerza y sabiduría que me ha brindado en el transcurso de mi vida sin dejar que desmaye por las adversidades que se me han presentado.

A mis padres, Carlos Pilamunga e Hilda Pilamunga, los cuales has sido un pilar fundamental en la formación personal y académica en el transcurso de mi vida, ayudándome con sus consejos para tomar las mejores decisiones y así crecer de una manera digna y honorable.

A mis hermanas, Silvia, Mónica y Lorena Pilamunga las cuales han sido mi gran compañía, y ayuda para ir construyendo esta gran meta. Además quiero dedicar a toda mi familia en especial a mis abuelitos Carlos Pilamunga y Juana Pilamunga por su cariño y cuidado por estar en los buenos y malos momentos de mi vida.

Cristian Daniel Pilamunga P.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y estar siempre a mi lado en cada paso que doy y dándome la fortaleza para lograr alcanzar mis metas trazadas en la vida. Agradezco de una manera muy especial a mis padres por su inmenso apoyo y comprensión demostrados en todo momento, sacrificando gran parte de su vida para formarme y educarme y así convertirme en una persona de bien. Por los esfuerzos realizados para que yo lograra culminar satisfactoriamente mi carrera profesional siendo para mí esta la mejor herencia. A mis hermanos que con su comprensión y cariño, estuvieron siempre conmigo en los momentos más difíciles de mi formación académica, cuando necesité fuerzas y ánimo para poder afrontar los obstáculos y continuar con mis estudios. Por eso les brindo mi gratitud de todo corazón por su apoyo incondicional. Agradezco también a mis abuelitos, tíos y amigos todos ellos quienes me apoyaron siempre y estuvieron conmigo en este gran sueño. Por último pero no menos importante mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión con la cual podré contribuir y ser productivo a la sociedad.

Fernando Daniel Jínez Montesdeoca

Primeramente agradezco a Dios, por brindarme la salud y darme el coraje para seguir alcanzando metas propuestas en el transcurso de mi vida. También agradezco de manera muy especial a mis padres los cuales han sido un ejemplo a seguir, demostrando su amor y cariño en los momentos que más lo he necesitado. De la misma manera agradezco a toda mi familia en especial a mi tío Fausto Pilamunga y a novia Alexandra Jinde que me ha sabido brindar su apoyo para salir adelante y no desmayar en el camino para conseguir esta meta.

Por último pero no menos importante quiero extender mis agradecimientos a las autoridades de la ESPOCH que de una u otra manera supieron ayudarnos para culminar satisfactoriamente nuestro trabajo de titulación. De todo corazón muchas gracias.

Cristian Daniel Pilamunga P.

CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Generalidades	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Justificación.....	1
1.4	Objetivos	2
1.4.1	Objetivo general	2
1.4.2	Objetivos específicos:.....	2
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Formula SAE.....	4
2.2	Cuadro de instrumentos.....	5
2.2.1	Velocímetro y tacómetro	5
2.3	Cableado eléctrico	6
2.3.1	Cableado Delantero	7
2.3.2	Cableado del Motor	7
2.3.3	Cableado del Salpicadero	7
2.3.4	Cableado del habitáculo	7
2.3.5	Cableado trasero	7
2.3.6	Cableado auxiliar	7
2.3.7	Conexión y estructura del cuadro de instrumentos.....	8
2.4	Panel de instrumento digital.....	9
2.4.1	Fortalezas del panel de instrumentos digital	10
2.4.2	Aplicación del cuadro de instrumentos digital en vehículos híbridos y eléctricos	10
2.5	Sensores.....	11
2.5.1	Sensor de Temperatura.....	11
2.5.2	Sensor de Presión.....	12
2.5.3	Sensor de Oxígeno	12
2.5.4	Sensor electromagnético	13
2.5.5	Sensor Capacitivo	14
2.5.6	Sensor de posición	15
2.5.7	Sensor de ultrasonido	15
2.5.8	Sensor Óptico	16
2.5.9	Sensor de tipo potenciómetro	16
2.6	Pantalla TFT de 7,0” HMI Nextion NX8048K070	16
2.6.1	Lenguaje de programación BASIC	19
2.7	Microcontroladores AVR MEGA de ATMEL	19
2.7.1	Programación del Microcontrolador	20
2.7.2	Proceso de la compilación	21
2.8	Software de programación Bascom AVR	21
2.9	Software de esquematización y simulación	22
2.9.1	Proteus Design Suite	22
2.9.2	Módulos de Proteus	23

3.	PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL	
3.1	Normativa de la Fórmula SAE.....	24
3.1.1	Regla T4.6. La accesibilidad a los controles.....	24
3.2	Diseño del tablero electrónico-digital.....	24
3.3	Parámetros de diseño para la pantalla LCD.....	24
3.4	Instrumentos en el tablero electrónico-digital.....	26
3.5	Ergonomía del puesto de mando del conductor.....	26
3.6	Interfaz persona-maquina: relación informática y de control.....	27
3.6.1	Interfaz persona-maquina (P-M).....	27
3.6.2	Sistemas Manuales.....	27
3.6.3	Sistema Mecánico.....	27
3.6.4	Sistema Automático.....	28
3.7	Diseño de interfaz del tablero electrónico-digital.....	28
3.7.1	Programa Adobe Illustrator CS6.....	29
3.7.2	Diseño de los modelo en el programa Adobe Illustrator CS6.....	29
3.8	Medición de las señales de los sensores.....	31
3.8.1	Señal del sensor CKP.....	32
3.8.2	Señal del sensor ECT.....	32
3.8.3	Señal del sensor VSS.....	33
3.9	Circuito de cambio de señal para el sensor CKP.....	33
3.9.1	Realización del circuito.....	33
3.10	Lógica del programa Bascom AVR.....	35
3.10.1	Entorno de desarrollo del programa.....	35
3.10.2	Configuración inicial.....	36
3.10.3	Creación de la programación en Bascom AVR.....	37
3.10.4	Compilar la programación creada.....	37
3.10.5	Programación del microcontrolador.....	38
3.10.6	Funciones y directivas utilizadas en el lenguaje de programación para Bascom AVR.....	39
3.11	Proceso de programación del microcontrolador ATMEGA 328P.....	41
3.12	Programación de la temperatura.....	42
3.13	Programación de las RPM.....	45
3.14	Programación de la velocidad.....	47
3.15	Programación de los cambios de marcha.....	49
3.16	Programación de odómetro.....	50
3.17	Diseño del interfaz del tablero.....	51
3.17.1	Explicación del interfaz del programa Nextion Editor.....	51
3.17.2	Proceso para la programación en la pantalla.....	52
3.17.3	Proceso para la programación en la pantalla.....	53
3.18	Simulación de la programación del microcontrolador.....	57
3.19	Posicionamiento de los botones e interruptores en el tablero.....	58
3.20	Colocación de la Pantalla LCD.....	59
4.	IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES	
4.1	Procedimientos estipulados por la normativa de la SAE.....	61
4.2	Selección de materiales.....	61
4.2.1	Selección de la Pantalla LCD.....	61
4.3	Tarjeta Electrónica de las señales de los sensores.....	62
4.4	Placa electrónica del convertidor de onda.....	63

4.5	Visera y soporte de la pantalla LCD	64
4.6	Estructura de los botones del motor.	64
5.	PRUEBAS Y RESULTADOS	
5.1	Plan de Pruebas.	66
5.2	Pruebas de sensores.....	66
5.2.1	El sensor CKP.....	67
5.2.2	El sensor VSS	67
5.2.3	Sensor ECT	67
5.3	Prueba del interfaz de la pantalla LCD.	67
5.4	Prueba de las revoluciones del motor.....	68
5.5	Prueba de la velocidad del Monoplaza.....	69
5.6	Prueba de la temperatura del refrigerante	69
5.7	Prueba de visualización y cambio de marcha	70
6.	COSTOS DE FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCIÓN	71
6.1	Detalle de costos directos.....	71
6.2	Detalle de costos indirectos.....	75
6.3	Costos Totales	75
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	76
7.1	Conclusiones.	76
7.2	Recomendaciones.....	77

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Evaluaciones de los eventos estáticos y dinámicos	4
2. Modelos Nextion	17
3. Especificaciones	17
4. Características Electrónicas	18
5. Características de la memoria.....	18
6. Dimensiones y espaciamentos de los caracteres en pantalla.....	25
7. Valores de resistencia y temperatura.....	43
8. Costos de los materiales de construcción	71
9. Costos de los equipos utilizados.....	74
10. Costos Directos.....	75
11. Costos indirectos	75
12. Costos totales.....	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Despiece de un cuentakilómetros analógico	6
2. Velocímetro y Odómetro digitales	6
3. Cableado eléctrico vehicular.	7
4. Circuito impreso en el cuadro de instrumentos.	8
5. Señales que recibe el cuadro de instrumentos	9
6. Panel de instrumentos digital del vehículo Audi TT	10
7. Cuadro de instrumentos digital del vehículo Toyota Prius Prime.....	11
8. Partes del Sensor de Temperatura	11
9. Estructura del Sensor de Presión	12
10. Estructura del sensor de Oxígeno Calefactado Tipo Dedal.....	12
11. Sensor de Revoluciones del Cigüeñal	13
12. Estructura básica del Sensor Hall	14
13. Esquema de funcionamiento de un Sensor Capacitivo.	14
14. Sensor de posición del cigüeñal	15
15. Funcionamiento de un sensor de ultrasonido	15
16. Sensor Óptico	16
17. Potenciómetro como transductor de posición angular	16
18. Nextion NX8048K070_011 pantalla TFT de 7,0" HMI	17
19. Dimensiones de la Pantalla.....	19
20. Programación del microcontrolador	20
21. Proceso de la compilación de un programa escrito en Basic en código hex	21
22. Esquema electrónico en Proteus.....	22
23. Posición más adecuada para conducir.	27
24. Modelos 1, Tablero del vehículo Chevy Corvette.....	28
25. Modelo 2, Tablero del vehículo Lexus LFA	29
26. Modelo 3, Tablero del vehículo Cadillac ELR.....	29
27. Adobe Illustrator Cs6	29
28. Interfaz del programa Adobe Illustrator CS6.....	30
29. Imagen seleccionada.....	30
30. Vectorización del primer modelo	31
31. Vectorizado del sello de la Carrera	31
32. Equipos de medición	32
33. Prueba del sensor CKP	32
34. Prueba del sensor ECT	32
35. Prueba del sensor VSS	33
36. Diagrama del circuito	33
37. Circuito en la protoboard.....	34
38. Comparación de señales del CKP	34
39. Circuito terminado.....	34

40.	Inicio del programa Bascom AVR	35
41.	Pantalla principal de Bascom AVR.....	35
42.	Selección del microcontrolador a programar	36
43.	Selección del programador a utilizar.....	36
44.	Creación de un programa	37
45.	Botones para compilar y grabar la programación	37
46.	Pantalla de grabación del microcontrolador	38
47.	Diagrama de flujo del proceso de programación del microcontrolador	41
48.	Definir las directivas del compilador	42
49.	Curva del sensor ECT.....	43
50.	Divisor de Tensión con R_1 cerca de Vin.....	44
51.	Divisor de Tensión con R_1 cerca de GND	44
52.	Programación de la temperatura.....	45
53.	Programación de las revoluciones por minuto	47
54.	Programación de la velocidad	49
55.	Programación de los cambios de marchas.....	50
56.	Programación del odómetro	50
57.	Primer diseño terminado Illustrator CS6.....	51
58.	Segundo diseño terminado en Illustrator CS6.....	51
59.	Interfaz del programa	52
60.	Diagrama de flujo del proceso para la programación en la pantalla	52
61.	Nuevo archivo y selección de pantalla	53
62.	Botones de programación en Nextion Editor	53
63.	Introducción de las imágenes en la pantalla LCD	54
64.	Introducción de texto y números	54
65.	Herramienta para personalización de texto	55
66.	Verificación de errores en la programación	55
67.	Simulación de la pantalla.	56
68.	Grabación en la Pantalla LCD.....	56
69.	Simulación del microcontrolador.	57
70.	Circuito construido.	57
71.	Posicionamiento de la placa en el monoplaza	58
72.	Botones e interruptor de encendido en el monoplaza.....	58
73.	Posicionamiento de los botones e interruptor de encendido	59
74.	Protección de la pantalla LCD.....	59
75.	Colocación de la Pantalla LCD	60
76.	Tablero terminado	60
77.	Pantalla LCD Nextion seleccionada.....	61
78.	Tarjeta electrónica de las señales de los sensores	62
79.	Placa electrónica de las señales de los sensores al reverso	62
80.	Placa electrónica de convertidor de onda	63
81.	Placa electrónica de convertidor de onda al reverso	63
82.	Visera y soporte del tablero electrónico digital.....	64
83.	Estructura de los pulsadores del motor.....	65

84.	Pantalla LCD activa.....	66
85.	Medición de señal de los sensores.....	67
86.	Interfaz del tablero electrónico-digital	68
87.	Pruebas de revolucione del motor.	68
88.	Prueba de la velocidad del vehículo	69
89.	Prueba de la temperatura del refrigerante del motor	70
90.	Prueba de los cambios de marchas	70

SIMBOLOGÍA

V	velocidad	m/s
d	Distancia	m
D _c	Diámetro catalina	pulg
D	Diámetro de la rueda	M
T	Periodo	s
w	Velocidad angular	rad/s
f	Frecuencia	Hz
r	Radio	M
t	Tiempo	s

LISTA DE ABREVIACIONES

ECU	Unidad de Control Electrónica
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
TPS	Sensor de Posición de mariposa del acelerador
CKP	Sensor de Posición del Cigüeñal
RPM	Revoluciones por minuto
CKP	Sensor de Posición del Cigüeñal
VSS	Sensor de Velocidad del Vehículo
ECT	Sensor de Temperatura del Refrigerante del motor
TFT	Transistor de Películas Finas
HMI	Interfaz Hombre-Máquina
LCD	Pantalla Cristal Liquida
PTC	Coficiente de Temperatura Positiva
NTC	Coficiente de Temperatura Negativa
LED	Diodo Emisor de Luz
CPU	Unidad Central de Procesamiento
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
RTC	Reloj Interno en Tiempo Real),
PC	Computadora Personal

LISTA DE ANEXOS

- A** Programación en el microcontrolador
- B** Circuitos realizados en el Programa Proteus
- C** Diagrama de pines del microcontrolador
- D** Circuitos impresos de las placas
- E** Construcción de los circuitos electrónicos
- F** Graficas en 3D de los circuito
- G** Características de la pantalla LCD Nextion
- H** Medidas de la pantalla LCD Nextion

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar y construir un tablero electrónico-digital basado en la normativa vigente de la fórmula SAE para contribuir con la construcción de un vehículo de competencia para la ESPOCH. El trabajo se inició con ayuda del software Adobe Illustrator CC en el cual se diseñó las dos interfaz para el tablero electrónico-digital, mediante el software Proteus se realizó los diseños de los circuitos de la tarjeta electrónica de las señales de los sensores y de la placa electrónica que convierte el tipo de onda senoidal a cuadrada, una vez finalizado se procedió a su construcción, mediante el software Bascom AVR se realizó la programación, la misma que fue grabada en el microcontrolador ATMEGA 328P y que contiene parámetros tales como: temperatura del refrigerante, la velocidad del vehículo, las revoluciones por minuto, el odómetro y los cambios de marcha, estos son visualizados en la pantalla TFT Nextion, para obtener una buena visibilidad de los indicadores del tablero electrónico-digital, se construyó una visera de fibra de vidrio la cual es encargada de proteger y generar sombra. Se emplearon pruebas y métodos de medición, cuyos resultados obtenidos evidenciaron el correcto funcionamiento del tablero electrónico-digital el cual muestra los diferentes parámetros al conductor sobre el comportamiento del vehículo de competencia, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de los elementos del monoplaza. Con la investigación realizada se concluye que el tablero electrónico-digital es de gran aporte durante la competencia para mantener informado al conductor sobre el estado del vehículo. Se recomienda que los sensores estén calibrados adecuadamente para obtener datos seguros, precisos y confiables.

PALABRAS CLAVES: < SOCIEDAD DE INGENIEROS AUTOMOTRICES (SAE) >, < PANTALLA CRISTAL LÍQUIDO (LCD) >, < UNIDAD DE CONTROL DE MOTOR (ECU) >, < INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI) >, < SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (ECT) >, < SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP) >, < SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO (VSS) >, < TRANSISTOR DE PELÍCULAS FINAS (TFT) >.

ABSTRACT

The objective of the present titling work is to design and build an electronic-digital dashboard based on the current regulations of the “SAE” formula (Society of Automotive Engineers) to contribute to the construction of a competition vehicle for Polytechnic Superior School of Chimborazo, “ESPOCH”. The job was started with the help of Adobe Illustrator CC software in which the two interfaces were designed for the electronic-digital dashboard, through Proteus software was carried out the design of the circuits of the electronic card of the signals from the sensors signals and electronic board that converts the type of sine wave to square, once completed it was proceeded to its construction via Bascom AVC software program the same that was recorded on the ATMEGA 328P microcontroller and contains parameters such as: coolant temperature, vehicle speed, revolutions per minute, the odometer and gear changes are displayed on the Nextion (TFL) Thin film transistor display to obtain good visibility of the electronic-digital dashboard indicators. A fiberglass visor was built which is responsible for protecting and generating shade. Measurements and methods were used, whose obtained results showed the correct functioning of the electronic-digital dashboard which shows the different parameters to the driver on the behavior of the competition vehicle. In order to safeguard the physical integrity of the elements of the car. The research concluded that the electronic-digital board is a great contribution during the competition to keep the driver informed about the state of the vehicle. It is recommended that sensors be properly calibrated to obtain safe data, precise and reliable.

KEY WORDS: <SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE)>, <LIQUID CRYSTAL SCREEN (LCD)>, <ENGINE CONTROL UNIT (ECU)>, <MAN-MACHINE INTERFACE (HMU)>, <COOLANT TEMPERATURE SENSOR (ECT)>, <CRANKSHAFT POSITION SENSOR (CKP)>, <VEHICLE SPEED SENSOR (VSS)>, <THIN FILM TRANSISTOR (TFT)>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En actualidad en el mercado automotor del país existen pocos vehículos con tablero de instrumentos totalmente electrónicos-digitales y se tiene conocimiento que en los vehículos de alta gama y los vehículos de competencia como los de la Fórmula 1 tienen este tipo de tablero.

Debido a que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo conjuntamente con la Carrera de Ingeniería Automotriz y con el apoyo de las autoridades, desea construir un vehículo de tipo monoplace con la finalidad de ir a competir en la Fórmula SAE, se considera fundamental este trabajo de titulación, ya que el tablero electrónico-digital se encargara de mostrar al conductor los diferentes parámetros sobre el comportamiento del vehículo de competencia y así salvaguardar la integridad física de los elementos que lo constituyen, también con la implementación de este tablero de instrumentos electrónico-digital se pretende fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico del país en el campo automotriz..

1.2 Antecedentes

La Fórmula Student, conocida también como la Fórmula SAE por sus siglas en inglés, (Society of Automotive Engineers) nace en Michigan, Estados Unidos, actualmente esta competencia cuenta con 9 sedes en 8 diferentes países. (SAE, 2011)

Es una competencia automovilística que reúne a las mejores universidades del mundo, lo que se pretende calificar en este tipo de competencias es el trabajo de ingeniería que hay detrás de todo proceso de diseño, creación, puesta a punto y evolución de un coche de competencias. Este tipo de eventos se realiza una vez al año donde participan universidades de todo el mundo y cuenta con el apoyo completo de grandes fabricantes automovilísticos como son: Ford, Porsche, BMW, entre otras marcas reconocidas a nivel mundial. (SAE, 2011)

La importancia de participar en esta competición es incentivar a estudiantes de Ingeniería Automotriz a ser innovadores y emprendedores, promoviendo la excelencia mediante el diseño y la construcción de un vehículo de competencia de altas prestaciones, para competir contra las mejores universidades del mundo.

Todas las Universidades participantes están bajo la normativa de la Fórmula SAE, llegando a recibir hasta 140 equipos y más de 2500 estudiantes. Los resultados de las competiciones son recogidos y mostrados en el ranking mundial de la FSAE. Los vehículos son evaluados en una serie de análisis estáticos y dinámicos los mismos que son puntuados.

Con el diseño y construcción de este Tablero Electrónico-Digital se pretende monitorear y dar seguimiento del funcionamiento y desarrollo del monoplaça, recogiendo los parámetros del vehículo de competencia que son de vital importancia para el conductor durante la competencia. Y de esta manera poder competir en la Fórmula SAE en igualdad de condiciones tecnológicas y científicas dejando en alto el nombre de la institución y del país, ya que se tiene conocimiento que las universidades que actualmente representan al Ecuador son la Universidad de las Fuerzas Armadas y la Universidad Politécnica Salesiana los cuales poseen tableros con una combinación análogo-digital y digital.

Con este trabajo de titulación se pretende demostrar que en la ESPOCH y en el país existe talento humano, con capacidad de crear nuevos sistemas acordes a los adelantos tecnológicos y científicos actuales en el campo automotriz.

Se espera que con la información producida en este trabajo de titulación, pueda ser utilizada para la implementación de tableros electrónico-digital en el parque automotor del país.

1.3 Justificación

En el presente trabajo de titulación se trata del diseño y construcción de un tablero electrónico-digital, para complementar una parte importante en la realización de un vehículo de competencia de la Fórmula SAE que cumpla con todas las características y la reglamentación estipulada, el cual se está llevando a cabo en La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con la Carrera de Ingeniería Automotriz y con el pleno apoyo

de las autoridades, fomentando la investigación en los estudiantes de la Carrera y dando el primer paso de grandes investigaciones en beneficio de futuras generaciones que ayudarán en el desarrollo tecnológico del país.

El tablero electrónico-digital tiene como principal objetivo monitorear y dar seguimiento al funcionamiento y desarrollo del monoplace, recogiendo los parámetros del vehículo de competencia que son de vital importancia para el conductor, así como los parámetros críticos del motor tales como:

La temperatura del refrigerante, velocidad y revoluciones del motor.

Con este dispositivo se pretende ir a la par con el desarrollo tecnológico, de brindarle al vehículo una mejor estética y de contribuir al confort del conductor.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.* Diseñar y construir un tablero electrónico-digital basado en la normativa vigente de la Fórmula SAE para contribuir con la construcción de un vehículo de competencia para la ESPOCH.

1.4.2 *Objetivos específicos:*

Conocer las normas vigentes según el reglamento de la Fórmula SAE sobre el tablero electrónico-digital para su correcta elaboración.

Diseñar el tablero electrónico-digital de tal manera que el conductor pueda monitorear y observar los parámetros que envía la ECU del estado de vehículo en el momento que este en movimiento, para que con cuyo seguimiento y evaluación periódica permita contar con un mayor conocimiento de la situación actual en la que se encuentre el monoplace de competencia.

