



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SIMULADOR DE SENSORES Y ACTUADORES DEL  
MOTOR, ABS, AIRE ACONDICIONADO E  
INMOVILIZADORES, PARA REPARAR  
COMPUTADORAS AUTOMOTRICES PARA LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**VALLE TOTOY CRISTHIAN JAVIER  
VALLEJO ANDINO JOSEPH ANDRÉ**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-07-08

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**VALLE TOTOY CRISTHIAN JAVIER**

---

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE  
SENSORES Y ACTUADORES DEL MOTOR, ABS, AIRE ACONDICIONADO E  
INMOVILIZADORES, PARA REPARAR COMPUTADORAS  
AUTOMOTRICES PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

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

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Marco Santillán G.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Raúl Vinicio Cabrera Escobar  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-07-08

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**VALLEJO ANDINO JOSEPH ANDRÉ**

---

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE  
SENSORES Y ACTUADORES DEL MOTOR, ABS, AIRE ACONDICIONADO E  
INMOVILIZADORES, PARA REPARAR COMPUTADORAS  
AUTOMOTRICES PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

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

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Marco Santillán G.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Raúl Vinicio Cabrera Escobar  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VALLE TOTOY CRISTHIAN JAVIER

**TÍTULO DE LA TESIS:** “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE SENSORES Y ACTUADORES DEL MOTOR, ABS, AIRE ACONDICIONADO E INMOVILIZADORES, PARA REPARAR COMPUTADORAS AUTOMOTRICES PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Examinación:** 2014-02-20

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Raúl Cabrera (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. Marco Santillán G.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VALLEJO ANDINO JOSEPH ANDRÉ

**TÍTULO DE LA TESIS:** “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE SENSORES Y ACTUADORES DEL MOTOR, ABS, AIRE ACONDICIONADO E INMOVILIZADORES, PARA REPARAR COMPUTADORAS AUTOMOTRICES PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Examinación:** 2014-02-20

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Raúl Cabrera (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. Marco Santillán G.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

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

---

Cristhian Valle Totoy

---

JosephVallejo Andino

## **DEDICATORIA**

A mi padre Manual Valle y madre Fabiola Totoy, quienes con su esfuerzo y dedicación, lograron brindarme una oportunidad de superación, para hacer de mí un hombre de bien y útil a la sociedad, lo que sin su paciencia y apoyo incondicional, no hubiera sido posible.

A mi hermano quien es fuente de alegría y felicidad en la familia.

**Cristhian Javier Valle Totoy**

A mi Dios por ser mi guía, a mi madre Marcia Andino quien es ejemplo de sacrificio, de superación, de motivación para mi vida, su alegría inmersa en la casa fue el pilar fundamental para ser el hombre de bien que tanto deseo. El respeto, la sabiduría de mi abuelita María Escudero, fueron los ánimos de aliento para continuar con mi carrera, y a mi hermano quien es amigo y compañero.

**Joseph André Vallejo Andino**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz y sus docentes, en especial al Ing. Diego Constante y al Ing. Javier Villagrán por su invaluable aporte durante la realización de este proyecto, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad. A dios a mi familia por el apoyo incondicional durante la etapa de mis estudios y a todos y grandes amigos y compañeros que compartí, lo que sin duda alguna han sido la mejor etapa de mi vida.

**Cristhian Javier Valle Totoy**

En especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas al conocimiento, a la sabiduría que día a día nos fueron inculcando todos lo docente de la Escuela de Ingeniería Automotriz, un agradecimiento a la entrega y sacrificio de sus autoridades, docentes y todos que forman tal prestigiosa institución, a nuestro director y asesor de Tesis por su apoyo en el desarrollo de este gran proyecto, a mi familia que fue el motor de este duro trabajo de tesis, mi amor Vanessa quien estuvo conmigo en los momentos más importantes de mi vida.