Implementar el tablero de instrumentos electrónico-digital, utilizando procedimientos estipulados en la normativa SAE para la selección de materiales y procedimientos adecuados que garanticen la fiabilidad del monoplace.

Realizar pruebas de monitoreo de las diferentes señales del funcionamiento del

monoplaza de la Fórmula SAE en el Tablero de Instrumentos electrónico-digital mediante la visualización de los valores y variables emitidas por los diferentes sensores y actuadores, utilizando los recursos tecnológicos que se dispone actualmente en nuestro medio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Formula SAE

Es La Fórmula SAE (Society of Automotive Engineers) es un concurso de diseño de ingeniería para estudiantes de pregrado y posgrado. El concurso ofrece a los participantes la oportunidad de mejorar sus habilidades de diseño de ingeniería y gestión de proyectos mediante la aplicación de los conocimientos teóricos aprendidos en el aula y puestos en práctica en una competición exigente. (SAE, 2011)

Fórmula SAE promueve las carreras y la excelencia en ingeniería, ya que abarca todos los aspectos de la industria del automóvil, incluyendo la investigación, diseño, fabricación, pruebas, desarrollo, comercialización, administración y finanzas.

Cada equipo de estudiantes diseña, construye y pone a prueba un prototipo basado en una serie de normas de la FSAE cuya finalidad es tanto para garantizar las operaciones en el sitio del evento y promover la ingeniosa solución de problemas. (SAE, 2011)

Hoy en día, la competencia se ha ampliado e incluye una serie de spin off eventos. En los Estados Unidos hay dos lugares: Michigan y Nebraska; Michigan, siendo el evento más grande y de más larga duración. (SAE, 2011)

Los vehículos son evaluados en una serie de análisis estáticos y dinámicos que incluyen: la inspección técnica, el coste, la presentación, el diseño de ingeniería, los ensayos de comportamiento y el rendimiento en pista. Estas evaluaciones son puntuadas. (OSCAR, 2009)

En cada evaluación se pueden dar las siguientes puntuaciones máximas:

Tabla 1. Evaluaciones de los eventos estáticos y dinámicos

Eventos estáticos	Puntos
Presentación	75
Diseño de ingeniería	150

Tabla 1. (Continuación)

Análisis de coste	100
Eventos dinámicos	Puntos
Aceleración	75
Skid-Pad (derrapaje)	50
Autocross	150
Economizar combustible	50
Resistencia	350
TOTAL	1000

Fuente: Reglamento de la Fórmula SAE 2016, pág. 5

2.2 Cuadro de instrumentos.

El cuadro de instrumentos o cuadro porta instrumentos se sitúa en el salpicadero del vehículo, en una posición estudiada con criterios ergonómicos que facilita la visualización e interpretación de los datos. (PÉREZ, 2014)

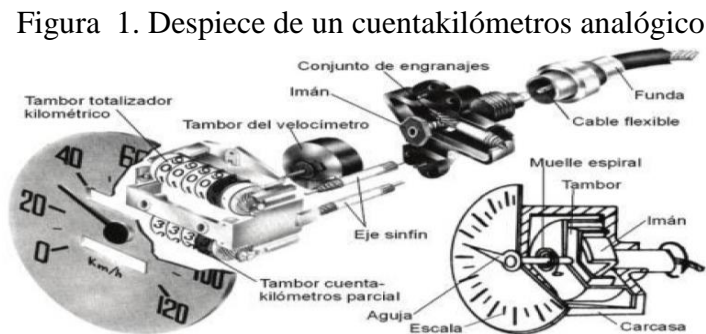
El cuadro de instrumentos tiene la misión de informar al conductor sobre el estado actual en el que se encuentra el vehículo como son: número de revoluciones del motor, velocidad, temperatura, nivel de líquido de depósito de combustible, sistema de iluminación, etc. Depende de la información que se facilite o del tipo de control que se desee realizar, el cuadro de instrumentos vendrá equipada con los siguientes dispositivos:

Testigos de advertencia, informan mediante señales ópticas del estado de los principales circuitos del vehículo como son:

- Temperatura del Motor
- Freno de estacionamiento
- Circuito de carga, Alumbrado
- Presión de aceite, etc. (PÉREZ, 2014)

2.2.1 Velocímetro y tacómetro. Uno de los componentes fundamentales del cuadro de instrumentos es el velocímetro, que generalmente se combina con un cuentakilómetros u odómetro. El primero indica el desplazamiento de una aguja sobre escala graduada, la velocidad del vehículo, mientras que el segundo contabiliza los kilómetros recorridos

El conjunto de velocímetro y odómetro se comanda desde la caja de velocidades del vehículo, de la que toma movimiento giratorio por medio de un cable flexible con funda, que se acopla a un conjunto de engranajes a los que transmite el giro, que desde aquí es llevado a los respectivos tambores cuentakilómetros por medio de dos ejes sinfín. (PÉREZ, 2014)



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/instrumentos-cuadro.htm>

La evolución experimental en el campo de la electrónica ha permitido el desarrollo de velocímetros y odómetros electrónicos, que representan indudables ventajas de fiabilidad y precisión en la medida. El velocímetro electrónico lo constituye esencialmente un indicador voltímetro de aguja, cuya bobina recibe los impulsos de mando de una unidad electrónica, que los elabora en función de las señales que recibe de un sensor de velocidad, generalmente del tipo hall. Este sensor se ubica en el sistema de transmisión, en la caja de cambios. Basándose en el mismo principio de funcionamiento se estructura el tacómetro o cuentarrevoluciones, cuyo sensor lo constituye un generador de impulsos de inducción colocados frente al dentado de la corona del volante motor. (PÉREZ, 2014)

Figura 2. Velocímetro y Odómetro digitales



Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/565412928197120673/>

2.3 Cableado eléctrico.

La instalación eléctrica de un moderno automóvil engloba un gran número de componentes que se organizan en diferentes equipos y se conectan entre sí por medio de

cables extendidos por todo el vehículo. Los cables conductores están reunidos entre si y rodeados de cinta plástica, formando mazos que reciben el nombre de cableados. Cada uno de los conductores se distingue por el color de su funda aislante, lo que permite identificarlos en la entrada y salida del mazo correspondiente.

Para facilitar las reparaciones que eventualmente puedan producirse y el desmontaje de componentes, la instalación eléctrica se divide en partes, cuyos cableados están debidamente identificados y se conexionan entre sí por conectores adecuados.

Resulta frecuente disponer los siguientes cableados:

2.3.1 Cableado Delantero. Comprende los elementos eléctricos de la parte delantera del vehículo que van fijados a la carrocería. (PÉREZ, 2014)

2.3.2 Cableado del Motor. Se conecta al interior y conexiona los elementos eléctricos que van montados en el motor del vehículo. (PÉREZ, 2014)

2.3.3 Cableado del Salpicadero. Conexiona todo los elementos del cuadro de instrumentos con el resto de componentes de la instalación eléctrica. (PÉREZ, 2014)

2.3.4 Cableado del habitáculo. Comprende los elementos del interior del habitáculo, como luces interiores, luneta térmica, etc. (PÉREZ, 2014)

2.3.5 Cableado trasero. Comprende los aparatos eléctricos de la parte trasera del vehículo y el maletero. (PÉREZ, 2014)

2.3.6 Cableado auxiliar. Interconecta a los anteriores aquellos elementos eléctricos que por su situación en el vehículo requieren un cableado especial o independiente de la instalación general. (PÉREZ, 2014)

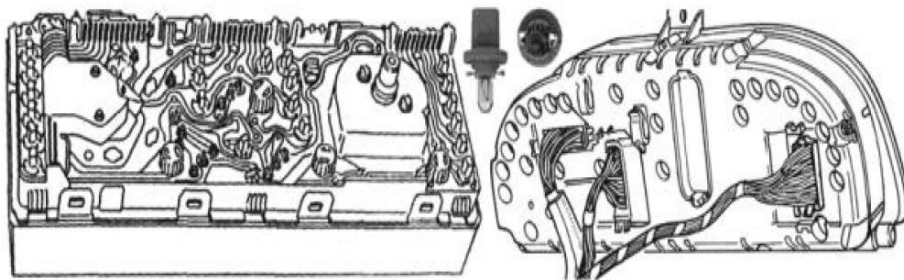
.Figura 3. Cableado eléctrico vehicular.



Fuente: <http://www.bmw.es/home/footer/1/glosario/cableado.html>

2.3.7 *Conexión y estructura del cuadro de instrumentos.* Cada uno de los indicadores y pilotos testigo del cuadro de instrumentos, debe conectarse a los correspondientes sensores por medio de la instalación eléctrica, utilizando para ello los conectores adecuados. Para simplificar al máximo la instalación eléctrica del cuadro, se dispone en su parte trasera una lámina de circuito impreso, como es conocido, que efectúa la conexión entre cada uno de los indicadores y piloto testigo con los conectores a los que se unen los mazos de cable. (PÉREZ, 2014)

Figura 4. Circuito impreso en el cuadro de instrumentos.



Fuente: (PÉREZ, 2014)

La lámina de circuito impreso se acopla y fija a la carcasa del cuadro en su parte trasera externa, y a ella se unen las diferentes lámparas de los pilotos en los respectivos portalámparas, que efectúan la conexión de patillas especialmente dispuestas.

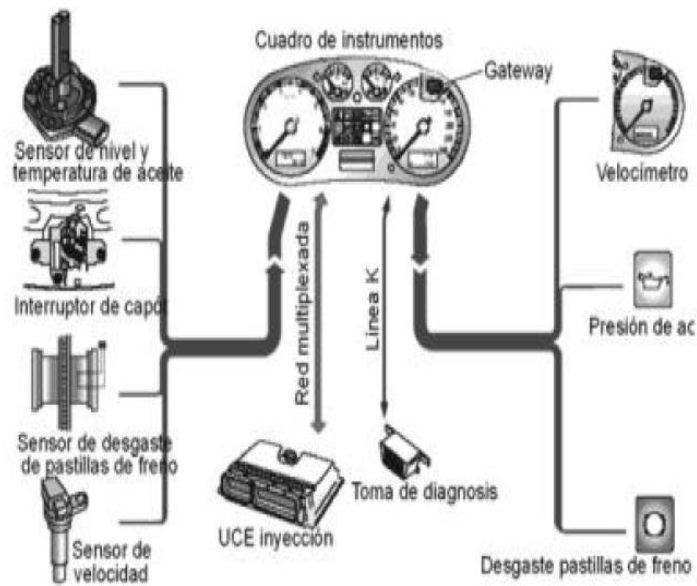
Los indicadores de aguja se conectan a la placa de circuito impreso por medio de pequeños tornillos de cobre. (PÉREZ, 2014)

Para la iluminación de los indicadores del cuadro de instrumentos suele utilizarse en la actualidad un sistema de fibra óptica, mediante el cual se canaliza la luz hacia los puntos de iluminación. Los rayos de luz emitidos por la lámpara, son canalizados por cada uno de los cables de fibra hacia los puntos que se desee iluminar en el cuadro de instrumento.

En mucho de los vehículos actuales se dispone un cuadro de instrumentos provisto de una unidad de electrónica de control para el gobierno de los diferentes indicadores y lámparas de alerta, como es conocido.

Las señales recibidas de los diferentes sensores, son atrapadas convenientemente por la central electrónica, que las transforma en pulsos de mando para los diversos indicadores, y mensajes para la pantalla display. (PÉREZ, 2014)

Figura 5. Señales que recibe el cuadro de instrumentos



Fuente: (PÉREZ, 2014)

2.4 Panel de instrumento digital.

La tecnología ha avanzado en los sistemas eléctricos y electrónicos y han posibilitado a tener mejores interfaz en vehículos de alta gama, la introducción de la gestión electrónica tanto en motores a gasolina y diésel y la creación de vehículos híbridos y eléctricos han automatizado los mecanismos como las elevallas, la apertura y cierre de puertas, el control de los asientos, entre otros. A su vez, han permitido incorporar en el vehículo sistemas más novedosos como los cuadro de instrumentos electrónicos-digitales. (Ferrer, 2013)

Actualmente, debido a los grandes requerimientos técnicos y de confort en vehículos de alta gama y convencionales, se ensamblan verdaderas redes eléctricas y electrónicas de transferencia de datos. Estas redes proporcionan la interconexión entre las distintas unidades de control con el fin de gestionar los actuadores de los diferentes sistemas eléctricos y electrónicos de acuerdo con las informaciones recibidas por los sensores y distintas unidades de control. (Ferrer, 2013)

La tecnología aplicada al panel de instrumentos hace que se tenga cada vez mejores e innovadores diseños, pasando de los indicadores analógicos tradicionales a los indicadores totalmente digitales, los cuales se montan en vehículos de alta gama debido a su coste elevado de fabricación.

Los paneles de instrumentos digitales (modernos) utilizan iluminación por grupos de LED, ya que permite que el panel tenga una forma moderna y que ocupe relativamente poco espacio además de mayor durabilidad. (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 6. Panel de instrumentos digital del vehículo Audi TT



Fuente: <http://www.autobild.es/reportajes/los-cinco-mejores-cuadros-instrumentos>

2.4.1 Fortalezas del panel de instrumentos digital. El panel de instrumentos digital presenta varias fortalezas que los hacen ideal para la mayoría de las aplicaciones. Por lo general, son más precisos que los analógicos. La lectura de la medida es mucho más cómoda, ya que leemos directamente la cifra en la pantalla sin tener que interpretar una escala graduada. Esto los hace ideales en su uso como aparatos portátiles, donde es muy importante tomar una lectura rápida y precisa de la medida.

Son muy robustos: aguantan fuertes impactos y vibraciones sin alteración de su funcionamiento. Este último se debe a que en su estructura no existen elementos móviles. Los instrumentos de medida analógicos tienden a ser sustituidos cada vez más por los digitales debido a sus múltiples beneficios que esta nos brinda. (Miguel, 2011)

2.4.2 Aplicación del cuadro de instrumentos digital en vehículos híbridos y eléctricos. Los vehículos híbridos y eléctricos necesitan dispositivos que permitan informar al conductor del estado de los componentes eléctricos y del funcionamiento del vehículo. Los principales elementos del cuadro de instrumentos de estos vehículos son:

2.4.2.1 Reloj indicador de potencia. Generalmente se presenta mediante un reloj o un display intuitivo que muestra la potencia global y los modos de funcionamiento tanto de potencia como de recuperación energética. (OSCAR, 2009)

2.4.2.2 Indicador de energía. Este instrumento marca el estado de carga de la batería como si de un reloj indicador de combustible se tratara. (OSCAR, 2009)

2.4.2.3 Pantalla multifunción. Algunos vehículos disponen de pantallas de cristal líquido que integran todos o gran parte de los instrumentos informativos. En esta pantalla se puede ver de forma gráfica gran parte de información, entre ellas tenemos los modos de funcionamiento, el estado de carga de la batería, autonomía, etc. (OSCAR, 2009)

Figura 7. Cuadro de instrumentos digital del vehículo Toyota Prius Prime



Fuente: <http://www.actualidadmotor.com/nuevo-toyota-prius-prime-hibrido>

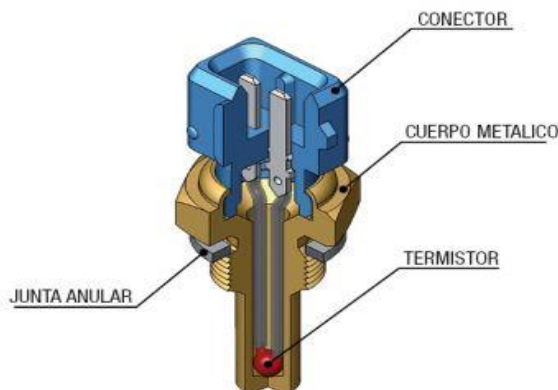
2.5 Sensores

Los sensores son elementos que tienen como finalidad convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica. Estas señales eléctricas son enviadas a la unidad de control electrónico (ECU), que realizará el procesamiento de toda esta información y establecerá los valores adecuados que tendrán que tener los actuadores para que el sistema funcione correctamente.

La variedad de sensores que se emplean en un automóvil es tan extensa que resulta prácticamente imposible realizar una única clasificación que sea completa y exhaustiva, entre las principales que se utilizan en la actualidad en vehículos convencionales son los que se describen a continuación. (DOBLADO, y otros, 2011)

2.5.1 Sensor de Temperatura. También llamados termistores, los sensores de temperatura son elementos que suministran una señal eléctrica en función de la temperatura a la que están sometidos. En el mundo de la automoción se utilizan tres tipos de sensores de temperatura: el sensor PTC (coeficiente de temperatura positivo), el sensor NTC (coeficiente de temperatura negativo) y el bimetálico. (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 8. Partes del Sensor de Temperatura

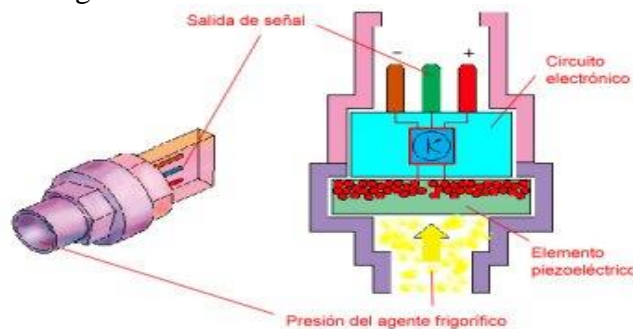


Fuente: <http://www.fae.es/es/productos/sensor-temperatura>

2.5.2 *Sensor de Presión.* Los sensores de presión son elementos que producen o modifican una señal eléctrica en función de la presión a la que se halle sometida. Los sensores de presión más utilizadas en el automóvil son:

- La piezorresistencia, también llamado manorresistencia galgas extensiométrica
- El sensor piezoeléctrico
- El mano contacto (del griego manos = presión), también denominado manorruptor o contacto de presión. (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 9. Estructura del Sensor de Presión

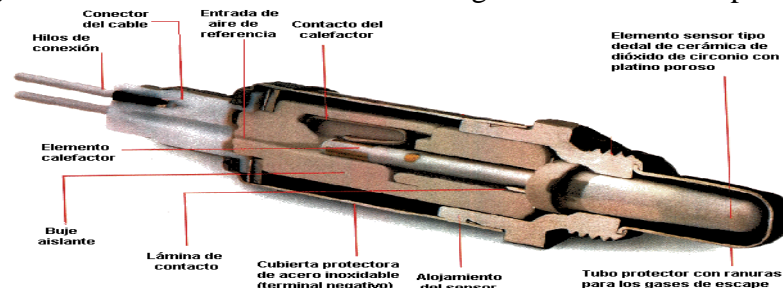


Fuente: <https://sites.google.com/site/confort44david/6-4>

2.5.3 *Sensor de Oxígeno.* Un sensor de oxígeno es un generador de tensión que está basado en la diferencia de contenido de oxígeno que hay entre los fluidos. El oxígeno es un elemento químicamente muy reactivo, por eso cuando hay diferentes concentraciones de oxígeno entre dos medios, aparece una diferencia de potencia eléctrica.

El sensor de oxígeno más importante que se utiliza en el automóvil es la sonda lambda que verifica la composición de los gases de escape. Los sensores de oxígeno para el análisis de los gases de escape son una de los elementos que más ha evolucionado debido a su gran importancia en el control de las emisiones nocivas. (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 10. Estructura del sensor de Oxígeno Calefactado Tipo Dedal



Fuente: <http://www.amortiguadoresgabriel.cl/sensor-oxigeno/>

2.5.4 *Sensor electromagnético.* Los sensores de tipo electromagnético son elementos que basan su funcionamiento en la interacción entre el magnetismo y la electricidad. Concretamente los tres sensores clasificados en esta categoría son:

- El sensor inductivo.
- El sensor Hall.
- El sensor Reed.

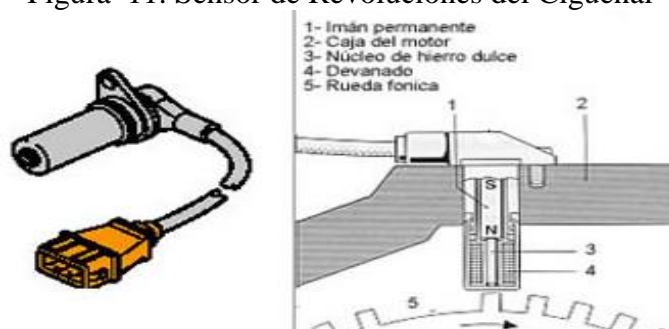
Y los tres contienen imanes permanentes y utilizan algunas propiedades electromagnéticas para proporcionar una señal eléctrica en función de las condiciones del sistema. (DOBLADO, y otros, 2011)

2.5.4.1 *Sensor Inductivo.* El sensor inductivo provoca una variación de flujo magnético para generar una corriente eléctrica en una bobina. Los sensores inductivos pueden adaptarse múltiples formas constructivas.

Los sensores inductivos son muy utilizados en el automóvil, casi siempre relacionado con sensores de velocidad angular (sensores de giro) de muchos elementos, algunos ejemplos pueden ser:

- En los embragues pilotados, como sensores de giro de entrada y de salida del embrague.
- En las transmisiones automáticas, como sensores de giro de cada velocidad.
- Además, son muchos los motores eléctricos y los compresores de todo tipo que contienen sensores inductivos para el seguimiento de su rotación. (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 11. Sensor de Revoluciones del Cigüeñal



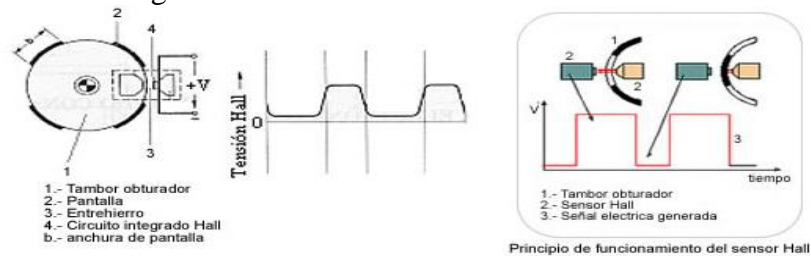
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores2-modelos.htm>

2.5.4.2 *Sensor de Efecto Hall*. El sensor de efecto Hall está basado en la aparición de una diferencia de potencial eléctrico en ciertos materiales que se encuentran bajo la influencia de un campo magnético y a través de los cuales fluye una corriente eléctrica. Estos materiales (Hall) tienen las propiedades de ser a la vez conductores y paramagnéticos. Hay muchos materiales con esas propiedades, pero los más utilizados son cristales dopados de silicio o de germanio.