**Joseph André Vallejo Andino**

## CONTENIDO

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	Pág.
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	
2.1	Sensores y actuadores.....	4
2.2	Principio físico de funcionamiento de los sensores.....	4
2.3	Sensores inductivos.....	4
2.4	Sensores de efecto Hall.....	5
2.5	Sensores piezoeléctricos.....	6
2.6	Sensor masivo de aire tipo reflujo MAF (Mas Air Flor).....	8
2.7	Sensores de tipo potenciómetro.....	8
2.8	Sensores de temperatura.....	10
2.9	Sensores tipo interruptor.....	10
2.10	Actuadores del sistema.....	11
2.11	Electroválvula del inyector.....	11
2.12	Actuador de presión de sobrealimentación.....	12
2.13	Válvula de retroalimentación (EGR).....	14
2.14	Electroválvula de posicionamiento de la mariposa.....	15
2.15	Inmovilizadores y anti arranque.....	15
2.16	Sistemas de inmovilización.....	16
2.17	Características principales.....	17
2.18	Antirrobo de fábrica.....	17
2.19	Seguridad de fábrica.....	17
2.20	Seguridad de especialistas.....	17
2.21	Seguimiento post- robo.....	17
2.22	Arquitectura actual: Sistemas de inmovilizadores basados en llave con transponder.....	18
2.23	Unidad de mando del inmovilizador.....	19
2.24	Unidad de mando del motor.....	20
2.25	Arquitectura futura: Sistemas de inmovilizador basados en sistemas biométricos.....	20
2.26	Inmovilizador con tecla numérica.....	20
2.27	Anti arranque TIR (Transmisor infrarrojo).....	21
2.28	Anti arranque llave.....	21
2.29	Arranque de emergencia.....	22
<b>3.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR</b>	
3.1	Diseño de soporte del banco.....	23
3.2	Diseño de la carcasa.....	28
3.3	Diseño de la placa de control.....	39
3.4	Diagrama de flujo y de bloques.....	44
3.5	Placa de alimentación.....	46
3.6	Elementos del simulador.....	50
3.7	Selección de elementos.....	52
3.8	Entradas de sensores.....	67
3.9	Entradas de actuadores.....	67
3.10	Puerto de salida Ks1 y Ks2.....	68
3.11	Ejes de entrada y salida para transmisiones automáticas.....	70
3.12	Conductor del módulo de control del soplador.....	73

3.13	Anchura de pulsos.....	73
3.14	Pantalla de datos.....	74
3.15	Medidor de voltaje.....	75
3.16	Medidor de amperaje.....	76
<b>4.</b>	<b>PRUEBAS Y ENSAYOS</b>	
4.1	Localización de averías.....	78
4.1.1	<i>Métodos para localizar averías</i> .....	79
4.1.2	<i>Recomendaciones de reparación</i> .....	80
4.2	Medición de componentes.....	81
4.3	Prueba de conexiones.....	88
4.4	Montaje del banco.....	91
4.5	Estimación de costos.....	95
<b>5.</b>	<b>ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	
5.1	Manual de guía.....	96
5.2	Manual de mantenimiento.....	98
5.3	Guía de usuario.....	99
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	111
6.2	Recomendaciones.....	111

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## **PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

### Pág.

1	Indicaciones, especificaciones de los tubos cuadrados.....	24
2	Características fisicomecánicas.....	30
3	Características fisicomecánicas.....	31
4	Selección de elementos.....	50
5	Interfaz serie compatible.....	56
6	Especificaciones ICS14.....	57
7	Especificaciones valor.....	58
8	Identificación de los pines de conexión de un módulo LCD.....	59
9	Independencia de la temperatura.....	61
10	Tipo de condensador 470 $\mu$ F.....	62
11	Tipo de condensador 100 $\mu$ F.....	62
12	Dimensiones y tipos de núcleo.....	67