Las aplicaciones de los sensores de efecto Hall han sido y sigue siendo muy amplia y variada:

- Sensor de velocidad angular y posición en motores térmicos
- Sensores de giro para cada velocidad en caja de cambios automáticas.
- Sensores de freno para frenos ABS.
- Sensores de aceleración para sistemas de control. (DOBLADO, y otros, 2011)

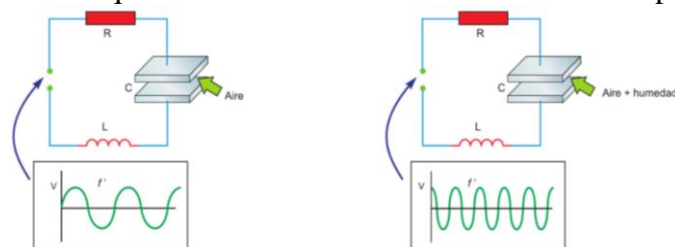
Figura 12. Estructura básica del Sensor Hall



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido>

2.5.5 *Sensor Capacitivo*. Un sensor capacitivo consiste en un condensador de láminas paralelas, donde el material eléctrico entre las capas es el elemento del cual se desea medir sus propiedades o características. Para conseguir esto es necesario incorporar el condensador a un circuito eléctrico con una resistencia y una inductancia formando así un circuito RLC. (DOBLADO, y otros, 2011)

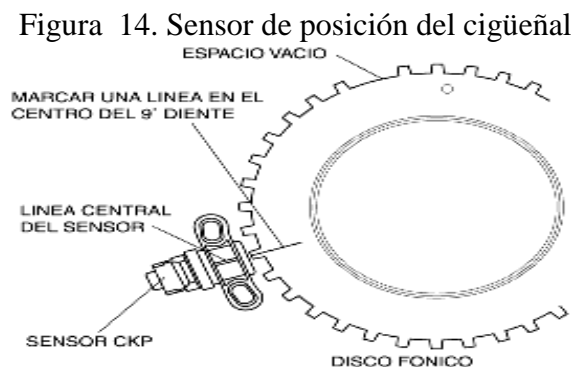
Figura 13. Esquema de funcionamiento de un Sensor Capacitivo.



Fuente: (DOBLADO, y otros, 2011)

2.5.6 *Sensor de posición.* Los sensores de posición son elementos que permiten detectar la posición en la que se encuentra un elemento mecánico. Generalmente están activados automáticamente por el movimiento de una pieza, pero también los hay que están movidos directamente por el conductor. Aunque su principio de funcionamiento está basado en la resistencia variable, hay dos tipos de sensores de posición bien diferenciados.

- El divisor de tensión.
- El modular de ancho de pulso (PWM). (DOBLADO, y otros, 2011)

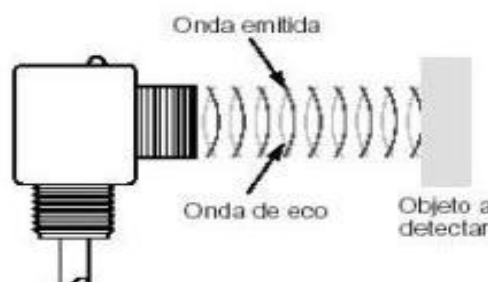


Fuente: http://www.clubmazdavenezuela.com/apps/manuals/3/man_taller_m3/

2.5.7 *Sensor de ultrasonido.* Los sensores de ultrasonido utilizan ondas sonoras de frecuencia no audible para detectar la presencia de objetos o personas. El sonido consiste en ondas de presión que comprimen y expanden el medio por el que se propaga. Los sensores de ultrasonido se han utilizado en el automóvil en diferentes facetas, los usos más importantes que se han dado son:

- Sensor de Distancia
- Sensor de Volumen
- Sensor de Caudal (Efecto Karman). (DOBLADO, y otros, 2011)

Figura 15. Funcionamiento de un sensor de ultrasonido



Fuente: <http://temporizadoresmei.blogspot.com/2011/06/sensores.htm>

2.5.8 *Sensor Óptico*. Un sensor óptico utiliza las propiedades de emisión y recepción de la luz para detectar una amplia gama de factores. El elemento emisor de luz es un diodo LED que en la mayoría de casos emite un color rojo. Los elementos sensores a la luz pueden ser fotorresistencias, fotodiodos o fototransistores. (DOBLADO, y otros, 2011)

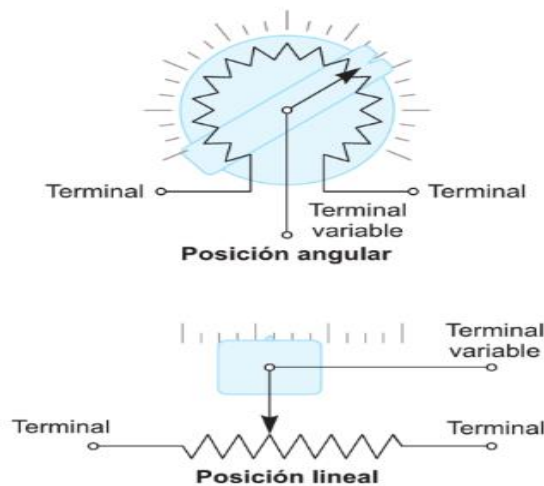
Figura 16. Sensor Óptico



Fuente: <http://libro-sensores.blogspot.com/2012/07/sensor-optico.html>

2.5.9 *Sensor de tipo potenciómetro*. Se emplea tanto para detectar una posición angular como lineal. Suele emplearse como elemento selector, introduciendo la señal de mando al sistema. (CRESPO LÓPES, 2015)

Figura 17. Potenciómetro como transductor de posición angular



Fuente: (CRESPO LÓPES, 2015)

2.6 Pantalla TFT de 7,0" HMI Nextion NX8048K070

Nextion es una solución sin fisuras de interfaz hombre-máquina (HMI) que proporciona una interfaz de control y visualización entre un humano y un proceso, máquina, aplicación o dispositivo. Nextion se aplica principalmente a la IO o campo de la electrónica de consumo. Es la mejor solución para reemplazar el LCD tradicional y tubo de LED

Nixie. Nextion incluye parte de hardware (una serie de tablas TFT) y la parte de software (el editor de Nextion) en la cual los usuarios son capaces de crear y diseñar sus propias interfaces para la visualización Nextion. (ITEAD, 2015)

Nextion NX8048K070 mejorada es un poderoso "pantalla TFT de 7,0" HMI, con 32 MB de Flash espacio de almacenamiento de datos, 1.024 bytes EEPROM, 8192 bytes de memoria RAM, y GPIO compatible. (ITEAD, 2015)

Figura 18. Nextion NX8048K070_011 pantalla TFT de 7,0" HMI



Fuente: <http://g01.a.alicdn.com/kf/>

Tabla 2. Modelos Nextion

Nextion_Type	Mejorado
Modelos	NX8048K070_011N (N: No táctil)
Nextion	NX8048K070_011R (R: Pantalla táctil Resistiva)

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>

Tabla 3. Especificaciones

	Datos	Descripción
Color	65K (65536) Colores	16 bits, 5R6G5B
Tamaño del diseño	181 (L) x 108 (W) x 7,7 (H)	NX8048K070_011N
	181 (L) x 108 (W) x 9,3 (H)	NX8048K070_011R
Área activa (AA)	164.90mm (L) x 100.00mm (W)	-
Área Visual (VA)	154.08mm (L) x 85.92mm (W)	-
Resolución	800 x 480 píxeles	También se puede establecer como 480 x 800 píxeles

Tabla 3. (Continuación)

Tipo de toque	Resistador	-
Toques	> 1000000	-
Iluminar desde el fondo	LED	-
Curso de la vida de luz de fondo (media)	> 30.000 horas	-
Brillo	250 nit (NX8048K070_011N)	0% a 100%, el intervalo de ajuste es 1%
	230 nits (NX8048K070_011R)	0% a 100%, el intervalo de ajuste es 1%
Peso	216 g (NX8048K070_011N)	-
	268 g (NX8048K070_011R)	-

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>

Tabla 4. Características Electrónicas

	Pruebas	Min	Típico	Max	Unidad
Tensión de funcionamiento		4.75	5	7	V
Corriente de funcionamiento	VCC = + 5V, brillo es 100%	-	510	-	mA
	Modo de sueño	-	15	-	mA
Recomendada Fuente de alimentación: 5V, 2A, DC					

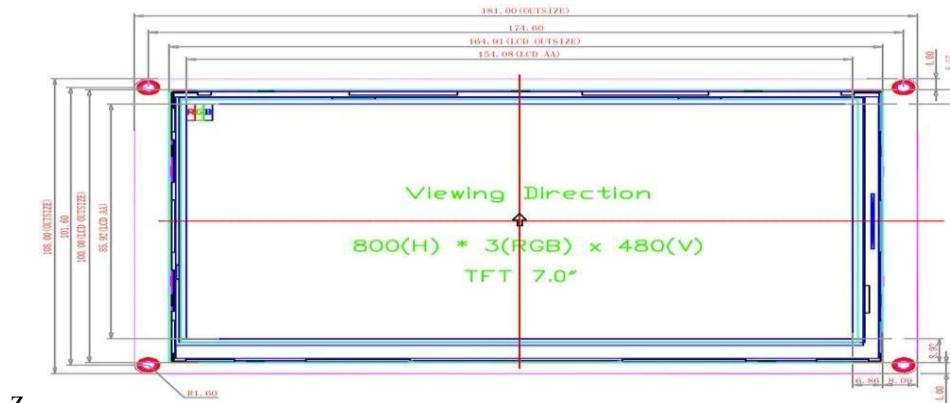
Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>

Tabla 5. Características de la memoria

Tipo de memoria	Condiciones de pruebas	Min	Típico	Max	Unidad
Memoria flash	Fuentes de las tiendas y las imágenes	-	-	32	MB
Almacenamiento de usuario	EEPROM	-	1042	-	byte
Memoria RAM	Las variables de las tiendas	-	8192	-	Byte
Buffer de instrucciones	Buffer de instrucciones		1024		Byte

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>

Figura 19. Dimensiones de la Pantalla



Fuente: [https://www.itead.cc/wiki/File:NX8048T070_\(IM150416007\).jpg](https://www.itead.cc/wiki/File:NX8048T070_(IM150416007).jpg)

2.6.1 Lenguaje de programación BASIC. Es un lenguaje de programación de alto nivel creado con el propósito de superar las desventajas del ensamblador, ya que varias instrucciones en ensamblador se sustituyen por una sentencia en Basic, así el programador ya no tiene que conocer el conjunto de instrucciones del microcontrolador utilizado. Posee una sintaxis fácil, estructura sencilla y un buen conjunto de operadores. No es un lenguaje específico, es polivalente, potente, se aprende rápidamente, en poco tiempo cualquier usuario es capaz de utilizar casi la totalidad de su código. (PÉREZ, 2015)

2.7 Microcontroladores AVR MEGA de ATMEL

Los microcontroladores AVR MEGA, son las herramientas más actuales y potentes que existen en el mercado. El paquete computacional BASCOM AVR, permite programar toda clase de microcontroladores AVR, de manera rápida y estructurada en alto nivel (Lenguaje Basic). (VALENCIA B., 2013)

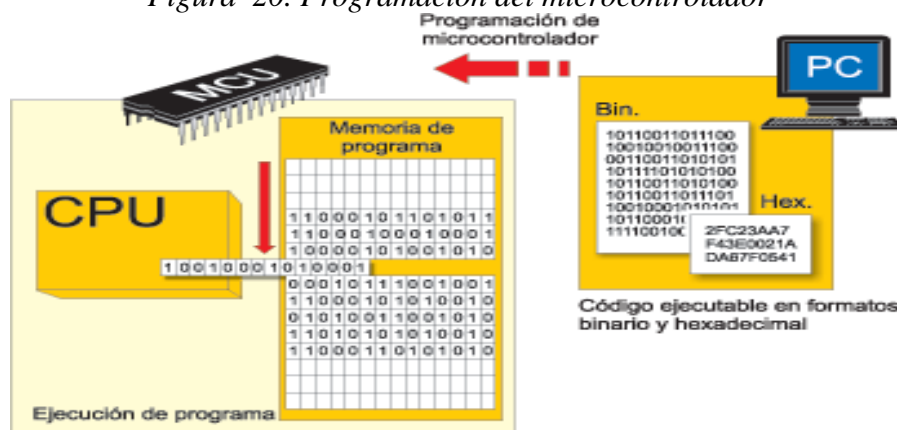
Dentro de las múltiples familias de microcontroladores los AVR MEGA son los más actuales, recientes y versátiles del mercado. Presentan muchas ventajas en relación a los microcontroladores conocidos como los MCS51-52, Microchip y otros, ya que poseen herramientas internas que facilitan tanto el software como el hardware. (VALENCIA B., 2013)

En las herramientas que poseen están: la comunicación o manejo de interfaces SPI, I2C, UART, USB, 1WIRE, 2WIRE. Además están integrados con conversores analógicos digitales, RTC (reloj interno en tiempo real), oscilador RC interno, memoria no volátil EEPROM interna, entre otros. (VALENCIA B., 2013)

Dentro de esta familia Atmel AVR MEGA el alto rendimiento, bajo consumo de energía microcontrolador de 8bits RISC AVR combina memoria flash de 32 KB ISP con capacidades de lectura, mientras que de lectura-escritura, 1024B EEPROM, 2 KB de SRAM, tres temporizadores flexibles/contadores con comparan los modos, las interrupciones internas y externas, USART programable de serie, una interfaz en serie de 2 hilos orientados a byte, puerto serie SPI, un 6 canales de 10 bits convertidor A/D (8-canales en TQFP y QFN / FML paquetes), temporizador de vigilancia programable con oscilador interno, y los modos de ahorro de energía seleccionable de software de cinco. El dispositivo opera entre 1.8-5.5 voltios. Mediante la ejecución de instrucciones de gran alcance en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza rendimientos se acerca a 1 MIPS por MHz, equilibrar el consumo de energía y velocidad de procesamiento. Principalmente los microcontroladores que se tiene son ATmega8/ATmega16 /ATmega32/ATmega128/ATmega328. (ATMEL, 2014)

2.7.1 *Programación del Microcontrolador.* El microcontrolador ejecuta el programa cargado en la memoria Flash. Esto se denomina el código ejecutable y está compuesto por una serie de ceros y unos, aparentemente sin significado. Dependiendo de la arquitectura del microcontrolador, el código binario está compuesto por palabras de 12, 14 o 16 bits de anchura. Cada palabra es interpretada por la CPU como una instrucción a ser ejecutada durante el funcionamiento del microcontrolador. Como es más fácil trabajar con el sistema de numeración hexadecimal, el código ejecutable se representa con frecuencia como una serie de los números hexadecimales denominada código Hex. A todas las instrucciones que el microcontrolador puede reconocer y ejecutar se le denominan colectivamente Juego de instrucciones. (VERLE, 2015)

Figura 20. Programación del microcontrolador

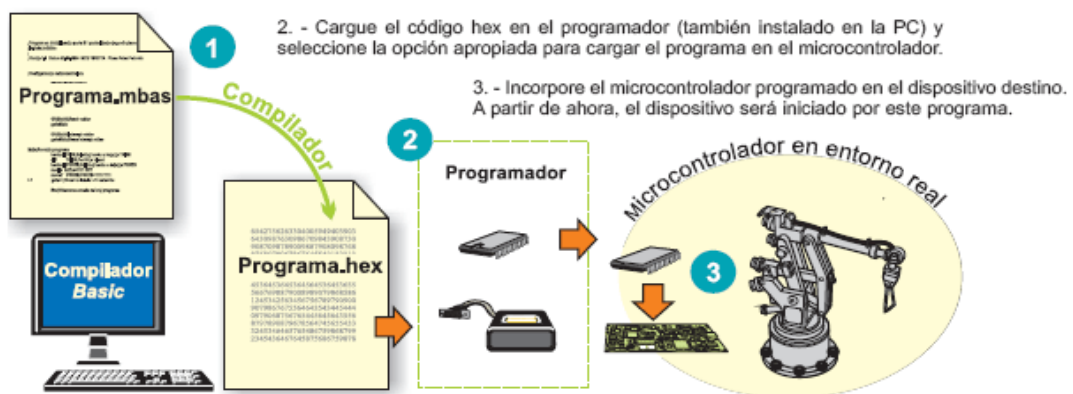


Fuente: <http://cdn.mikroe.com/ebooks/sites/38/2016/02/17153426/>

2.7.2 *Proceso de la compilación.* El proceso de escribir un programa en Basic. Al seleccionar la opción apropiada, el programa será compilado en el ensamblador y luego en el código hex que será cargado en el microcontrolador. Similar al lenguaje ensamblador, un programa especializado e instalado en la PC se encarga de compilar un programa a código máquina. A diferencia del ensamblador, los compiladores para los lenguajes de programación de alto nivel crean un código ejecutable que no es siempre tan corto como el código escrito en ensamblador. (VERLE, 2015)

Figura 21. Proceso de la compilación de un programa escrito en Basic en código hex

1. - Utilice el compilador instalado en la PC para escribir un programa en uno de los lenguajes de programación de alto nivel y seleccione la opción apropiada para compilarlo en código hex.



Fuente: <http://cdn.mikroe.com/ebooks/sites/38/2016/02/17153704/.gif>

2.8 Software de programación Bascom AVR

Bascom-AVR es original de Windows, compilador de BASIC para la familia AVR de ATMEL, desarrollado por la empresa Holandesa MCS Electronic que está diseñado para funcionar en XP / Vista / Win7 y Win8. (SOFT, 2012)

Bascom viene en tres variantes que son:

- Bascom-LT para microcontroladores Atmel AT89Cx051
- Bascom-8051 de 8051 microcontroladores.
- Bascom-AVR de microcontroladores Atmel AVR

Bascom es una aplicación para PC que permite:

- Escribir programas en Basic
- Traducir estos programas en el PC para código máquina (un formato que el

controlador puede ejecutar AVR).

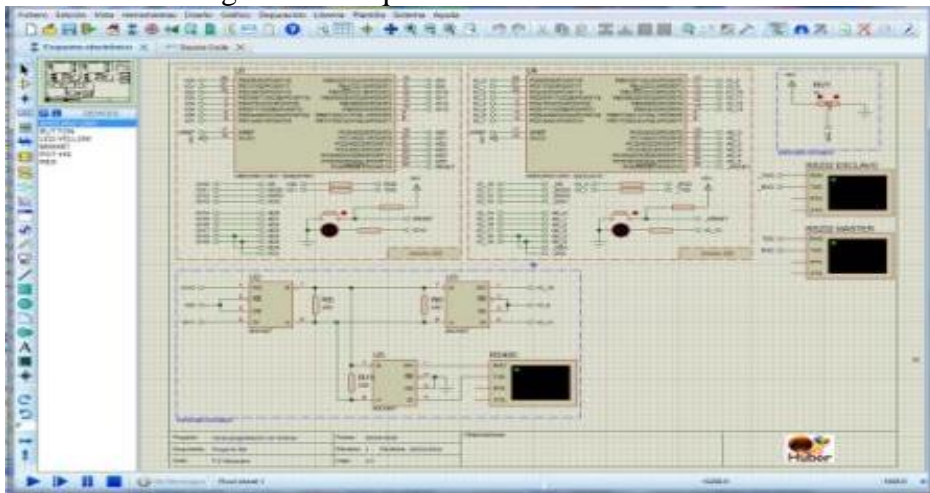
- Simular el código compilado
- El uso de programas externos de flash ("programa"), el código compilado en microcontrolador de un AVR Atmel.

Bascom-AVR permite crear rápidamente prototipos porque se ha incorporado soporte para casi todos los microcontroladores AVR características tales como: Contadores / temporizadores, UART, ADC, PWM, I²C. Además de que soporta gran cantidad de periféricos, tales como: Botones, LCD de alfanuméricos, LCD Gráficos, PS/2 para teclado, Control remoto por infrarrojos. Es sobre todo este apoyo que hace que el uso de Bascom AVR atractivo en términos de tiempo ahorrado, mientras que el desarrollo de una aplicación. (Guijarro, 2009)

2.9 Software de esquematización y simulación

2.9.1 Proteus Design Suite. Es un software creado por LABCENTER Electronics Ltd., para la ejecución completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas como son: diseño, simulación, depuración, documentación y como último construcción. La suite se conforma de varias herramientas perfectamente integradas entre sí las cuales se describen a continuación: Diseñador del esquema electrónico y simulación de circuitos electrónicos, diseñador de la placa de circuito impreso, Visor tridimensional, Visor de ficheros GERBER, Módulo de gestión de la lista de materiales, Módulo de programación y simulación de microcontroladores. (F.J, 2012)

Figura 22. Esquema electrónico en Proteus



Fuente: <http://www.hubor-proteus.com/images/isis/EsquemaElectronico.jpg>

2.9.2 Módulos de Proteus

2.9.2.1 *Isis*. Es la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos. (F.J, 2012)

2.9.2.2 *Ares*. Es la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo duro de la realización de placas electrónicas recae sobre el PC en lugar de sobre el diseñador. (F.J, 2012)

2.9.2.3 *Prospice*. Es la herramienta de simulación de circuitos según el estándar industrial SPICE3F5. Es el verdadero corazón de Proteus y la herramienta por la que se empieza la ejecución de todos los proyectos. (F.J, 2012)

2.9.2.4 *VSM*. Es la revolucionaria herramienta que permite incluir en la simulación de circuitos el comportamiento completo de los microcontroladores más conocidos del mercado. PROTEUS es capaz de leer los ficheros con el código ensamblado para los microprocesadores de las familias PIC, AVR, 8051, HC11, ARM/LPC200 y BASIC STAMP y simular perfectamente su comportamiento. Incluso puede ver su propio código interactuar en tiempo real con su propio hardware pudiendo usar modelos de periféricos animados tales como displays LED o LCD, teclados, terminales RS232, simuladores de protocolos I2C, etc. Proteus es capaz de trabajar con los principales compiladores y ensambladores del mercado. (F.J, 2012)

CAPITULO III

3. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO ELECTRÓNICO-DIGITAL.

3.1 Normativa de la Fórmula SAE

El reglamento de FSAE no establece parámetros para el diseño del tablero o panel de instrumentos que monitorea todos los parámetros del vehículo de competencia sino que establece normativa sobre la accesibilidad a los controles del vehículo.

3.1.1 Regla T4.6. La accesibilidad a los controles

Todos los controles del vehículo, incluyendo la palanca de cambios, deben ser operados desde el interior de la cabina sin ninguna parte del conductor, por ejemplo, manos, brazos o los codos, siendo fuera de los planos de la estructura de impacto lateral definido en la Regla T3.25 Estructura de impacto lateral para los coches del marco del tubo y T3.34 Monocasco de impacto lateral. (SAE, 2016)

3.2 Diseño del tablero electrónico-digital

El tablero electrónico digital es diseñado de tal manera que cumpla las características esenciales de ergonomía para el conductor, donde se podrá visualizar con gran exactitud los parámetros que esta nos brinda, con una excelente resolución y datos totalmente confiables y en tiempo real.