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
1	Constitución de un sensor inductivo.....	4
2	Disposición del sensor inductivo en el volante del motor.....	5
3	Disposición del sensor inductivo en el volante del motor.....	5
4	Constitución de un sensor Hall.....	6
5	Señal de un sensor Hall.....	6
6	Señal de un sensor de presión.....	7
7	Representación física de un MAP.....	7
8	Sensor másico de aire de reflujo.....	8
9	Sensor de mariposa TPS.....	9
10	Formas constructivas del sensor de posición.....	9
11	Constitución de un sensor de temperatura.....	10
12	Sensor de temperatura del refrigerante.....	11
13	Componentes de la electroválvula de vehículos de turismo.....	12
14	Actuador de sobrealimentación turbo convencional.....	13
15	Turbina de geometría variable.....	13
16	Válvula EGR.....	14
17	Sistema EGR.....	14
18	Mariposa del tubo de admisión.....	15
19	Inmovilizador.....	16
20	Estructura de sistema de inmovilizador.....	18
21	Componente del sistema.....	19
22	Unidad de mando del inmovilizador.....	19
23	Estructura de un sistema inmovilizador con teclado.....	20
24	Sistema de comando remoto infrarrojo.....	21
25	Base extruida.....	25
26	Base terminada.....	25
27	Pilares extruidos.....	26
28	Pilares terminados.....	26
29	Estructura del soporte ensamblada.....	27
30	Soporte construido.....	27
31	Parte frontal del simulador.....	32
32	Parte superior e inferior.....	32
33	Parte posterior.....	33
34	Agarradera.....	33
35	Equipo completo.....	34
36	Parte inferior y superior en MDF.....	34
37	Corte del MDF.....	35
38	Perforación de las partes cortadas de MDF.....	35
39	Parte inferior y superior perforada.....	36
40	Parte lateral perforada.....	36
41	Remachada parte inferior.....	37
42	Parte frontal remachada.....	37
43	Cubertura del simulador.....	38
44	Simulador construido en su totalidad.....	38
45	Circuito sensor CTS.....	39
46	Circuito del sensor TPS.....	39
47	Circuito del sensor MAP.....	40
48	Circuito del sensor MAF.....	40

49	Circuito del sensor O2.....	40
50	Circuito del sensor CKP.....	41
51	Circuito generador de señales.....	41
52	Circuito de la válvula IAC.....	42
53	Circuito de la bomba de combustible.....	42
54	Circuito del inyector.....	43
55	Placa construida.....	44
56	Diagrama de flujo.....	45
57	Diagrama de bloques.....	46
58	Diagrama eléctrico.....	47
59	Diagrama frontal de la tarjeta.....	47
60	Diagrama posterior de la placa.....	48
61	Impresión de diagramas.....	48
62	Placa en 3D.....	49
63	Montaje de los elementos.....	49
64	Micro controlador 16F876A.....	53
65	Descripción del Lm358.....	54
66	Potenciómetro rotativo.....	65
67	Transformadores con faja o brida.....	66
68	Transformador.....	66
69	Entrada sensores.....	67
70	Entrada de actuadores.....	67
71	Entradas de sensores KS1 y KS2.....	68
72	Sensor de detonación.....	68
73	Ubicación del sensor de detonación.....	69
74	Funcionamiento sensor de detonación.....	69
75	Señal normal del KS.....	70
76	Señal con actividad del KS.....	70
77	Entradas para los solenoides de la transmisión.....	71
78	Diagrama de los solenoides de la transmisión.....	72
79	Caja de solenoides.....	72
80	Sensores de la transmisión automática.....	73
81	Ancho de pulso.....	74
82	Pantalla de datos.....	74
83	Medidor de voltaje.....	75
84	Medidor de amperaje.....	76
85	Conector DLC3.....	79
86	Onda del Testigo Check Engine.....	80
87	Verificación con el multímetro.....	81
88	Comprobación de las fuentes.....	81
89	Pantalla de verificación en el scanner.....	82
90	Pantalla de verificación en el osciloscopio.....	82
91	Sensor CKP del osciloscopio.....	83
92	Onda sensor CKP.....	83
93	Sensor MAP del osciloscopio.....	84
94	Onda sensor MAP.....	84
95	Sensor CTS del osciloscopio.....	84
96	Onda sensor CTS.....	85
97	Sensor TPS del osciloscopio.....	85
98	Onda sensor TPS.....	85
99	Sensor MAF del osciloscopio.....	86
100	Onda sensor MAF.....	86
101	Sensor O2 del osciloscopio.....	86
102	Onda sensor O2.....	87
103	Onda del inyector.....	87