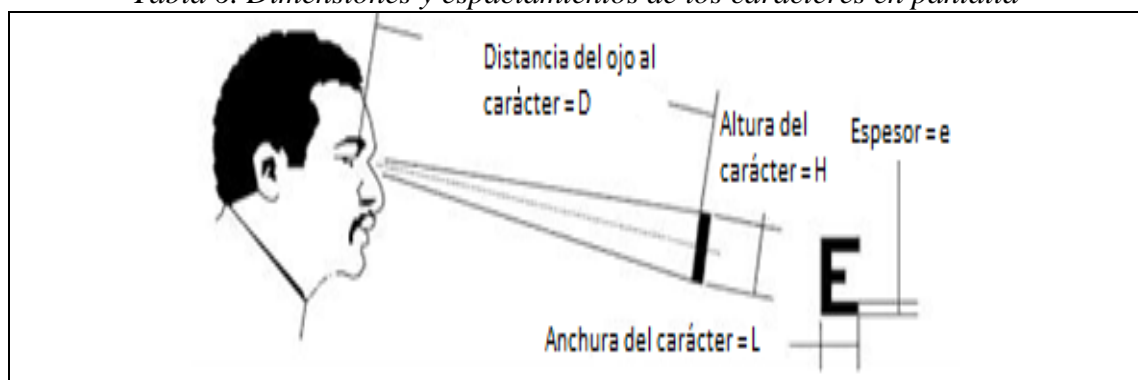
La culminación del tablero electrónico-digital es una parte fundamental en el vehículo de competencia tipo fórmula SAE que se está construyendo en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con la ayuda de la Carrera de Ingeniería Automotriz, la ubicación de este componente será trascendental en la manipulación del monoplaza en las diferentes competencias.

3.3 Parámetros de diseño para la pantalla LCD

Las consideraciones que deben tener las pantallas hacen referencia a la dimensión y a las posibilidades de control del contraste, brillo, rotación, e inclinación:

- El usuario debe poder regular la luminosidad y el contraste
- La luminancia de la pantalla no debe ser inferior a $10^{cd}/m^2$ y de los caracteres estará entre 3 y 15 veces la de la pantalla; la relación correcta oscila entre 6:1 y 10:1.
- La altura del borde superior de la pantalla debe ser relacionada con la altura de ojos del conductor y no debería superar la línea horizontal de los ojos.
- Respecto a la pantalla, las de 12 pulgadas son válidas para trabajos ocasionales. Para trabajos de entrada de datos el mínimo es de 14 pulgadas. Las pantallas mayores de 16 pulgadas permiten la visualización de un documento estándar de tamaño DIN A-4 completo
- Siempre que se pueda se optara por pantallas de resolución 72 dpi. Y aspecto ratio 1 (que los pixeles sean cuadrados)
- Una frecuencia de centelleo de 70 barridos por segundo (Hz).
- El color de los caracteres negros sobre blancos ofrece mejor contraste que los caracteres blancos sobre fondo negro.
- La forma de los caracteres deben ser bien definidos.
- Los caracteres deben estar bien diseñados (la matriz de pixeles de 7x9 es la preferible, aunque podemos aumentar la matriz a 11x14).
- El tamaño de los caracteres debe ser de 3.5 a 4.5 mm para que su lectura sea fácil a la distancia de 40-70 cm. (BARRAU, 2010)

Tabla 6. Dimensiones y espaciamentos de los caracteres en pantalla



Dimensiones de los caracteres en función de la distancia al ojo (mm)								
D	Desde	0	500	800	1250	2000	3150	5000
	Hasta	500	800	1250	2000	3150	5000	8000
H		3	3,5	4,5	6	9	14	23
L		2 a 3	2 a 3,5	2,5 a 4,5	3,5 a 6	5 a 9	8 a 14	12 a 23

Tabla 6. (Continuación)

e	Oscuro sobre claro	0,3	0,35	0,45	0,6	0,9	1,4	2,3
	Claro sobre oscuro	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1,2	2
El óptimo es: ancho = alto								
Espaciamiento entre los caracteres: > e Entre dos líneas de caracteres: > H/2								

Fuente: (ÁLVAREZ, 2009)

3.4 Instrumentos en el tablero electrónico-digital.

Debido a los pocos sensores con los que se cuenta en los diferentes sistemas, se ha optado por colocar parámetros básicos que se indicara en la pantalla LCD como los que se describen a continuación:

- Revoluciones y velocidad del vehículo.
- Temperatura del refrigerante del motor.
- Distancia recorrida por el vehículo, entre otros.

Al ser un monoplaza de competencia se suprimirá los testigos de luces de parqueo o de direccionales entre otros que regularmente se utilizan en vehículos normales y se limitaran a contar con parámetros netamente utilizados en automóviles de competición.

3.5 Ergonomía del puesto de mando del conductor.

El puesto de conducción de un vehículo ha venido evolucionando desde que se creó el primer automóvil a combustión interna, a lo largo de este tiempo se viene perfeccionando ciertos mandos del conductor para tener una mejor visibilidad y maniobrabilidad al momento de conducir, uno de ellos es la evolución en los tableros de instrumentos que han pasado de análogos a digitales siempre buscando la innovación y el confort.

Cuando se habla de la ergonomía del conductor aborda muchos aspectos como la toma e interpretación de la información que el tablero de instrumentos nos brinda así también como la adaptación de los controles. También aborda la investigación del conjunto de las causas de los accidentes y su análisis, teniendo en cuenta los aspectos humanos y tecnológicos tanto para la información de los conductores como para interacción con el vehículo o la gestión de las situaciones críticas. (ÁLVAREZ, 2009)

Figura 23. Posición más adecuada para conducir.



Fuente: <http://revista.consumer.es/web/es/20050301/pdf/miscelanea.pdf>

3.6 Interfaz persona-maquina: relación informática y de control.

3.6.1 Interfaz persona-maquina (P-M). La ergonomía geométrica posibilita en el diseño de los espacios, máquinas y herramientas que configuran el entorno de la persona, que no es otra cosa que los medios que este utiliza para comunicarse o satisfacer sus necesidades en el trabajo o en el ocio. El conjunto de útiles y mecanismos, su entorno y el usuario, forman una unidad que podemos definir y analizar como un sistema P-M, considerando, no solo los valores de interacción de variables, sino también las relaciones sinérgicas.

Se puede clasificar estos sistemas en función del grado y de la cantidad de interacción entre el usuario y los elementos del entorno. (BARRAU, 2010)

3.6.2 Sistemas Manuales. La principal característica es que el propio usuario aporta la energía para el respectivo funcionamiento, y que el control que ejerce sobre los resultados es directo. (BARRAU, 2010)

3.6.3 Sistema Mecánico. A diferencia de los sistemas manuales, el usuario aporta una cantidad limitada de energía ya que la mayor cantidad de esta es producida por las máquinas o por alguna fuente exterior.

El ejemplo más recurrido para la exposición de sistemas mecánicos es la del conductor de un vehículo. El sistema conductor-automóvil está incluido en un sistema de rango superior, la circulación, en el cual el conductor recibe un plus de información de los propios componentes intrínsecos del vehículo (velocidad, potencia, características, ruido), y el entorno (carretera, señales de tráfico, edificios, señales naturales, otros vehículos, etc.)

Los indicadores: velocímetro, tacómetro, displays de iluminación, termómetros, niveles de aceite, gasolina, agua nos darán las referencias acerca de las medidas de velocidad, de las revoluciones del motor, del tipo de iluminación utilizada, de la temperatura del agua en el circuito de refrigeración, del nivel de depósito, etc. (BARRAU, 2010)

3.6.4 Sistema Automático. Los sistemas automáticos o también llamados de autocontrol, son más teóricos que reales, una vez programados debe tener la capacidad de autorregularse. En la práctica no existe un sistema totalmente automático, siendo imprescindible la intervención de un humano como parte vital del sistema, al menos en las funciones de supervisión y de mantenimiento

Cuando diseñamos sistemas automáticos, lo que estamos diseñando en realidad son sistemas semiautomáticos. En la práctica los sistemas P-M suelen estar formados por la interacción de subsistemas de los tres tipos. (BARRAU, 2010)

3.7 Diseño de interfaz del tablero electrónico-digital.

Una vez seleccionada el tipo de interfaz que se va a utilizar en el tablero electrónico-digital se procede a modelar las figuras, para lo cual se optó por escoger el programa Adobe Illustrator CS6 para el respectivo trabajo, teniendo en cuenta las características con las que debemos contar para culminar con éxito lo requerido.

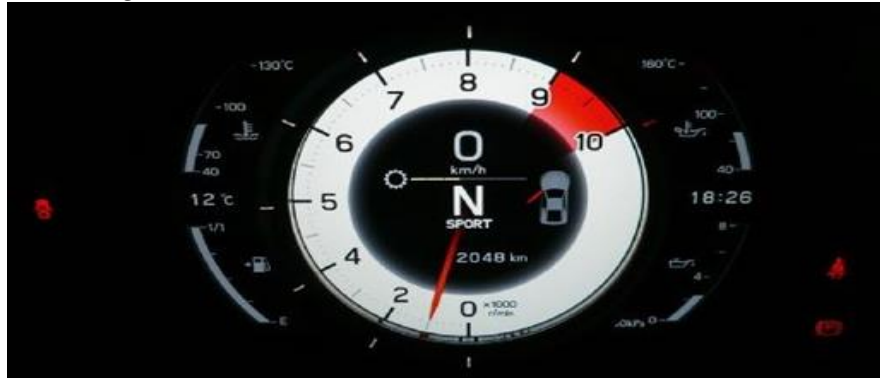
A continuación se muestra imágenes del interfaz hombre-máquina seleccionados para colocar en la pantalla LCD, para el monitoreo de los diferentes parámetros físicos, cabe destacar que los modelos escogidos son utilizados en vehículos de alta gama por lo que su adquisición es muy costosa.

Figura 24. Modelos 1, Tablero del vehículo Chevy Corvette



Fuente: <http://www.autoblog.com/2013/08/12/chevy-corvette-stingray-gauge>

Figura 25. Modelo 2, Tablero del vehículo Lexus LFA



Fuente: <http://neoauto.com/noticias/varios/neovideos-los-cuadros-de-instrumentos>

Figura 26. Modelo 3, Tablero del vehículo Cadillac ELR



Fuente: <http://www.skodachile.com/viewtopic.php?f=3&t=3000>

3.7.1 *Programa Adobe Illustrator CS6.* Es una herramienta creada por Adobe, con la que podemos crear y trabajar con dibujos basados en gráficos vectoriales. Para poder entender el funcionamiento de este programa, lo primero que se debe estudiar son los gráfico vectorial, y que diferencia existe con los gráficos basados en mapas bits.

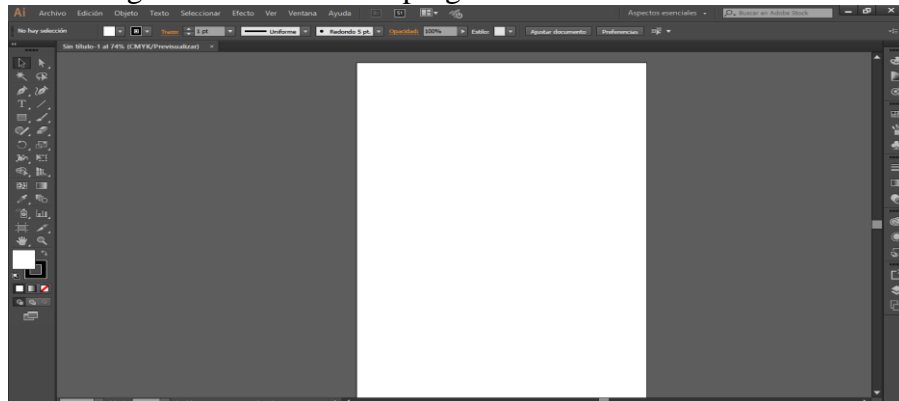
Figura 27. Adobe Illustrator Cs6



Fuente: (MARCOMBO, 2012)

3.7.2 *Diseño de los modelo en el programa Adobe Illustrator CS6.* Para poder manipular el programa sin inconvenientes hay que entender el interfaz que esta nos brinda, una vez instalado se visualiza lo siguiente:

Figura 28. Interfaz del programa Adobe Illustrator CS6



Fuente: Autores

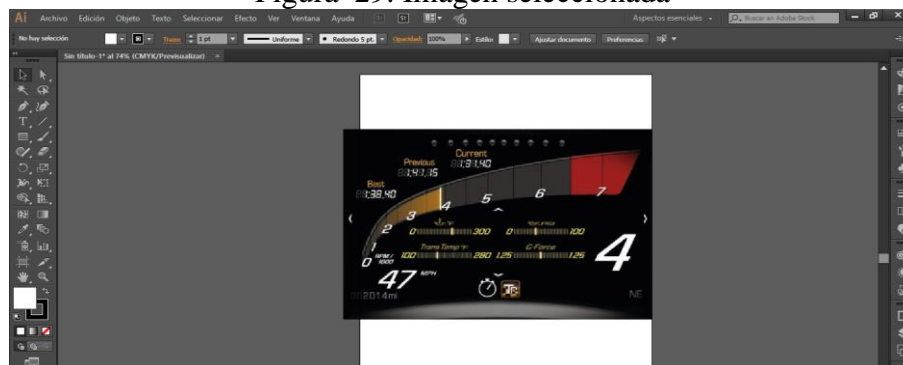
En la figura 6 se puede observar todas las opciones que esta herramienta nos permite realizar y todo totalmente en español por lo que se convierte en un programa ideal para el trabajo. Una vez conocido y entendido el interfaz de la herramienta de trabajo se procede al diseño de los modelos anteriormente mencionados.

La razón por la que se vectoriza las imágenes es con el propósito de colocar como una interfaz en la pantalla LCD que nos servirá para que el conductor pueda visualizar los parámetros que el vehículo nos brinda, se escogieron tres tipos de interfaz diferentes para tener una selección a comodidad y a su vez un mejor confort al ocupante.

Para poder vectorizar una imagen en este programa se debe realizar los siguientes pasos descritos a continuación:

Una vez seleccionado el tamaño en la cual vamos a trabajar que en este caso es 800x480 pixeles se procede a arrastrar la imagen a la que vamos a realizar el respectivo vectorizado.

Figura 29. Imagen seleccionada



Fuente: Autores

Para realizar el vectorizado de la imagen seleccionada se activa el icono Pluma que se encuentra en las herramientas principales al costado izquierdo de la pantalla, con esta herramienta se va redibujando nuevamente todo el contenido de la imagen para tener un mejor control y manipulación de los elementos que contiene la figura.

Figura 30. Vectorización del primer modelo



Fuente: Autores

Al culminar la vectorización de la primera imagen se procede con las siguientes dos restantes llegando así a la culminación satisfactoria del primer paso que nos ayudara a visualizar los parámetros que el vehículo nos brinde en tiempo real y datos totalmente confiables al conductor.

Figura 31. Vectorizado del sello de la Carrera



Fuente: Autores

3.8 Medición de las señales de los sensores.

Para realizar la respectiva programación en la placa se debe conocer el tipo de señal que emite los diferentes sensores, para lo cual se realizó manualmente con equipos destinados para este objetivo como son multímetro, osciloscopio, fuente de poder entre otros instrumentos.

Figura 32. Equipos de medición



Fuente: Autores

3.8.1 *Señal del sensor CKP.* Al realizar la respectiva prueba con ayuda del osciloscopio se pudo determinar que la señal que nos da es en forma de honda senoidal, lo cual quiere decir que el sensor es ferromagnético por lo que cuenta con solo dos salidas, uno positivo y el otro de señal, por lo que se determinó que es un sensor de tipo inductivo.

Figura 33. Prueba del sensor CKP



Fuente: Autores

3.8.2 *Señal del sensor ECT.* Para realizar la prueba de señal se requiere de un multímetro y una fuente de calor, ya que este sensor a medida que aumenta la temperatura va disminuyendo su resistencia y tensión.

Figura 34. Prueba del sensor ECT



Fuente: Autores

3.8.3 *Señal del sensor VSS.* Al realizar la respectiva prueba con ayuda de un osciloscopio nos da una señal cuadrada la cual es perfecta para seguir con la respectiva programación de la placa.

Figura 35. Prueba del sensor VSS

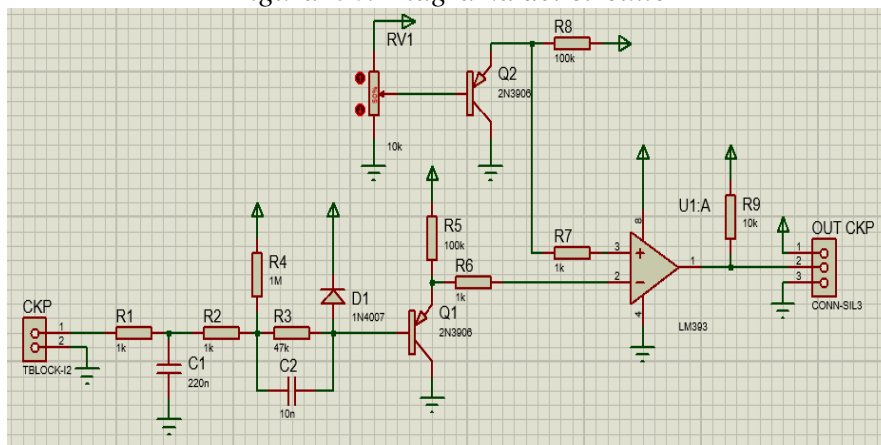


Fuente: Autores

3.9 Circuito de cambio de señal para el sensor CKP.

Al ser el sensor de tipo inductivo nos da una señal de onda senoidal, por lo cual nos da un problema al momento de realizar la programación, por tal motivo se ha realizado el siguiente circuito que nos ayudara a cambiar el tipo de señal que esta nos emite y transformarla a un tipo de onda cuadrada, que en este caso es esencial si se desea visualizar las RMP del motor en una pantalla totalmente digital.

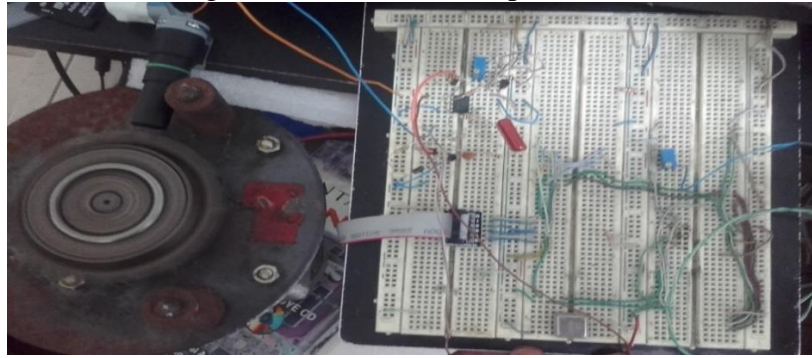
Figura 36. Diagrama del circuito



Fuente: Autores

3.9.1 *Realización del circuito.* Para poder realizar el siguiente circuito en una placa inicialmente se la realiza en una protoboard para verificar su respectivo funcionamiento.

Figura 37. Circuito en la protoboard



Fuente: Autores

Una vez realizado el diagrama en la protoboard se prosigue a comparar la señal inicial del sensor con la señal que circula por el circuito construido y se obtiene un cambio de señal óptimo para el microcontrolador.

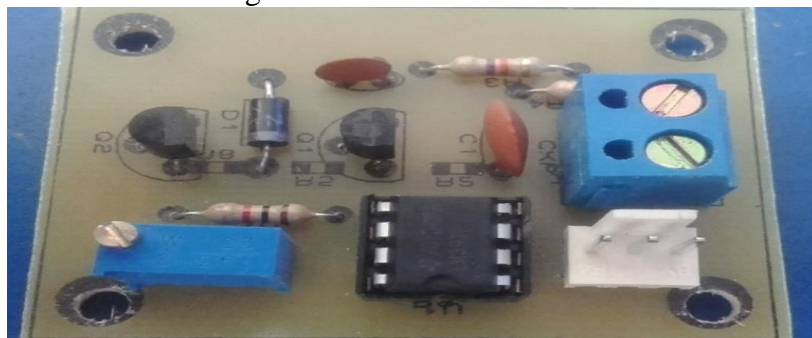
Figura 38. Comparación de señales del CKP



Fuente: Autores

Una vez comprobado el cambio de señal respectiva se procede a realizar la placa con la ayuda del programa Proteus, para posteriormente colocar los respectivos elementos que va tener y de esta manera mediante sus respectivas comprobaciones queden lista, para su correcto funcionamiento.

Figura 39. Circuito terminado



Fuente: Autores

3.10 Lógica del programa Bascom AVR

Bascom AVR es muy utilizado en aplicaciones para microcontroladores ATMELE de la familia AVR, el mismo posee un lenguaje de programación BASIC que nos permite el grabado de la programación en la memoria del microcontrolador.

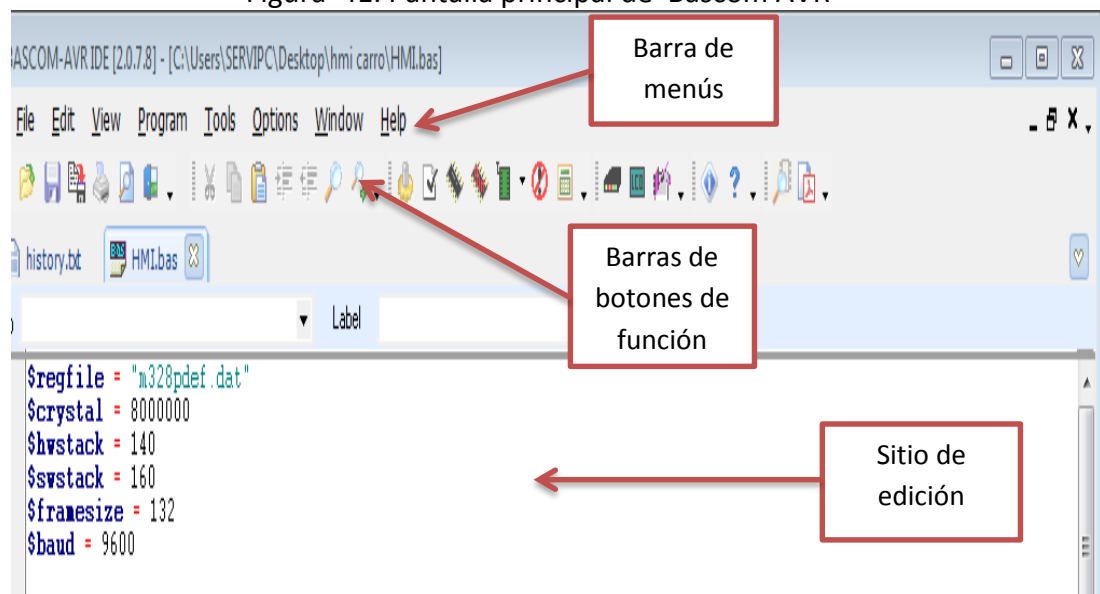
Figura 40. Inicio del programa Bascom AVR



Fuente: <http://www.ftdichip.com/Images/EVE/Bascom.png>

3.10.1 Entorno de desarrollo del programa. Al abrir el programa se observa el entorno de desarrollo de Bascom AVR, el cual está conformado por diferentes comandos como son la barra de menús, sitio de edición, barra de botones de diferentes funciones. La barra de menú contiene varios menús donde se puede elegir distintas opciones que nos brinda el programa, los iconos o botones de función son como accesos directos a ciertas funciones y operaciones que nos ofrece del programa y el sitio de edición, es el espacio donde se escribe la programación del programa a crear.