104	Curva del inyector del simulador.....	87
105	Conexión en la carcasa.....	88
106	Conexión entre componentes.....	88
107	Conexión CKP.....	89
108	Conexión CTS.....	89
109	Conexión TPS.....	90
110	Conexión MAF.....	90
111	Conexión del inyector.....	90
112	Proceso de corte.....	91
113	Montaje frontal del simulador.....	91
114	Montaje de la placa con la parte frontal de la carcasa.....	92
115	Parte posterior del simulador.....	92
116	Montaje de las fuentes y transformador.....	93
117	Montaje de las manillas.....	93
118	Montaje de la carcasa.....	94
119	Montaje de la parte superior de la carcasa.....	94
120	Simulador y la mesa de trabajo.....	94
121	Equipo completo con sus accesorios.....	96
122	Panel de operación.....	100
123	Teclado de membrana.....	102
124	Simulador encendido.....	103
125	Pantalla principal.....	103
126	Señal sensor.....	103
127	DC señal.....	104
128	Gases de escape.....	104
129	Tipos de onda del CKP.....	105
130	Válvula ISC.....	105
131	Válvula ISC.....	106
132	Inyector.....	106
133	Motor paso a paso.....	107
134	Auto maic.....	107
135	Monitor.....	108
136	Icono de instalación.....	108
137	Ventana principal del instalador.....	109
138	Información del usuario.....	109
139	Carpeta de acceso directo.....	110
140	Finalización de la instalación.....	110

## LISTA DE ABREVIACIONES

INJ	Inyector
IG	Bobina
ECU	Unidad de control electrónica
GND	Señal de tierra
+B	Señal de alimentación
ISC	Accionamiento de la válvula de control de velocidad de ralentí
MAP	Sensor de presión absoluta
MAF	Sensor de flujo de masa de aire
VAF	Sensor de volumen del flujo de aire
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante
TPS	Sensor de la mariposa de aceleración
IAT	Sensor de temperatura del aire aspirado
RPM	Sensor de revoluciones del motor
CKP	Sensor inductivo en el volante del cigüeñal
CMP	Sensor de posición de árbol de levas
O2	Sensor de O2
KS	Sensor de detonación (Pistoneo)
AC	Señal de corriente alterna
DC	Señal de corriente directa

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Programación de la placa de control
- B** Parte frontal lámina 1
- C** Manilla lámina 2
- D** Parte posterior lámina 3
- E** Simulador lámina 4
- F** Guía de laboratorio 1
- G** Guía de laboratorio 2
- H** Guía de laboratorio 3

## **RESUMEN**

Se ha construido un simulador para reparar computadoras automotrices, para la Escuela de Ingeniería de Automotriz de la ESPOCH, el mismo que con propósitos didácticos se diseñó para reparar las computadoras automotrices de las marcas de automóviles más comunes que existe en el país, esto con la finalidad de contribuir en la aplicación de los conocimientos que los estudiantes adquieren en las cátedras relacionadas a la Autotrónica.

En el diseño y construcción de este equipo electrónico, fue necesario realizar un extenso estudio, acerca de todos los factores fundamentales necesarios al realizar una operación simulada, de una ECU.