Figura 41. Pantalla principal de Bascom AVR



Fuente: Autores

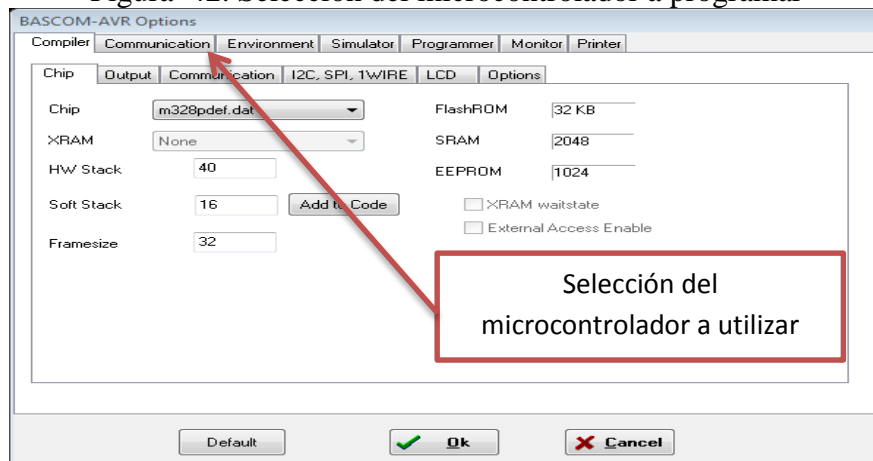
3.10.2 *Configuración inicial.* La configuración inicial del programa inicia seleccionando el microcontrolador AVR que se utilizar para programar y el tipo de programador que se usara para grabar la memoria del microcontrolador.

Esto se hace desde el menú OPTION y seleccionando la pestaña correspondiente:

- OPTIONS – COMPILER – CHIP seleccionamos m328pdef.dat (ATMEGA328P).
- OPTIONS – PROGRAMMER en Programmer se selecciona el programador a utilizar. Ver figura 21-3.

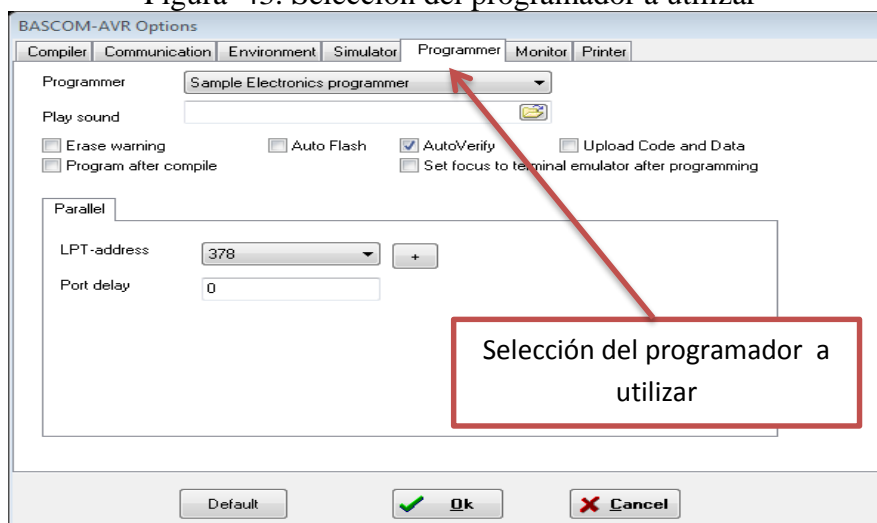
Si es necesario programar otro tipo de microcontrolador o utilizar otro programador, se deben cambiar estas opciones a los parámetros necesarios. (FLORES, 2010)

Figura 42. Selección del microcontrolador a programar



Fuente: Autores

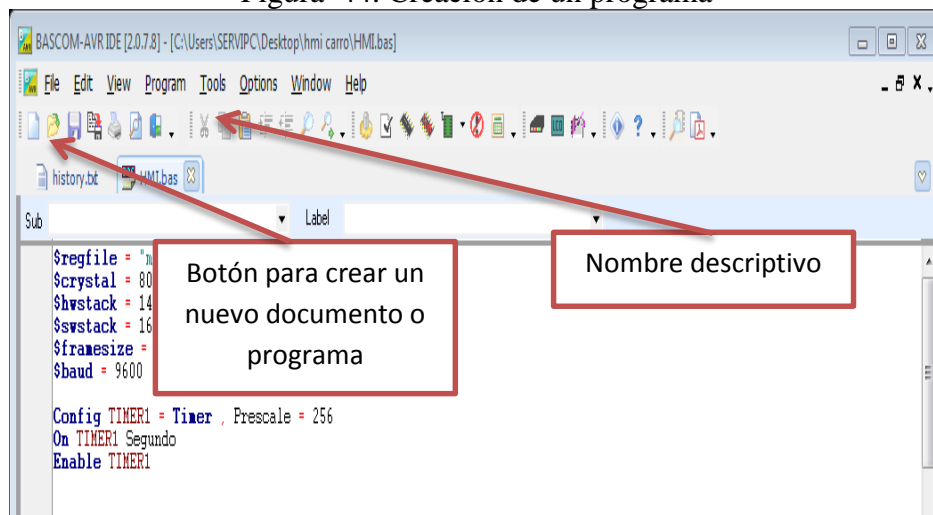
Figura 43. Selección del programador a utilizar



Fuente: Autores

3.10.3 *Creación de la programación en Bascom AVR.* Para crear un nuevo programa se lo realiza desde la pantalla principal con lo cual se selecciona en la barra de menú la opción FILE – NEW. En esta nueva hoja se escriben las instrucciones e indicaciones del programa a crear, siguiendo todas las normas de sintaxis al finalizar de escribir el programa se debe guardar con un nombre descriptivo. (FLORES, 2010)

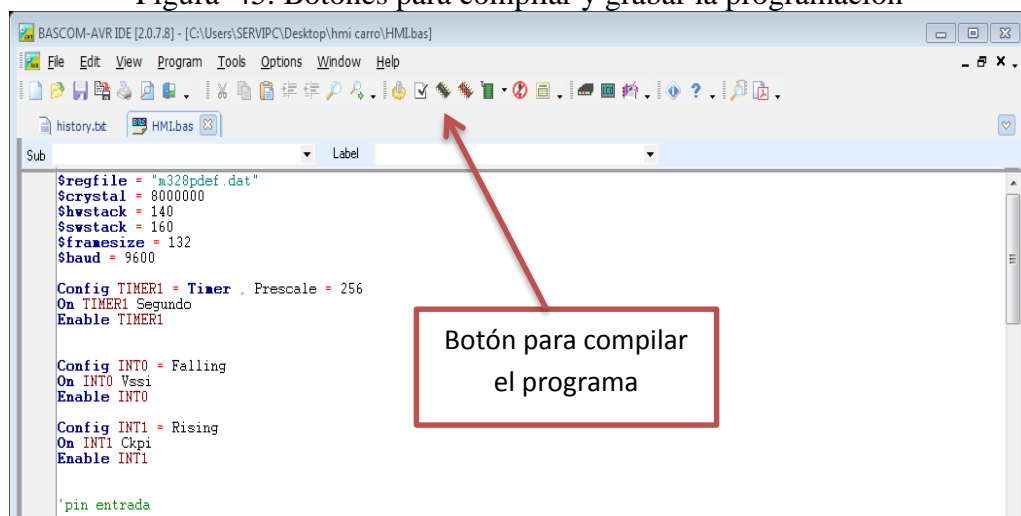
Figura 44. Creación de un programa



Fuente: Autores

3.10.4 *Compilar la programación creada.* Una vez creado la programación se debe COMPILAR, es decir transformar el código BASIC en código de máquina para que entienda el microcontrolador. Esto se hace seleccionando la opción PROGRAM – COMPILE. El compilador nos dirá si nuestro programa tiene errores de sintaxis, de ser así debemos corregirlos y compilar de nuevo. (FLORES, 2010)

Figura 45. Botones para compilar y grabar la programación

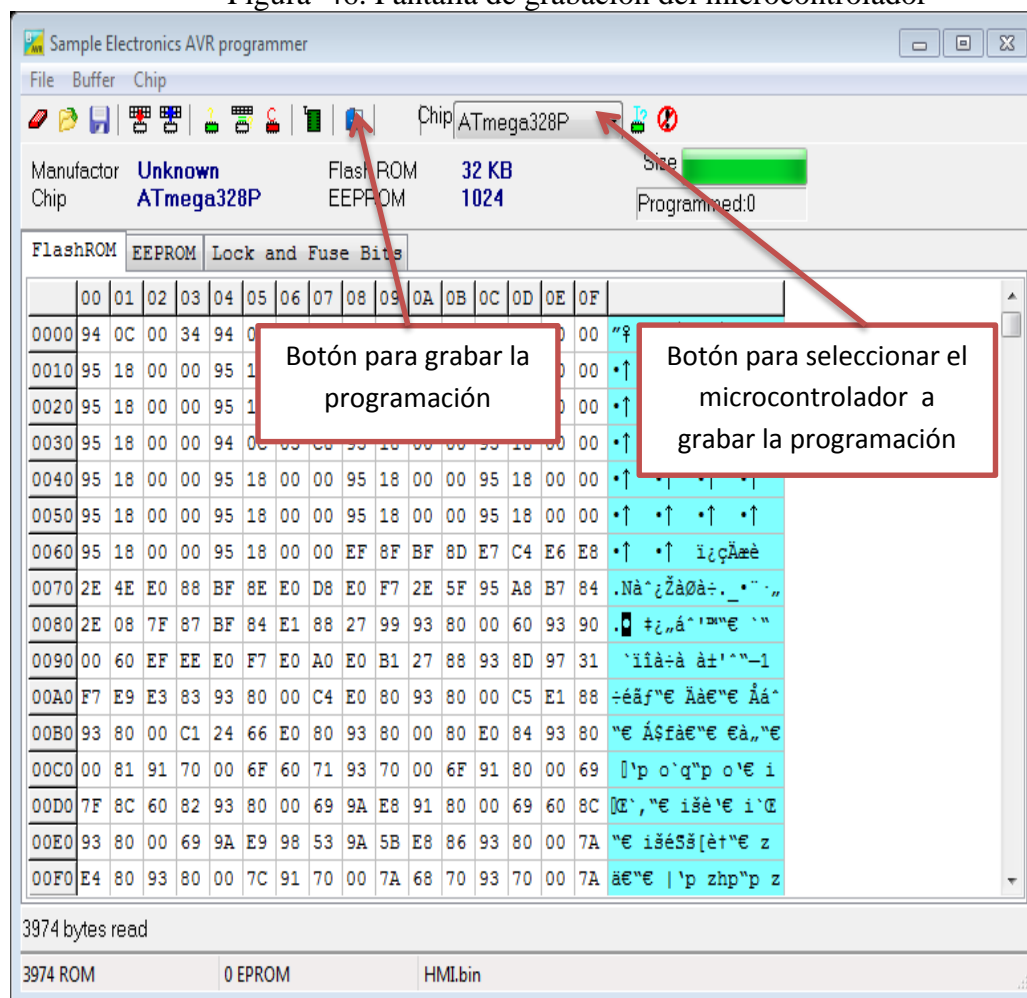


Fuente: Autores

3.10.5 Programación del microcontrolador. Después de compilar el programa se procede a grabar en la memoria del microcontrolador con el código compilado, primero se conecta el programador al chip y al puerto serial de la computadora correspondiente (COM 1), se debe energizar el chip con 5 Voltios de corriente continua. Y luego en el Bascom AVR se selecciona la opción en el menú PROGRAM – SEND TO CHIP – PROGRAM. Bascom AVR reconocerá el chip conectado al programador y se abrirá una nueva ventana, figura 24-3, donde se observa el código de maquina a descargar. Si el chip no es reconocido se deben revisar las conexiones entre el programador y el chip, y realizar de nuevo la descarga. (FLORES, 2010)

Desde la ventana de aplicación de programación de la memoria del chip, para grabar el código se debe seleccionar el menú CHIP – AUTOPROGRAM. Al terminar la descarga se cierra la ventana del programador. Luego de grabado, el programa comenzara a ejecutarse en el chip y así se grabara en el microcontrolador toda la programación. (FLORES, 2010)

Figura 46. Pantalla de grabación del microcontrolador



Fuente: Autores

3.10.6 A continuación se describirá las principales declaraciones, funciones y directivas utilizadas en el lenguaje de programación para Bascom AVR.

Donde se especifica una amplia variedad de comandos y directrices para la correcta programación del microcontrolador seleccionado.

3.10.6.1 *Decisión y estructuras.* IF, THEN, ELSE, ELSEIF, END IF, DO, LOOP, WHILE, WEND, EXIT DO, EXIT, FOR, NEXT, TO, STEP, ON. GOTO/GOSUB, SELECT,.. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.2 *Entradas y salidas.* PRINT, INPUT, INKEY, PRINT, INPUTHEX, LCD, UPPERLINE, LOWERLINE, DISPLAY ON/OFF, CURSOR ON/OFF/BLINK/NOBLINK, HOME, LOCATE, SHIFTLCD LEFT/RIGHT, SHIFTCURSOR LEFT/RIGHT, CLS, DEFLCDCHAR, WAITKEY, INPUTBIN, PRINTBIN, OPEN, CLOSE, DEBOUNCE, SHIFTLIN, SHIFTLIN, GETATKBD, SPC, SERIN, SEROUT. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.3 *Funciones numéricas.* AND, OR, XOR, INC, DEC, MOD, NOT, ABS, BCD, LOG, EXP, SQR, SIN, COS, TAN, ATN, ATN2, ASIN, ACOS, FIX, ROUND, MOD, SGN, POWER, RAD2DEG, DEG2RAD, LOG10, TANH, SINH, COSH. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.4 *I2C.* I2CSTART, I2CSTOP, I2CWBYTE, I2CRBYTE, I2CSEND. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.5 *I WIRE.* 1WRITE, 1WREAD, 1WRESET, 1WIRECOUNT, 1WSEARCHFIRST, 1WSEARCHNEXT. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.6 *SPI.* SPIINIT, SPIIN, SPIOUT, SPIMOVE. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.7 *CAN.* CONFIG CANBUSMODE, CONFIG CANMOB, CANBAUD, CANRESET, CANCEARMOB, CANCEARALLMOBS, CANSEND, CANRECEIVE, CANID, CANSELPAGE, CANGETINTS. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.8 *TPC/IP.* Las rutinas TCP / IP se pueden utilizar con los módulos W3100 /

IIM7000 / IIM7010 / W5100 / W5200 / W5300.

BASE64DEC , BASE64ENC , IP2STR , UDPREAD , UDPWRITE , UDPWRITESTR , TCPWRITE , TCPWRITESTR , TCPREAD , GETDSTIP , GETDSTPORT , SOCKETSTAT , SOCKETCONNECT , SOCKETLISTEN , GETSOCKET , SOCKETCLOSE , SETTCP , GETTCPREGS , SETTCPREGS , SETIPPROTOCOL , TCPCHECKSUM , SNTP , TCPREADHEADER , UDPREADHEADER , SOCKETDISCONNECT. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.9 *Interrumpir la programación. ON.* INTO/INT1/TIMER0/TIMER1/SERIAL, RETURN, ENABLE, DISABLE, COUNTER_x, CAPTURE_x, INTERRUPTS, CONFIG, START and LOAD. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.10 *Manipulación de bits.* SET, RESET, ROTATE, SHIFT, BITWAIT, TOGGLE. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.11 *Variables.* DIM, BIT, BYTE, INTEGER, WORD, LONG, SINGLE, DOUBLE, STRING, DEFBIT, DEFBYTE, DEFINT, DEFWORD. (MCS Electronics , 2016)

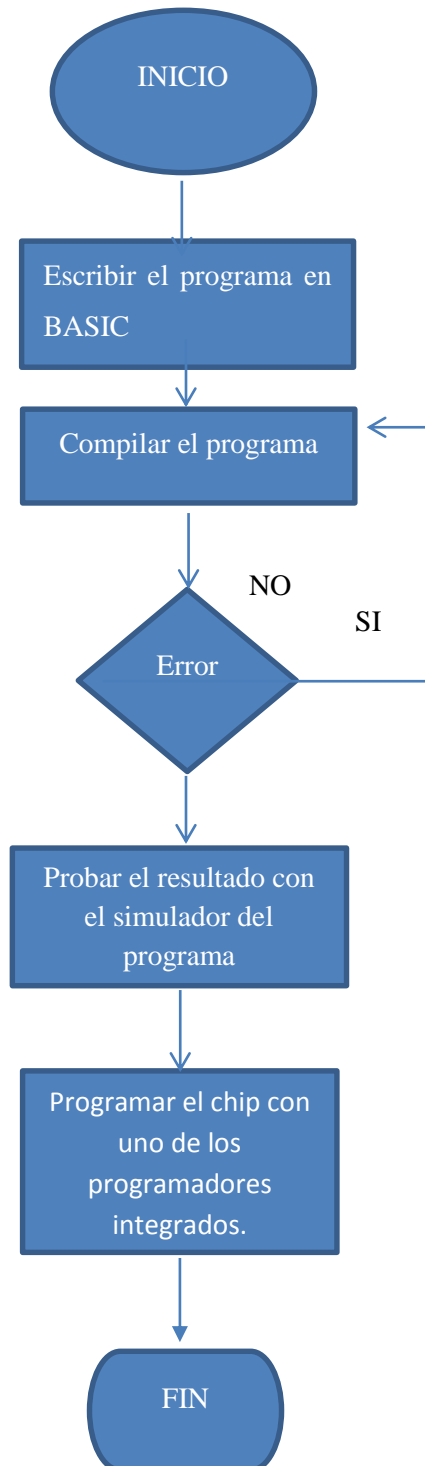
3.10.6.12 *Diversos.* REM, SWAP, END, STOP, CONST, DELAY, WAIT, WAITMS, GOTO, GOSUB, POWERDOWN, IDLE, DECLARE, CALL, SUB, END SUB, MAKEDEC, MAKEBCD, INP,OUT, ALIAS, DIM , ERASE, DATA, READ, RESTORE, INCR, DECR, PEEK, POKE, CPEEK, FUNCTION, READMAGCARD, BIN2GREY, GREY2BIN, CRC8, CRC16, CRC32, CHECKSUM. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.13 *Directivas del compilador.* \$INCLUDE, \$BAUD and \$CRYSTAL, \$SERIALINPUT, \$SERIALOUTPUT, \$RAMSIZE, \$RAMSTART, \$DEFAULT XRAM, \$ASM-\$END ASM, \$LCD, \$EXTERNAL, \$LIB. (MCS Electronics , 2016)

3.10.6.14 *Manipulación de cadenas.* TRING, SPACE, LEFT, RIGHT, MID, VAL, HEXVAL, LEN, STR, HEX, LTRIM, RTRIM, TRIM, LCASE, UCASE, FORMAT, FUSING, INSTR, CHARPOS. (MCS Electronics , 2016)

3.11 Proceso de programación del microcontrolador ATMEGA 328P

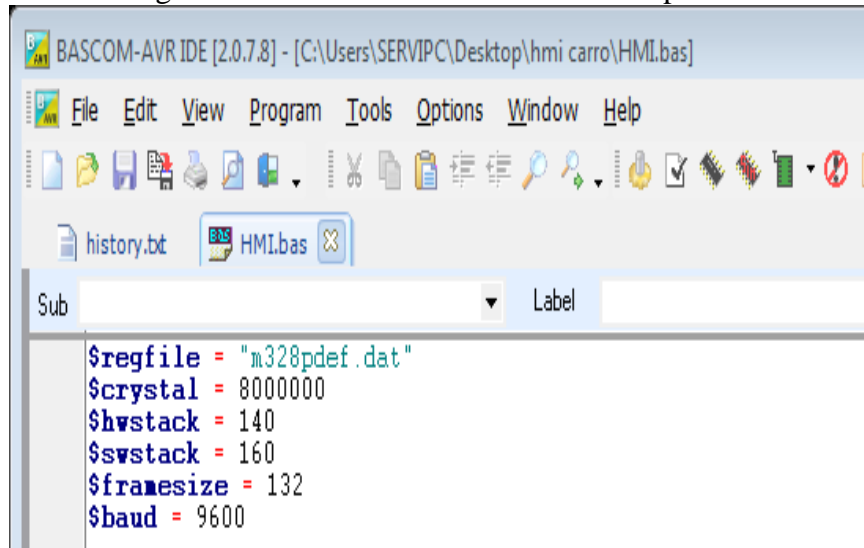
Figura 47. Diagrama de flujo del proceso de programación del microcontrolador



Fuente: Autores

En el proceso de programación lo primero que se realiza definimos las directivas del compilador en la cual se encuentran las características específicas del microcontrolador ATMEGA 328P.

Figura 48. Definir las directivas del compilador



Fuente: Autores

Continuando con el proceso de programación se procede a realizar las líneas de programación de los cinco parámetros que van hacer visualizados en el tablero electrónico-digital como son la temperatura del motor enviada por el sensor ECT, las rpm enviada por el sensor CKP, la velocidad que es enviada por el sensor VSS, los cambios de marcha que están programados de acuerdo a rangos de velocidad y el odómetro que nos cuenta el kilometraje recorrido y está relacionado con la velocidad. Y al final la programación se envía a compilar para ver si nuestra programación tienes errores o no, en el caso que los tuviera el mismo programa se encarga de indicarnos la línea en el que se encuentra el error.

Por ultimo una vez que se encuentre compilado la programación sin ningún error se procede a grabar la programación en la memoria de nuestro microcontrolador ATMEGA 328P.

3.12 Programación de la temperatura

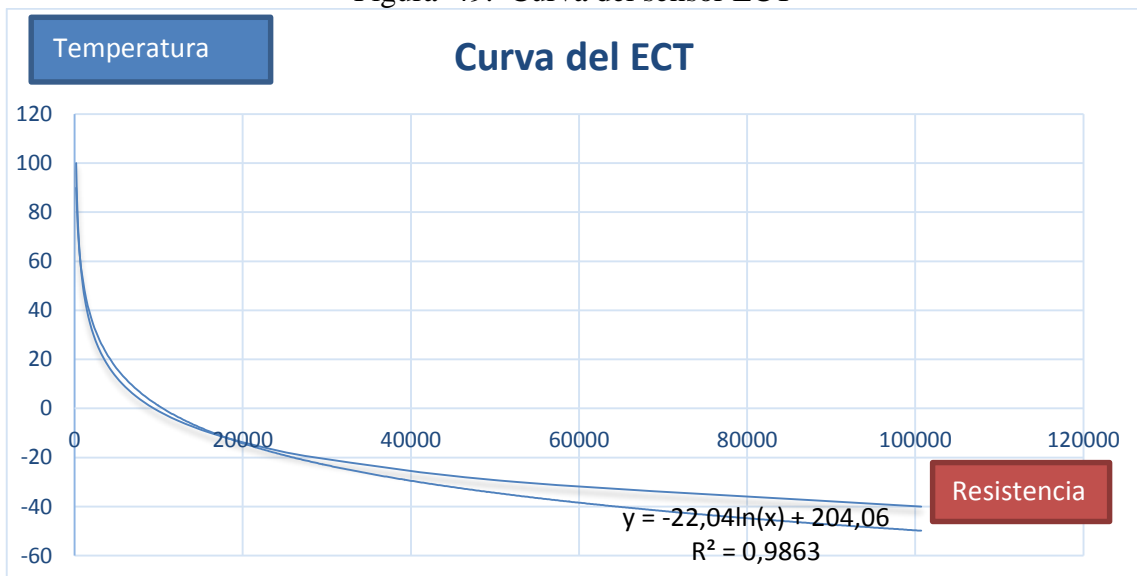
La programación de la temperatura inicia con un ADC que es un conversor análogo a digital el mismo que va a entrar a una función (Y) del sensor de temperatura para poder obtener la temperatura en grados centígrados (°C). Esta programación posee constantes como Kt y Rx1. Y variables como Vo, Va, Rx, An, T, Tt, T1 y Temperatura los cuales se conforman para llegar a obtener la ecuación de la curva del sensor de temperatura (ECT) la misma que se puede observar en la figura 26-3.

Tabla 7. Valores de resistencia y temperatura.

Resistencia (Eje X)	Temperatura (Eje Y)
177	100
241	90
332	80
467	70
667	60
973	50
1188	45
1459	40
1802	35
2238	30
2796	25
3520	20
4450	15
5670	10
7280	5
9420	0
12300	-5
16180	-10
21450	-15
28680	-20
52700	-30
100700	-40

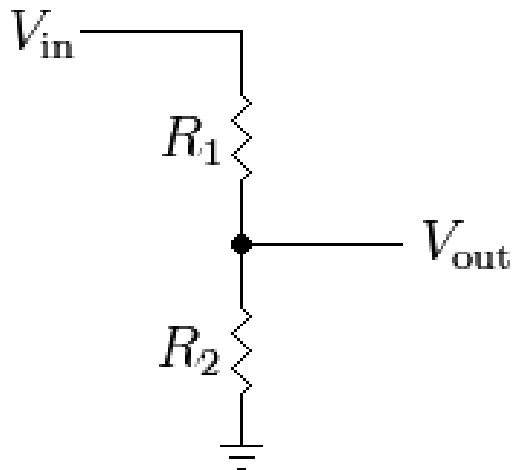
Fuente: Autores

Figura 49. Curva del sensor ECT



Fuente: Autores

Figura 50. Divisor de Tensión con R_1 cerca de V_{in}



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Resistive_divider.png

Fórmula del divisor de tensión utilizada en la programación de la temperatura para el pin de entrada DDRD.3 = 0.

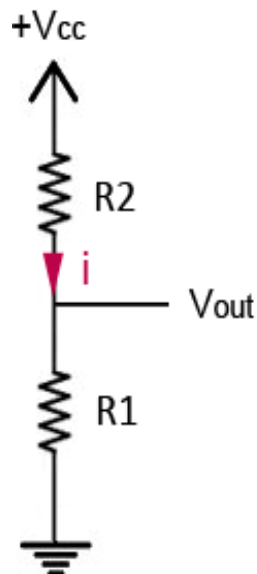
$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Fuente: (REDONDO QUINTELA, et al., 2016)

Despejamos R_1 el mismo que se ingresara a la programación

$$R_1 = \frac{V_{in} * R_2}{V_{out}} - R_2$$

Figura 51. Divisor de Tensión con R_1 cerca de GND



Fuente: <http://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2014/05/divisor-tension.png>

Fórmula del divisor de tensión utilizada en la programación de la temperatura para el pin de entrada PORTD.3 = 1.

$$V_{out} = V_{cc} \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

Fuente: (REDONDO QUINTELA, et al., 2016)

Despejamos R_1 el mismo que se ingresara a la programación

$$R_1 = \frac{V_{out} * R_2}{V_{cc} - V_{out}}$$

Por último se programa las figuras y texto que están en el diseño de la interfaz del tablero sobre la temperatura por ejemplo tenemos la estructura “t0.pco” el t0 es el objeto que significa texto y el pco es la función para cambiar de color en la pantalla del tablero electrónico-digital en la temperatura. El “t1.txt”, el t1 es el objeto que significa texto y el txt es la función para colocar letras o números en la pantalla del tablero electrónico-digital en la temperatura

Figura 52. Programación de la temperatura.

```

DORD.3 = 0
PORTD.3 = 1

Config ADC = Single, Prescaler = Auto, Reference = Avcc
Start ADC

Const R1 = 5 / 1023
Const R2 = 100000

'vin entrada temperatura
DDRC.2 = 0
PORTC.2 = 1
'Variables de temperatura
Dim Vo As Single
Dim Va As Single
Dim R1 As Single
Dim R2 As Word
Dim T As Single
Dim T1 As Byte
Dim Tt As Single
Dim Temperatura As Byte

Waitms 10
An = Getadc(0)
If PINC.2 = 0 Then
    Vo = An * R1
    R2 = (5 * R1 / Vo) - R1
    Va = Vo / Vo
    R1 = Vo - R2
Else
    R2 = (Vo * R1) / (5 - Vo)
    Va = 5 - Vo
    R1 = Vo * R2
    R2 = R2 / Vo
End If

T = Log(R2)
T = -22.04 * T
T = T + 204.06

Incr T1
Tt = Tt + T
If T1 = 100 Then
    Tt = Tt / 100
    Temperatura = T
    Print "t1.txt", Chr(34) ; Temperatura ; Chr(34) ; Chr(255) ; Chr(255) ; Chr(255);
    Waitms 1
End If

```

Fuente: Autores

3.13 Programación de las RPM

La programación de las rpm inicia con las interrupciones de programación ya que vamos a medir ondas cuadradas y cada que detecte un flanco en la onda ya sea de subida o

bajada se incremente un pulso y así incrementamos una variable para que comience a contar y queda definido, por ejemplo en un programa Do - Loop está dándose las vueltas enviando datos o cualquier otra cosa cuando se genera una interrupción INT1 se ejecuta la interrupción y regresa, es decir interrumpe el programa principal por un momento pero no pierde ningún dato.

La interrupción uno vamos a definir como la frecuencia uno que es igual al número de pulsos en un segundo.

$$INT\ 1 \quad F_1 = \frac{\# \text{ de pulso}}{1s}$$

Para generar un segundo utilizamos un TIMER que es un temporizador programable, lo que significa que lo vamos a programar el TIMER para que nos genere un segundo. Cuando nos genere un segundo vemos cuantos pulsos tenemos así podemos obtener la frecuencia.

En la programación de las rpm se define las variables Ckp, Ckp1, Ckpi, Rpm1, Rpm2 y Rpm como también se programó el TIMER tanto para las rpm como la velocidad. La fórmula de rpm utilizada en la programación es la siguiente:

El RPM = pulsos por segundo multiplicado por 60 segundos por minuto dividido por el número de dientes del engranaje.

$$RPM = \frac{F * 60}{N}$$

Fuente: (GILL, 2016)

- *RPM = revoluciones por minuto*
- *F = frecuencia*
- *60 segundos = 1 minuto*
- *N = Número de dientes de ls rueda fónica = 35*

Por último se programó el texto que están en el diseño de la interfaz del tablero sobre las revoluciones por minuto por ejemplo tenemos la estructura "t13.txt", el t13 es el objeto que significa texto y el txt es la función para colocar letras o números en la pantalla del tablero electrónico-digital en las rpm.

Figura 53. Programación de las revoluciones por minuto

```

Config TIMER1 = Timer , Prescale = 256
On TIMER1 Segundo
Enable TIMER1

Config INTO = Falling
On INTO Vssi
Enable INTO

Config INT1 = Rising
On INT1 Ckp1
Enable INT1

Dim Cambios As Byte
Dim Ckp As Word
Dim Vss As Word

Dim Ckp1 As Word
Dim Vss1 As Word

Dim Rpm1 As Word
Dim Rpm2 As Single
Dim Rpm As Word

Dim Velocidad As Single

Rpm1 = Ckp * 60
Rpm2 = Rpm1 / 35
Rpm = Rpm2
Print "t13.txt=" ; Chr(34) ; Rpm ; Chr(34) ; Chr(255) ; Chr(255) ; Chr(255);
Waitms 1

```

Fuente: Autores

3.14 Programación de la velocidad

La programación de la velocidad empieza con las interrupciones de programación ya que vamos a medir de igual manera como las rpm, ondas cuadradas, cada que detecte un flanco en la onda ya sea de subida o bajada se incremente un pulso y así incrementamos una variable para que comience a contar y queda definido. La interrupción cero vamos a definir como la frecuencia cero que es igual al número de pulsos en un segundo.

$$INT\ 0 \quad F_0 = \frac{\# \text{ de pulsos}}{1s}$$

Para generar un segundo de la misma manera utilizamos un TIMER que es un temporizador programable, lo que significa que lo vamos a programar el TIMER para que nos genere un segundo. Cuando nos genere un segundo vemos cuantos pulsos tenemos así podemos obtener la frecuencia.

En la programación de la velocidad se define las variables Vss, Vss1, Vssi y velocidad, el TIMER será utilizado tanto para la velocidad como las rpm. La fórmula utilizada en la programación de la velocidad es la siguiente:

Ecuación (1)

$$F = \frac{1}{T}$$

Fuente: (LARA BARRAGÁN, et al., 2006)

Despejando el período

$$T = \frac{1}{F}$$

Ecuación (2)

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Fuente: (LARA BARRAGÁN, et al., 2006)

Reemplazando la ecuación (1) en ecuación (2) se obtiene:

$$\omega = 2\pi * F$$

Ecuación (3)

$$v = \omega * r$$

Fuente: (LARA BARRAGÁN, et al., 2006)

Reemplazando la ecuación (2) en ecuación (3) se obtiene la ecuación de velocidad donde:

$$v = 2\pi * F * r = \pi * F * D$$

$$v = \frac{\pi * F * D}{N}$$

Fuente: (LARA BARRAGÁN, et al., 2006)

$v = \textit{velocidad}$

$\pi = 3,1416$

$r = \textit{radio del neumático} = 0,165 \text{ m}$

$F = \textit{frecuencia}$

$D = \textit{diámetro del neumático} = 13 \text{ in} = 0,33 \text{ m}$

$N = \textit{Número de dientes de la catalina} = 48$

Al final se programó el texto que están en el diseño de la interfaz del tablero sobre las revoluciones por minuto por ejemplo tenemos la estructura “t12.txt”, el t12 es el objeto que significa texto y el txt es la función para colocar letras o números en la pantalla del tablero electrónico-digital en el velocímetro.

Figura 54. Programación de la velocidad

```

Config TIMER1 = Timer , Prescale = 256
On TIMER1 Segundo
Enable TIMER1

Config INTO = Falling
On INTO Vssi
Enable INTO

Config INT1 = Rising
On INT1 Ckpi
Enable INT1

Dim Cambios As Byte
Dim Ckp As Word
Dim Vss As Word

Dim Ckp1 As Word
Dim Vss1 As Word

Dim Rpm1 As Word
Dim Rpm2 As Single
Dim Rpm As Word

Dim Velocidad As Single
Dim V As Byte

'V = 3.14 * D * F
Velocidad = Vss1 * 0.33
Velocidad = Velocidad * 3.1416
Velocidad = Velocidad * 3.6
Velocidad = Velocidad / 48
V = Velocidad
Print "t2.txt" ; Chr(34) ; V ; Chr(34) ; Chr(255) ; Chr(255) ; Chr(255);
Waitms 1

Print "t12.txt" ; Chr(34) ; Odometro ; " Km" ; Chr(34) ; Chr(255) ; Chr(255) ; Chr(255);
Waitms 1

```

Fuente: Autores

3.15 Programación de los cambios de marcha

La programación de los cambios de marchas está programadas en función de la velocidad. En la siguiente tabla se muestra los parámetros para el cambio de marchas.

En la programación de los cambios de marcha se define la variable cambios. Por último se programó el texto que están en el diseño de la interfaz del tablero sobre los cambios de marcha por ejemplo tenemos la estructura "t11.txt", el t11 es el objeto que significa texto y el txt es la función para colocar letras o números en la pantalla del tablero electrónico-digital en los cambios de marchas.

Tabla 3-3: Valores de velocidad y de cambios de marchas.

Velocidad	Cambios de marchas
v=0	N
v>0 y v<20	1
v=>20 y v<40	2
v=>40 y v<60	3
v=>60 y v<80	4
v=>80 y v<100	5
v=>100	6

Fuente: Autores

Figura 55. Programación de los cambios de marchas

```

Dim Cambios As Byte
Dim Ckp As Word
Dim Vss As Word

If V = 0 Then Cambios = 0
If V > 0 And V < 20 Then Cambios = 1
If V >= 20 And V < 40 Then Cambios = 2
If V >= 40 And V < 60 Then Cambios = 3
If V >= 60 And V < 80 Then Cambios = 4
If V >= 80 And V < 100 Then Cambios = 5
If V >= 100 Then Cambios = 6

If Cambios = 0 Then
    Print "t11.txt" : Chr(34) : "N" : Chr(34) : Chr(255) : Chr(255) : Chr(255);
Else
    Print "t11.txt" : Chr(34) : Cambios : Chr(34) : Chr(255) : Chr(255) : Chr(255);
End If
Waitms 1

```

Fuente: Autores

3.16 Programación de odómetro

La programación del odómetro está en función de la velocidad, está programado que si el odómetro llega a los 50000 Km se encera y empieza desde 0 km el conteo del kilometraje recorrido, se programó también para que el odómetro se quede guardado en la memoria EEPROM del microcontrolador ATMEGA328P.

En la programación del odómetro se define las variables odómetro, odómetro1 y odómetro2. Al final se programó el texto que está en el diseño de la interfaz del tablero sobre el odómetro por ejemplo tenemos la estructura “t12.txt”, el t12 es el objeto que significa texto y el txt es la función para colocar letras o números en la pantalla del tablero electrónico-digital en el odómetro.

Figura 56. Programación del odómetro

```

Dim Odometro As Word
Dim Odometro1 As Word

Dim Odometro_e As Eram Word At 1

Odometro = Odometro_e
If Odometro > 50000 Then Odometro = 0

Enable Interrupts

Loop
End

Ckpi:
    Incr Ckp
Return

Vssi:
    Incr Vss
    Odometro1 = Odometro1 + 2
    If Odometro1 >= 50000 Then
        Odometro1 = 0
        Incr Odometro
        Odometro_e = Odometro
    End If
Return

Print "t12.txt" : Chr(34) : Odometro : " Km" : Chr(34) : Chr(255) : Chr(255) : Chr(255);
Waitms 1

```

Fuente: Autores

3.17 Diseño del interfaz del tablero

Para el diseño del interfaz del tablero electrónico se tomó en cuenta las imágenes anteriormente vectorizadas, llegando a combinarse varios elementos como son revoluciones del motor, velocidad, temperaturas, presión de aceite, nivel de combustible, marchas y el sello de la carrera, para una mejor visibilidad y confort del conductor.

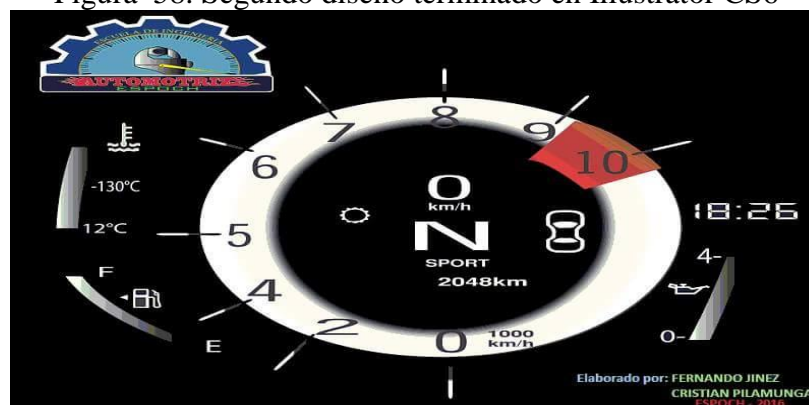
Para la selección de las partes antes descritas utilizamos el programa Illustrator CS6 donde vamos copiando y pegando hasta tener un diseño que cumpla las características y parámetros de confort. Una vez terminado el diseño se procede a guardarlo en formato bmp para poder manipular posteriormente en un nuevo programa.

Figura 57. Primer diseño terminado Illustrator CS6



Fuente: Autores

Figura 58. Segundo diseño terminado en Illustrator CS6



Fuente: Autores

3.17.1 Explicación del interfaz del programa Nextion Editor. El programa Nextion Editor tiene varios componentes como botones, texto, barra de procesos, panel de instrumentos, entre otros para enriquecer el diseño del interfaz seleccionado.

Vale aclarar que el programa Nextion Editor es un software propio de la pantalla y cuenta con un puerto serial para el traslado de la información.

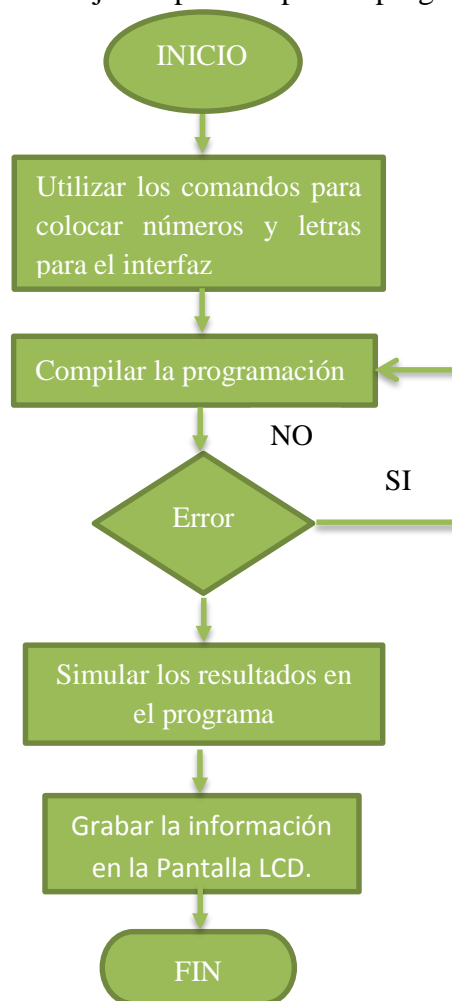
Figura 59. Interfaz del programa



Fuente: Autores

3.17.2 Proceso para la programación en la pantalla.

Figura 60. Diagrama de flujo del proceso para la programación en la pantalla

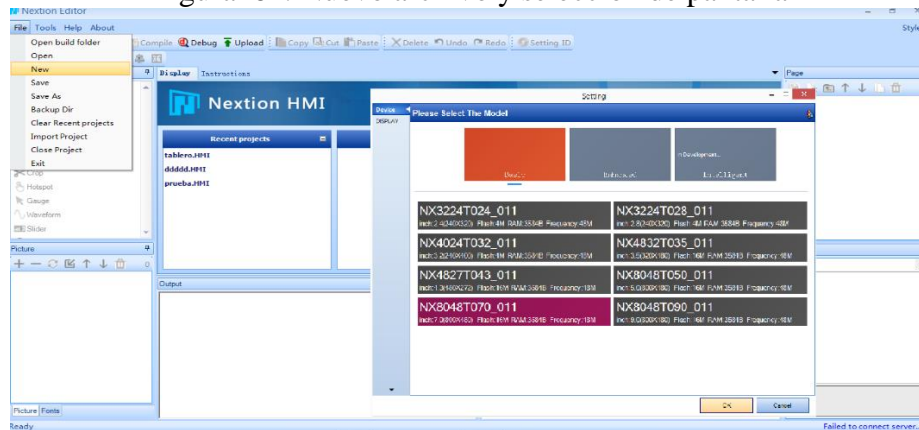


Fuente: Autores

3.17.3 Proceso para la programación en la pantalla. Una vez terminado el diseño y guardado en formato bmp se procede a programar la pantalla para la visualización del conductor, para este fin utilizamos el software Nextion Editor como herramienta esencial para la respectiva programación.

Como primer paso creamos un nuevo archivo dando un click en “File > New” enseguida se abre una nueva ventana donde se selecciona el tamaño de pantalla, la cual es NX8048T070_011 de 7 pulgadas.

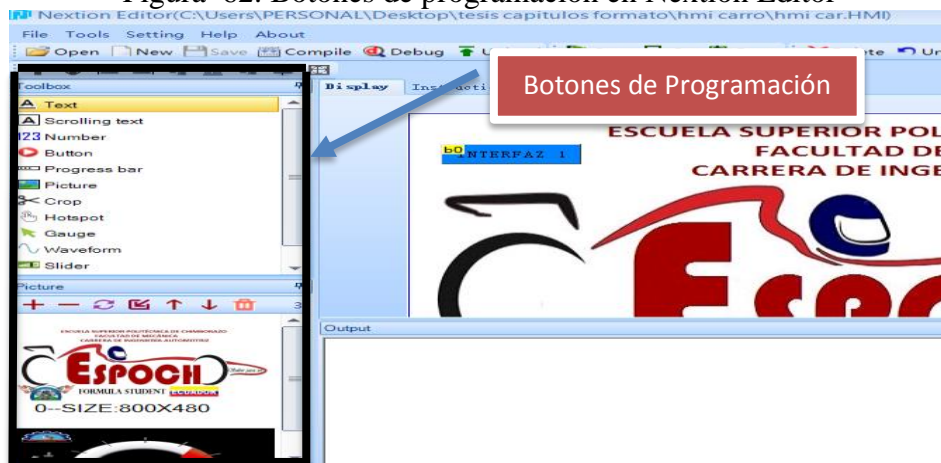
Figura 61. Nuevo archivo y selección de pantalla



Fuente: Autores

Posteriormente seleccionamos las imágenes que van colocadas en la pantalla LCD, y con ayuda del botón picture podemos introducir al programa Nextion, este botón se encuentra a lado izquierdo de la pantalla junto a serie de botones que realizan distintas operaciones como son, introducción de texto, colocación de números, introducción de variables, entre otras.

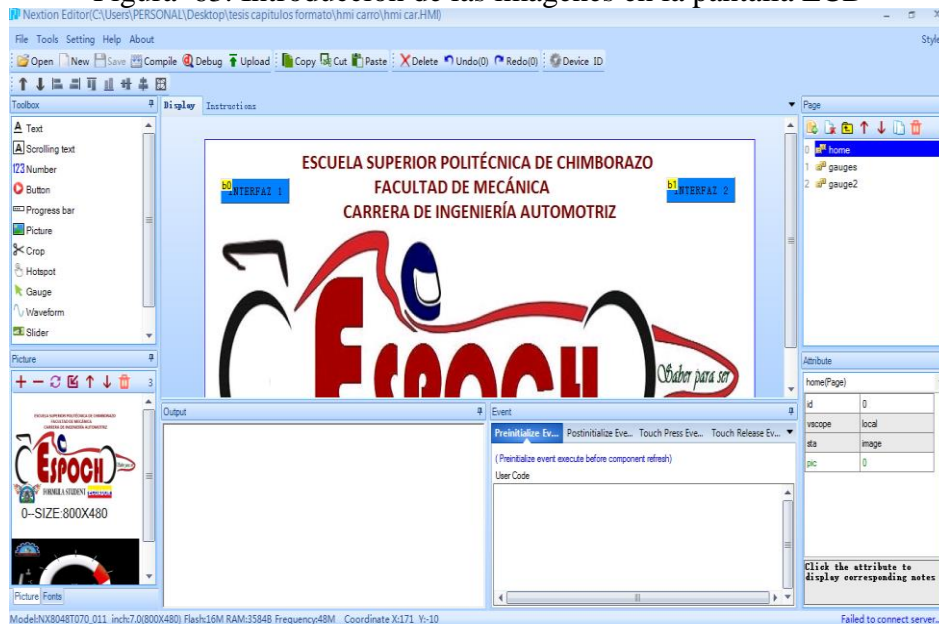
Figura 62. Botones de programación en Nextion Editor



Fuente: Autores

Las imágenes seleccionadas deben ser de tamaño 800X480 pixeles para tener una visualización completa en la pantalla LCD. El tablero electrónico-digital cuenta con tres interfaz diferentes, para lo cual se procede a ingresar la siguiente imagen.

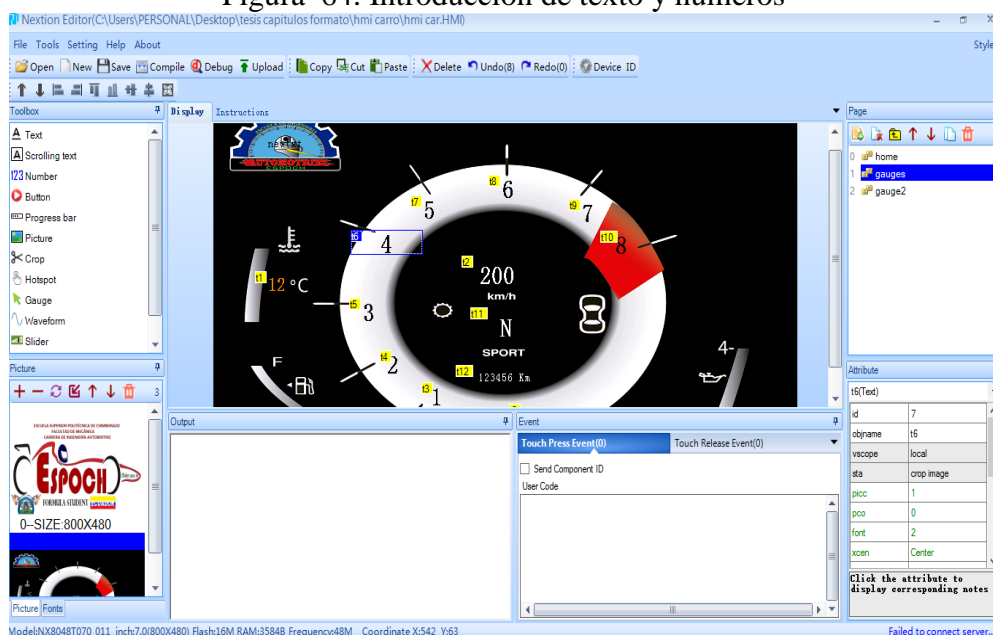
Figura 63. Introducción de las imágenes en la pantalla LCD



Fuente: Autores

Para la introducción de números y letras que se visualizaran en la pantalla LCD, se procede a ingresarlas utilizando los botones, "Text" y "Button" que se encuentran ubicadas en las herramientas del programa.

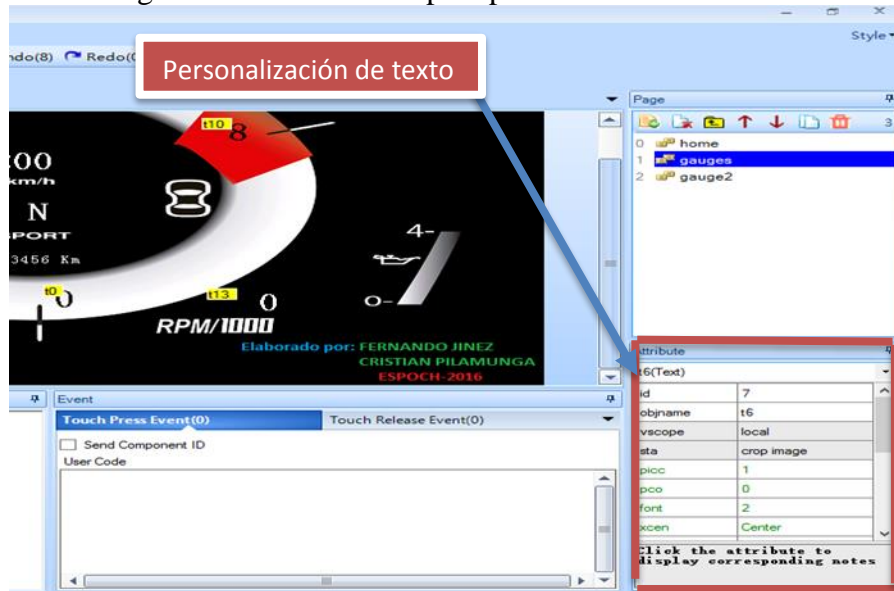
Figura 64. Introducción de texto y números



Fuente: Autores

Una vez seleccionado los números y letras que van aparecer, se procede a personalizar cada una de ellas, utilizando la herramienta “Attribute” que se encuentra ubicado a lado derecho de la pantalla, donde podemos seleccionar el color, el tamaño, el estilo de letra, entre otros.

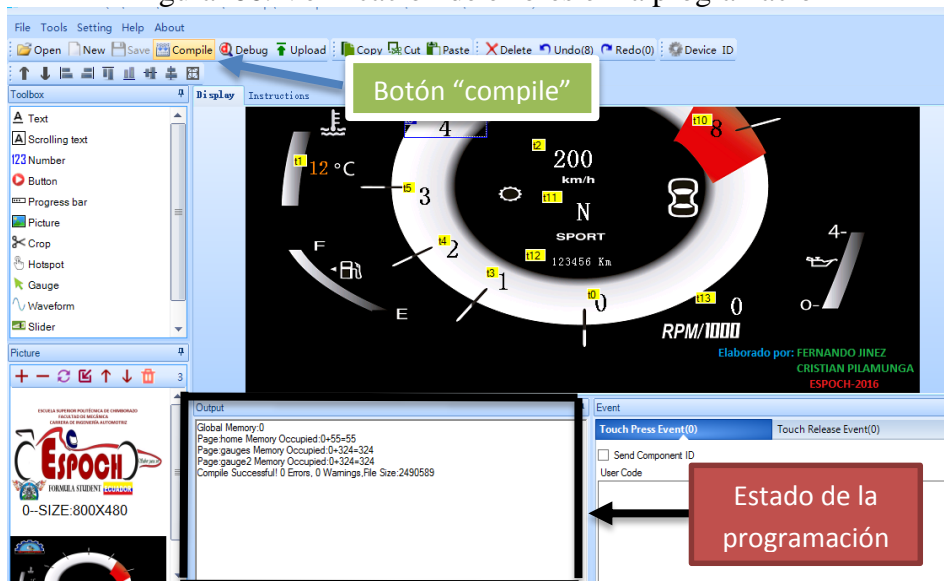
Figura 65. Herramienta para personalización de texto



Fuente: Autores

Una vez terminado la introducción total de números y letras, se procede a verificar si existe algún error, utilizando el botón “compile”. En un cuadro ubicado en la parte central de la pantalla, se visualiza un texto donde le informa el estado actual de la programación.

Figura 66. Verificación de errores en la programación



Fuente: Autores

Al momento de verificar que la programación está con cero errores se procede a la simulación. El software Nextion cuenta con un simulador propio instalado, se procede a acciona el botón “Debug” donde se abre una nueva ventana, y se observara si la introducción de los números y textos se encuentra en perfecto estado, antes de enviar la información a la Pantalla LCD.

Figura 67. Simulación de la pantalla.



Fuente: Autores

Una vez terminado la simulación y verificado si no existe ningún error se procede a la grabación en la pantalla LCD, este proceso se la realiza directamente del programa instalado en la PC a la pantalla por medio de un cable USB, este proceso tarda aproximadamente 15 minutos, según sea el tamaño de la programación.

Figura 68. Grabación en la Pantalla LCD

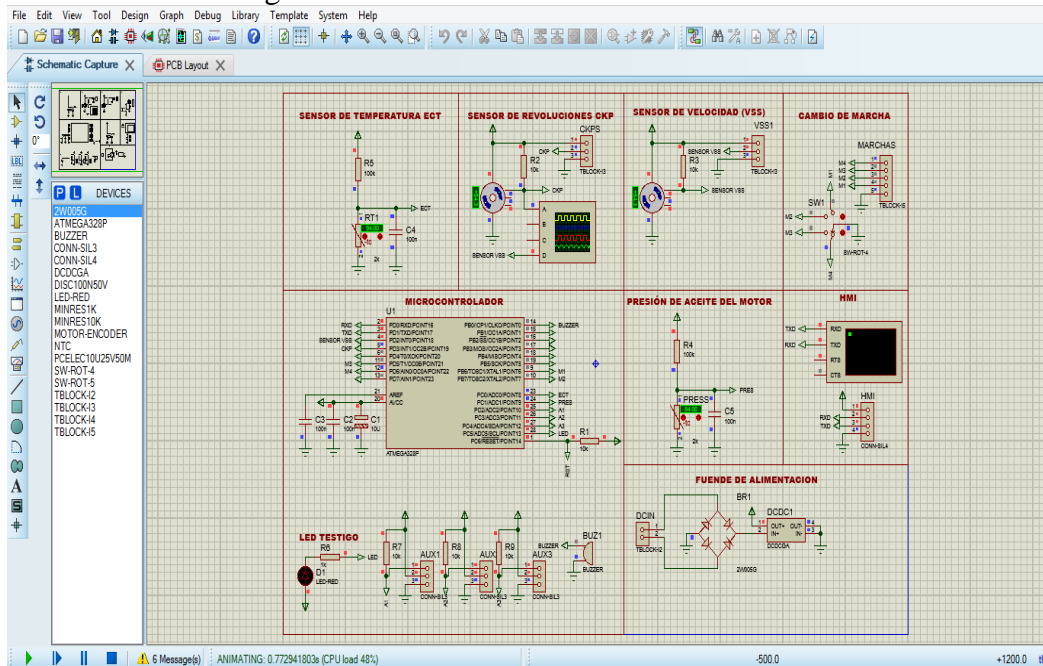


Fuente: Autores

3.18 Simulación de la programación del microcontrolador.

El microcontrolador es el encargado de recoger la información de los diferentes sensores y codificar las señales para enviarlas hacia la pantalla LCD. Para realizar el circuito en la placa se debe ejecutar la simulación en el software Proteus y verificar si no existen errores en dicha programación.

Figura 69. Simulación del microcontrolador.



Fuente: Autores

Después de probar el correcto funcionamiento de la programación se procede a colocar todo los elementos en una placa para construir el circuito que nos ayudara a la visualización de los datos que el monoplaza nos brinde.

Figura 70. Circuito construido.



Fuente: Autores

Una vez terminado la placa, se procede a acoplar al monoplaza sujetándole en un punto estratégico junto a la pantalla por medio de tornillos, donde tenga una excelente ventilación para salvaguardar los elementos que la constituyen.

Figura 71. Posicionamiento de la placa en el monoplaza



Fuente: Autores

3.19 Posicionamiento de los botones e interruptores en el tablero.

Los botones e interruptores que se encuentran en el monoplaza corresponde a los del motor como son los de encendido y los de parada de emergencia, estos hay que ubicarlos en una posición donde es visible y de total manipulación para el conductor.

Figura 72. Botones e interruptor de encendido en el monoplaza



Fuente: Autores

Para sujetar tanto los botones como el interruptor de encendido al monoplaza se procede a realizar una placa de madera, donde están unidas por medio de pernos y tornillos hacia la estructura, colocando en una posición de libre manipulación del conductor y dando una mejor estética al tablero digital.

Figura 73. Posicionamiento de los botones e interruptor de encendido



Fuente: Autores

3.20 Colocación de la Pantalla LCD.

Para posesionar la pantalla LCD a la carrocería del monoplaza se construyó una protección que a su vez sirve como una visera que le da sombra a la pantalla, esto se realizó de un material de amplias características como es la fibra de vidrio que es ideal para realizar este trabajo por su resistencia y coste de fabricación.

Figura 74. Protección de la pantalla LCD



Fuente: Autores

Una vez terminado la construcción y su posicionamiento en la carrocería, se procede a colocar la pantalla LCD sujetando por medio de pernos en una ubicación donde sea de total visibilidad para el conductor, para tener un seguimiento continuo de lo que sucede internamente en el vehículo de competencias.

Figura 75. Colocación de la Pantalla LCD



Fuente: Autores

Terminado la sujeción de la pantalla LCD se procede a montar el frente de la carrocería a la estructura quedando listo para realizar las respectivas pruebas de funcionamiento.

Figura 76. Tablero terminado



Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES

4.1 Procedimientos estipulados por la normativa de la SAE

La Fórmula SAE en su normativa para vehículos a motores de combustión interna no estipula ningún procedimiento de construcción y selección de materiales para la realización del tablero de instrumentos del monoplaza para competencia, lo cual nos permite utilizar cualquier procedimiento para la selección de materiales.

4.2 Selección de materiales

La selección de materiales se realizó tomando criterios de acuerdo a las necesidades, características, costos, facilidad de manipulación, facilidad de programación, interfaz y comunicación.

4.2.1 Selección de la Pantalla LCD. Se seleccionó la pantalla LCD TFT Nextion NX8048K070_011 de 7,0" ya que nos brinda una interfaz y visualización fácil de manipular además cuenta con su propio software de programación Nextion Editor el cual nos permite diseñar y crear nuestra propia interfaz además que nos ahorra tiempo y costos, también por el espacio y dimensiones que se dispone para la pantalla se optó por la de 7 pulgadas, el cual es chip con un procesador rápido destinado a lo que es video, hacer imágenes en alta velocidad y en modo gráfico, tiene una resolución de 800 x 480 pixeles, posee hasta 32 MB de memoria flash lo cual es el espacio de almacenamiento de datos.

Figura 77. Pantalla LCD Nextion seleccionada



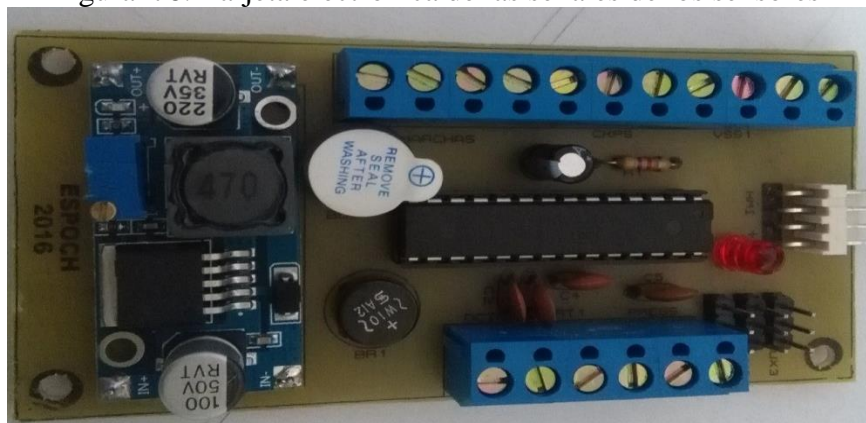
Fuente: Autores

4.3 Tarjeta Electrónica de las señales de los sensores

Es la parte principal del trabajo de titulación ya que es la tarjeta encargada de comunicar las señales enviadas por los sensores a la pantalla TFT Nextion NX8048K070_011.

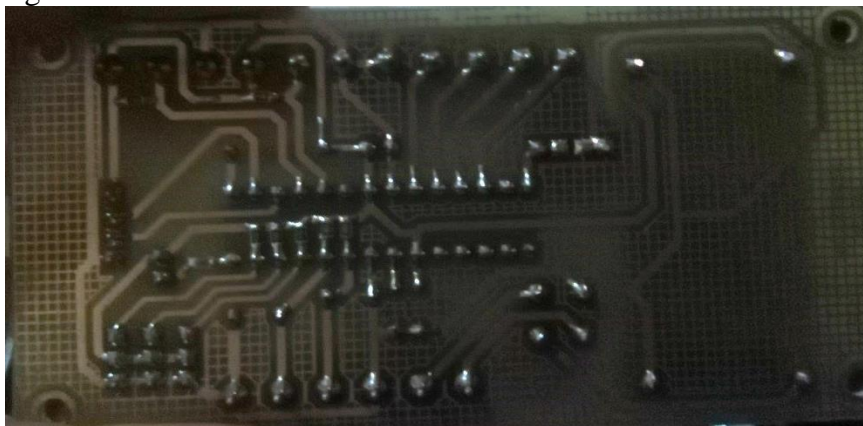
La misma que contiene un convertor de DC/DC para bajar de 12 V a 5V y regular nuestra tarjeta, un circuito integrado ATMEGA328P en el cual se encuentra toda la programación realiza en BASCOM AVR, un puente rectificador que convierte la corriente alterna en continua, un buzzer, resistencias de 4.7k Ω y 1k Ω , chip resistor SMD de 4.7k Ω y 100 k Ω , capacitor electrolítico de 10uF, capacitores de cerámicos de 100nF, un conector macho para PCB molex recto de 4 pines con terminación soldada, un led rojo al cual se le puede poner una función cuando sobrepase r.p.m y velocidad para que se encienda, auxiliares, terminales block de 2 y 3 pines para entradas y salidas del cableado proveniente de los sensores.

Figura 78. Tarjeta electrónica de las señales de los sensores



Fuente: Autores

Figura 79. Placa electrónica de las señales de los sensores al reverso



Fuente: Autores

4.4 Placa electrónica del convertidor de onda.

Es una placa electrónica pequeña encargada de convertir la señal de la onda del sensor inductivo CKP de senoidal a cuadrada y envía la señal ya transformada a la pantalla TFT Nextion NX8048K070_011 para su visualización.

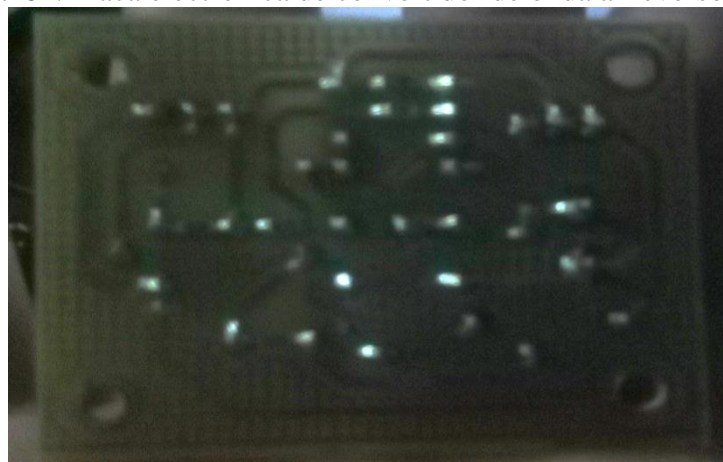
La placa pequeña contiene los siguientes elementos que son un circuito integrado LM393P amplificador operacional, una base para un circuito integrado de 8 pines, dos transistores PNP 3906, capacitor cerámico de 100nF y 220nF, chips resistor SMD de 1k Ω , 10k Ω y 100k Ω , resistencias de recubrimiento de carbón de 1k Ω , 47k Ω y 1M Ω , un diodo rectificador 1N4007, un potenciómetros 3296 BOCHEN b503, un terminal block de 2 pines y un conector macho para PCB molex recto de 3 pines.

Figura 80. Placa electrónica de convertidor de onda



Fuente: Autores

Figura 81. Placa electrónica de convertidor de onda al reverso



Fuente: Autores

4.5 Visera y soporte de la pantalla LCD

La visera fue construida de fibra de vidrio debido a sus propiedades ya que posee una buena resistencia química, su peso es muy ligero, es un excelente aislante térmico, por su gran resistencia, por su versatilidad, por sus características similares a las de fibra de polímeros y de carbono lo cual nos permiten una facilidad de moldeo.

La visera tiene la función de proteger y de dar sombra a la pantalla TFT para que el conductor pueda visualizar y monitorear sin ningún inconveniente los parámetros del motor.

El soporte de la pantalla LCD se realizó con platinas metálicas de 100x10x3 mm aseguradas con ocho tornillos con tuercas de 1/2", se utilizó dos ángulos pequeños metálicos asegurados con dos pernos de hilo fino de 1 1/2" con tuercas y una platina metálica de 75x10x3 mm asegurada con cuatro tornillos con tuerca de 3/4". El soporte es el encargado de mantener fijo a la pantalla LCD para que esta no se mueva durante el desplazamiento del monoplaza.

Figura 82. Visera y soporte del tablero electrónico digital



Fuente: Autores

4.6 Estructura de los botones del motor.

La estructura está realizada de madera triplex de 4 líneas debido a su facilidad de maniobrabilidad y su resistencia. La misma que contienen los pulsadores de encendido y de apagado de emergencia del motor.

Figura 83. Estructura de los pulsadores del motor



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS Y RESULTADOS.

5.1 Plan de Pruebas.

Para la verificación del correcto funcionamiento del tablero electrónico-digital se efectuó distintas pruebas estáticas al monoplaza, en la actualidad no cuenta con neumáticos para realiza pruebas dinámicas.

Teniendo como la principal prueba la verificación del encendido de la pantalla LCD con el respectivo interruptor del motor, una vez posesionado en la carrocería.

Figura 84. Pantalla LCD activa



Fuente: Autores

El tiempo en que se realizado las diferentes pruebas con el motor encendido no sobrepasaron los 10 minutos, por el motivo de salvaguardar la integridad de los elementos que constituyen tanto del motor como la inyección, ya que no cuenta con una suficiente refrigeración y tiende a calentarse rápidamente, llegando a encender el motor tres veces por un lapso de tres minutos cada uno y dejándole enfriar un tiempo de 8 minutos en cada encendida.

5.2 Pruebas de sensores

Con ayuda de un osciloscopio se procedió a verificar el respectivo funcionamiento de los sensores colocados en el motor, tanto del sensor de las revoluciones del motor (CKP), del

sensor de velocidad (VSS) y del sensor de temperatura (ECT), recibiendo señales óptimas para el funcionamiento correcto de la pantalla LCD.

Figura 85. Medición de señal de los sensores



Fuente: Autores

5.2.1 *El sensor CKP.* Al verificar la señal que emite el sensor CKP, comprobamos que es de tipo inductivo, por lo cual se procede a conectar a un circuito que transforma la señal senoidal a una señal cuadrada que es esencial para la programación en tableros digitales.

5.2.2 *El sensor VSS.* Al verificar la señal que emite este sensor comprobamos que es de efecto hall, que es perfecto para la programación en tableros digitales, por lo cual se procede conectar directamente a la tarjeta electrónica donde recogerá el tipo de señal cuadrada y lo transformara en velocidad del monoplaza.

5.2.3 *Sensor ECT.* Para la verificación del correcto funcionamiento de este tipo de sensor, que está colocado en el refrigerante del motor, se procedió a utilizar un multímetro, comprobando la resistencia que esta emite en pleno funcionamiento.

5.3 Prueba del interfaz de la pantalla LCD.

El Tablero electrónico-digital consta con tres tipos de interfaz, que se puede seleccionar según sea el requerimiento y el confort del conductor, dos de ellos brindan información similar con algunas diferencias en el tamaño y posicionamiento de los datos como se muestra a continuación en la siguiente figura.

Figura 86. Interfaz del tablero electrónico-digital



Fuente: Autores

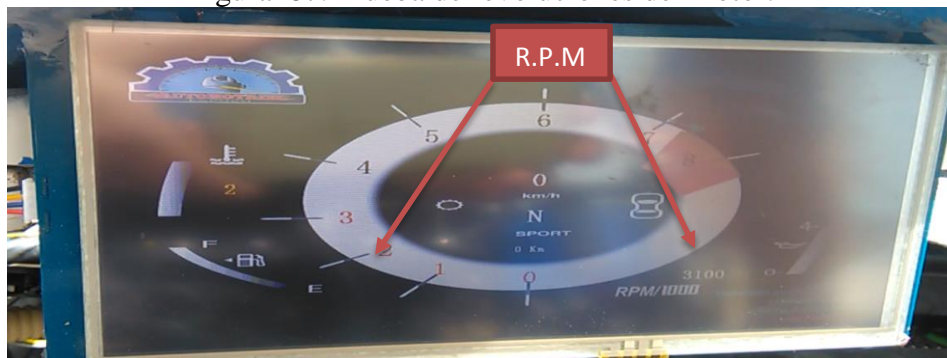
El interfaz que sea seleccionado está presto a brindar al conductor datos claros, precisos y confiables en tiempo real, tan solo con tocar la pantalla se podrá visualizar y comprobar los tipos de interfaz con la que el tablero electrónico-digital cuenta.

5.4 Prueba de las revoluciones del motor

Con el sensor CKP el cual nos brinda la señal que nos ayuda a verificar las revoluciones en la que se encuentra el motor en pleno funcionamiento, se observó en la pantalla LCD el cambio progresivo teniendo como mínimo 1000 r.p.m. y máximo 7000 r.p.m, llegando a estabilizarse a un alrededor de 1000 r.p.m. Verificando el correcto funcionamiento tanto de la programación del microcontrolador como la respectiva programación de la pantalla LCD.

La prueba se realizó en un lapso de tres minutos con el motor encendido y a diferentes revoluciones en el cual se comprobó la velocidad con la que emite los datos, claros y precisos para el correcto monitoreo interno que realizara el conductor.

Figura 87. Prueba de revoluciones del motor.



Fuente: Autores

5.5 Prueba de la velocidad del Monoplaza

El encargado de enviar las señales al microcontrolador, es el sensor VSS, que por medio de la tarjeta electrónica transforma en números digitales, que nos indica la velocidad en una forma clara, precisa y en tiempo real para el respectivo monitoreo del conductor.

Esta prueba se realizó en una posición estática, ya que por el momento no cuenta con neumáticos para realizar pruebas en movimiento, por un lapso de tres minutos comprobando así el funcionamiento correcto del sistema de transmisión, del microcontrolador y de la pantalla LCD.

La velocidad que alcanzo fue progresiva según se incrementó la marcha en la caja de cambios y las revoluciones del motor, llegando a una superior de 80 Km/h, donde se detuvo la prueba concluyendo que el funcionamiento de los sistemas es el óptimo para una competencia.

Figura 88. Prueba de la velocidad del vehículo



Fuente: Autores

5.6 Prueba de la temperatura del refrigerante

El encargado de monitorear la temperatura del refrigerante del motor, es el sensor ECT, la cual al cambio de temperatura, su resistencia disminuye enviando esa información al microcontrolador, posteriormente envía señales digitales a la pantalla LCD, que informa al conductor la temperatura real en la que se encuentra el refrigerante del motor en pleno funcionamiento.

Esta prueba se la realizo en un lapso de tres minutos con una aceleración progresiva de las revoluciones del motor y con la caja de cambios en neutro, donde alcanzo la

temperatura ideal de trabajo aproximadamente 80 °C e iba en aumento por lo que su refrigeración es deficiente.

La prueba se detuvo para salvaguardar la integridad de los diferentes elementos que constituyen los distintos sistemas, comprobando el correcto funcionamiento del microcontrolador y de la programación en la Pantalla LCD.

Figura 89. Prueba de la temperatura del refrigerante del motor



Fuente: Autores

5.7 Prueba de visualización y cambio de marcha

Esta prueba se realizó con una simulación con ayuda del sensor CKP y el sensor VSS, en la actualidad no se cuenta con un circuito electrónico en la caja de cambios que envíe la señal para que reconozca el microcontrolador y una visualización real en la pantalla LCD.

Las entradas y programación en el microcontrolador están realizadas, en espera que se efectúe el circuito electrónico y se conecte a la caja de cambios para así tener en la Pantalla LCD una visualización clara y precisa de los marchas en la que se encuentre el monoplaza, para un mejor monitoreo del conductor.

Figura 90. Prueba de los cambios de marchas



Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. COSTOS DE FINANCIAMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

6.1 Detalle de costos directos

Tabla 8. Costos de los materiales de construcción

Materiales de Construcción del Tablero Electrónico-Digital				
Cantidad	Detalle	Descripción	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Pantalla TFT de 7,0" HMI Nextion NX8048K070_011	65K (65536) de Colores Tamaño del diseño 181 (L) x 108 (W) x 7,7 (H) mm Resolución de 800 × 480 píxeles Display de interface serial Tipo de pantalla táctil Brillo de 230 nits Peso de 268g - 2 Tornillos de con tuerca de 5/8"	200,00 0,10	200,10
1	Tarjeta electrónica de las señales de los sensores	- Ultra-pequeño módulo LM2596 Fuente de alimentación DC / DC Buck 3A ajustable Ultra LM2596S Regulador Módulo Buck 24V - 1 Circuito integrado ATMEGA328P - 1 Resistencia de recubrimiento de carbón de 4.7kΩ - 1 Resistencia de 1kΩ - 5 Chip resistor SMD 4701 de 4.7kΩ - 2 Chip resistor SMD 1003 de 100kΩ - 1 Buzzer - 1 Condensador electrolítico de 10uF - 4 Capacitores cerámicos - 1 Diodo led rojo - 4 Terminales block de 2 pines	3,00 5,50 0,05 0,03 0,25 0,22 0,90 0,20 0,20 0,07 1,20	86,51

Tabla 8. (Continuación)

	Tarjeta electrónica de las señales de los sensores	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Conector macho para PCB Molex Recto 4 pines 1 fila paso 2.54mm, Terminación Soldada 0,50 - USB serie RS232 UART TTL Cable puerto COM 3.3V 5V cp210 20,00 - Cable conector de extensión o adaptador para PC, CPU de 3 y 4 pines 5,00 - 3 Terminales block de 3 pines 3,00 - 1 Puente rectificador 2W005G 2A / 50V 0,50 - 3 Conectores macho para PCB molex recto 3 pines 1 fila paso 2.54mm - 1 Potenciómetro 3296 BOCHEN b503 1,25 - 1 Placa baquelita virgen de 97 x 50 x 1,2 mm 1,50 - 2 Papeles termo transferibles 11,00 - 3Metros de cable flexible #20 de color azul 25,00 - 3 Metros de cable flexible #20 de color verde 1,20 - 3 Metros de cable flexible #18 de color rojo 1,20 - 3 Metros de cable flexible #18 de color rojo 1,00 - 3 metros de cable flexible #18 de color negro 1,00 - 5 Metros de cable gemelo # 20 de color transparente 2,50 - 4 Tornillos de 1" 0,24 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Circuito integrado LM393P amplificador operacional 1,00 - Base para un circuito integrado de 8 pines 0,25 - 2 Transistores PNP 3906 0,60 	

Tabla 8. (Continuación)

1	Placa electrónica del convertidor de onda	- 1 Capacitor cerámico de 100nF	0,05	42,18
		- 1 Capacitor cerámico de 220nF	0,10	
		- Resistencias de precisión de película fina SMD 1001 de 1k Ω	0,20	
		- 2 Chip resistor SMD 1003 de 100k Ω	0,22	
		- 1 Chip resistor SMD 1002 de 10k Ω	0,08	
		- 1 Diodo 1N4007 rectificador	0,10	
		- 1 Resistencia de recubrimiento de carbón de 1k Ω	0,03	
		- 1 resistencia de recubrimiento de carbón de 1M Ω	0,11	
		- 1 Resistencia de recubrimiento de carbón de 47k Ω	0,09	
		- 1 Potenciómetros 3296 BOCHEN b503	1,50	
		- 1 terminal block de 2 pines	0,60	
		- 1 Conector macho para PCB molex recto de 3 pines, 1 fila paso 2.54mm,	0,45	
		- 1 Placa de baquelita de 48 x 40 x 1,2 mm	3,50	
		- 2 Papeles termo transferibles	25,00	
		- 1 Cajita de madera	3,50	
		- 1 Candado pequeño YEDI	1,50	
		- Tornillos de ½ ”	0,10	
		- 2 Bisagras pequeña	0,50	
		- Tornillos de ¼”	0,10	
		- 2 Tornillos de 1” con tuercas	0,20	
- 3 Metros de cable flexible #20 de color blanco	1,20			
- 3 Metros de cable flexible #20 de color amarillo	1,20			

Tabla 8. (Continuación)

1	Visera y soporte del Tablero	- 1 Triplex de 4 líneas de 200x140x6 mm	1,20	98,05
		- 1 Triplex de 4 líneas de 250x140x6mm	1,50	
		- 1 Triplex de 4 líneas de 180x120x6 mm	0,80	
		- Un Metro de funda flexible para recubrimiento de cable de diámetro de 1"	1,25	
		- 2 Platinas metálicas de 100x10x3 mm	1,00	
		- 1 Platina metálica de 75x10x3 mm	0,30	
		- 2 Pernos de hilo fino de 1 ½" con tuercas	0,50	
		- 8 Tornillos con tuercas de ½"	0,20	
		- 4 Tornillo con tuerca de ¾"	0,30	
		- 2 Ángulos pequeños metálicos	2,00	
		- 1 Visera de fibra de vidrio	80,00	
		- 3 Metros de funda flexible para recubrimiento de cable de diámetro de ½ "	2,00	
- 1 Pintura en spray blanco con brillo abro	3,50			
- 1 Pintura en spray negro con brillo abro	3,50			
TOTAL USD				426,84

Fuente: Autores

Tabla 9. Costos de los equipos utilizados

Equipo utilizado en el Tablero Electrónico-Digital			
Cantidad	Detalle	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	- 1 Taladro Percutor Dewalt Dwd024 1/2 , 13 Mm	90,00	93,75
	- 1 Broca de 1/8"	0,75	
	- 1 Broca de 9/16"	0,80	
	- 1 Broca de 5/8"	1,00	
	- 1 Broca de 3/4"	1,20	

Tabla 9. (Continuación)

1	- 1 Amoladora, Esmeriladora Dewalt 4 1/2, Dw4020b3, 800 W	120,00	123,00
	- 1 Disco de corte para metal	3,00	
TOTAL			216,75 USD

Fuente: Autores

Tabla 10. Costos Directos

Detalle	Valor [USD]
Materiales de Construcción del Tablero Electrónico-Digital	426,84
Equipos utilizados	216,75
Mano de obra	300,00
Asesoría Externa	900,00
Reproducción del Proyecto de Grado	200,00
Encuadernación	200,00
TOTAL	2.243,59 USD

Fuente: Autores

6.2 Detalle de costos indirectos

Tabla 11. Costos indirectos

Detalle	Valor [USD]
Imprevistos	200,00
Movilización y estadía	200,00
Impresiones y copias	150,00
Documentación	200,00
TOTAL	750,00 USD

Fuente: Autores

6.3 Costos Totales

Tabla 12. Costos totales

Costos Directos	2243,59
Costos Indirectos	750,00
TOTAL	2993,59 USD

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

La información recopilada sobre tableros electrónico-digital es muy escasa por ser una tecnología nueva que se está incorporando a vehículos convencionales, se extrajo fragmentos de varios libros que brinda información sobre tableros digital-análogo lo cual ayudó para complementar el marco teórico.

Al revisar la reglamentación que brinda la Fórmula SAE, no se encontró normas o parámetros de diseño y construcción para el tablero electrónico que monitoreara el desempeño interno del monoplaza, a su vez se reemplazó por normativas sobre accesibilidad a los controles del vehículo por lo que se colocó en el capítulo tres como parámetros de diseño.

El tablero electrónico-digital se diseñó de tal manera que cumpla con los parámetros de confort para el conductor, y a su vez que el monitoreo interno del monoplaza sea lo más exacto posible en pleno funcionamiento, para salvaguardar la integridad de los componentes que conformar el vehículo de competencia.

Los softwares utilizados para el diseño del interfaz del tablero electrónico-digital, fueron seleccionados tomando en cuenta el lenguaje de programación, la facilidad de manejo y su adquisición.

La mayoría de materiales utilizados en la construcción del tablero de instrumentos son electrónicos a excepción de la fibra de vidrio que se utilizó para la fabricación de la visera que sirve como protección a la pantalla TFT de 7,0" HMI Nextion NX8048K070_011 y de la estructura de madera donde van colocados los botones de encendido y de parada de emergencia del monoplaza.

Se utilizó la pantalla TFT de 7,0" HMI Nextion NX8048T070_011, gracias a sus amplias características y facilidad de manejo, cuenta además con un puerto serial que permite la

comunicación con el software, evitando la molestia del cableado y nos ahorra tiempo en la programación con relación a otras pantallas TFT.

Al realizar las pruebas de funcionamiento del tablero electrónico se evidencio el interfaz que la pantalla TFT de 7,0" nos brinda, además las lecturas de los diferentes sensores que se muestran en forma de números y figuras que están acorde a los parámetros de visibilidad y que permiten al conductor un mejor monitoreo del funcionamiento interno del monoplaza.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda que al momento de diseñar la estructura del monoplaza se tome en cuenta la posición y el espacio del tablero de instrumentos para tener un mejor posicionamiento y visibilidad del mismo.

Poseer conocimientos bastos en el campo de la electrónica y programación para la realización de este tipo de trabajo de titulación que servirá para fomentar la investigación dentro de la ESPOCH.

Contar con una asesoría técnica con personas que estén relacionadas en el campo de la electrónica digital para despejar dudas y obtener una mejor selección de materiales.

Al momento de seleccionar los sensores VSS y CKP los cuales se utiliza para la visibilidad de datos de la velocidad y R.P.M en el tablero de instrumentos deben contar con una característica esencial, la cual es que estos sensores deben ser de efecto Hall para el tablero electrónico-digital y así evitar realizar una placa que convierta la señal senoidal en un señal cuadrada de efecto hall, lo cual genera más costos en el trabajo.

Se recomienda utilizar las pantallas TFT Nextion ya que cuenta con su propio software de programación y su comunicación e interfaz es sencilla de manipular por lo que se ahorra tiempo y costos.

Tener en cuenta al momento de realizar las pruebas de monitoreo, que los sensores estén correctamente calibrados para obtener datos confiables para salvaguardar la integridad de los elementos del monoplaza.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, F; & LLANEZA Javier. *Ergonomía y psicología aplicada* . Valladolid - España: Lex Nova, 2009, pp. 158-165.

ATMEL, Corporation. *Microcontrolador ATMEGA*. [En línea]. Colorado-USA: 2014. [Citado el: 20 de Julio de 2016]. Disponible en: <http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>.

BARRAU, Pedro; & MONDELO Enrique. *Ergonomía 1 Fundamentos*. Barcelona - España: Universidad Politecnica de Catalunya, 2010, pp. 56-65.

COSTA, Joan. *Interacción Electromagnetica Teoría Clásica*. Barcelona - España: Reverte, 2014, pp 569.

CRESPO LÓPEZ, Jorge. *Modulo 4. Fundamentos de Electrónica*. Madrid - España: Ediciones Paraninfo, 2015, pp. 89-93.

DOBLADO, Juan; et al. *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad*. Madrid - España: Ediciones Paraninfo, 2011, pp. 103-106.

Fernández, Alexandre. *Ingeniería Eléctrica Electrónica*. [En línea]. Asturias - España: 2012. [Citado el: 17 de Junio de 2016]. Disponible en: <http://www.ieespain.com/ieeproteus/>.

FERRER, Esteban & DOMINGUES, Julián. *Los vehículos y sus elementos amovibles*. Madrid - España: EDITEX, 2013, pp. 45-50.

FLORES, Otoniel. *microcontroladores2utec.files*. [En línea]. San Salvador - El Salvador: 2010. [Citado el: 06 de Noviembre de 2016]. disponible en: https://microcontroladores2utec.files.wordpress.com/2010/09/practica0_bascom.pdf.

GILL, Pauline. *ehowenespanol*. [En línea]. Barcelona - España: 2016. [Citado el: 15 de Noviembre de 2016]. Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/fomula-calcular-revoluciones-minuto-rpm-sobre_43558/.

GUIJARRO, Edelberto. *unrobotica*. [En línea]. Bogotá - Colombia: 2009. [Citado el: 08 de Junio de 2016]. Disponible en: [http://www.unrobotica.com/manuales /Tutorial _AVR.pdf](http://www.unrobotica.com/manuales/Tutorial_AVR.pdf).

ITEAD. *Itead CC*. [En línea]. Shenzhen - China: 2015. [Citado el: 17 de Junio de 2016]. disponible en: <https://www.itead.cc/wiki/NX8048K070>.

LARA, Antonio; & NUÑEZ, Héctor. *FÍSICA 1 : Un enfoque constructivista*. México D.F - México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V, 2006, pp. 85-88.

MARCOMBO, S.A. *Aprenda Illustrator CS6 con 100 ejercicios prácticos* . Barcelona - España : ALFAOMEGA Grupo Editorial S.A., 2012, pp. 15-19.

MCS, Electronics. *mcselec*. [En línea]. Róterdam - Holanda: 2016. [Citado el: 08 de Noviembre de 2016]. Disponible en: [http://www.mcselec.com/index.php?option=com _content&task=view&id=14&Itemid=41](http://www.mcselec.com/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=41).

SAN, Miguel. *Electrónica*. Madrid - España: Paraninfo, 2011, pp. 76-82.

OSCAR. *motorycompeticion*. [En línea]. Madrid - España: 2009. [Citado el: 05 de Julio de 2016]. Disponible en: <https://motorycompeticion.wordpress.com/descargas/>.

PÉREZ, Felipe. *La Revista Informática*. [En línea]. Monterrey - México: 2015. [Citado el: 24 de Junio de 2016]. Disponible en: [http://www.larevistainformatica.com/ BASIC .htm](http://www.larevistainformatica.com/BASIC.htm).

PÉREZ, José Manuel. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid - España: Paraninfo, SA, 2014, pp. 167-185.

REDONDO QUINTELA, Félix; & REDONDO MELCHOR, Roberto C. *Redes Eléctricas de Kirchhoff - Teoría de Circuitos*. 3ª ed. Salamanca - España: STS Ediciones, 2016, pp. 137.

SAE, International. *Antecedentes*. [En línea]. Whashington, D.C - USA: 2016. [Citado el: 25 de Mayo de 2016]. Disponible en: <http://students.sae.org/cds/formulaseries/about/>.

SAE, International. *Rules*. [En línea]. Whashington, D.C - USA: 2016. [Citado el: 25 de Agosto de 2016]. Disponible en: http://students.sae.org/cds/formulaseries/rules/2015-16_fsae_rules.pdf.

SOFT, Dinastia. *dinastiasoft. Madrid - España:2012*. [Citado el: 05 de Junio de 2016]. Disponible en: <http://www.dinastiasoft.com.ar/Software.htm>.

VALENCIA, Ramiro. *unrobotica*. [En línea]. Bogotá - Colombia: 2013. [Citado el: 06 de Julio de 2016]. Disponible en: <http://www.unrobotica.com/manuales/Aplicaciones%20electronicas%20con%20microcontroladores%20bascom.pdf>.

VERLE, Milan. *MikroElektronika*. [En línea]. Belgrado - República de Serbia: 2015. [Citado el: 16 de Agosto de 2016]. Disponible en: <http://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespicbasic/chapter/lenguajes-de-programacion/>.