Datos utilizados en la creación de señales analógicas y digitales, en representación de los distintos sensores que utiliza un sistema la inyección electrónica, las mismas que fueron digitalizadas a través de microcontroladores, los que en conjunto de un software de control, logran simular diversas condiciones de operación que permiten la verificación de las ECU. Todo este proceso requirió la ayuda de herramientas informáticas especializadas en el área de programación y un posterior desarrollo de circuitos electrónicos que complementan su elaboración.

Este equipo está diseñado para equipar a los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con esta consideración se le dio la funcionalidad de una herramienta de diagnóstico, complementándolo con diversos aditamentos necesarios para su operación, como líneas de alimentación, comunicación y control. Además dispone de diversos conectores para la verificación de sensores, actuadores, bobinas, cajas automáticas e inmovilizadores para las distintas practicas planificadas.

## **ABSTRACT**

This investigation was built a simulator for automotive repairing computers at Automotive Engineering School ESPOCH, with didactic purposes were designed to auto aim of building on application knowledge that students acquire in the departments related to Autotronics.

In the design and construction of this electronic equipment, it was necessary to conduct a comprehensive study on all the fundamental factors necessary to perform a sham operation, an ECU.

The data were used in the creation of analog and digital signals, in representation of different sensors using the electronic injection system, the same as were scanned through microcontrollers, which together control software to manage to simulate various operating conditions that allow the verification of ECU. The whole process required the assistance of specialized informatics collaboration tools in the area programming and further development electronic circuits which complement its elaboration.

This equipment is designed to equip the laboratories of a diagnostic tool, supplemented with various aliments necessary for its operation, such as power lines, communication and control. Verification sensors, actuators, chokes, and immobilizers automatic boxes planned for different practices.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Desde que el gobierno de EEUU aprobó la ley de "Aire limpio", se aplicaron restricciones en los límites contaminantes de los automóviles, ya que los vehículos son la principal causa de emisiones contaminantes. Como respuesta los fabricantes encontraron que usando sistemas con computadoras, podían controlar de forma precisa el funcionamiento del motor, llevando los límites contaminantes a niveles permitidos. No solo encontraron que podían reducir las emisiones contaminantes, sino que también podían alargar el doble la vida del motor.

Son algunas de las cuestiones de por qué se hizo obligatorio el uso de estos sistemas (fuel injection) con restricciones y garantía de 5 años o 50000 millas que obligó el gobierno federal a los fabricantes. Y así nació la ECU (unidad central electrónica), la cual recibe información de las condiciones de trabajo del motor (sensores), procesa la información y ordena a los actuadores hacer los cambios necesarios para mejorar siempre el funcionamiento del motor a un estado óptimo.

Los sensores y actuadores siguen evolucionando día a día, ya que algunos sistemas ya son obsoletos. Además los ingenieros introdujeron un sistema de autodiagnóstico el cual revisa el funcionamiento adecuado de todos los sistemas controlados por la ECU, que se programa con parámetros pre-establecidos y que al estar fuera de rango, generara un código de falla al respecto, el cual se guardara en una memoria de lectura temporal. A la vez se prenderá el foco de la lámpara MIL Luz indicadora de falla del motor.

Los escáneres son la herramienta especializada para interactuar con la ECU para obtener los códigos de falla y borrarlos, revisar los valores de los sensores, etc. Los escáneres se conectan al conector de autodiagnóstico y debido a la variedad y marcas de vehículos, el gobierno federal de EEUU ordenó que todos los autos que se vendan en EEUU a partir de 1996 tengan un conector estándar de 16 pines tipo OBDII (sistema de diagnóstico abordo).

Y pues en eso estamos, tal vez lo próximo será estandarizar el protocolo de comunicaciones, ya que cada marca se comunica distintamente. Bajo este contexto es indispensable contar con una herramienta que permita su reparación, ya que al carecer de una de éstas, son escasos los talleres de servicios que reparan computadoras en este país.

## **1.2 Justificación**

En La Escuela de Ingeniería Automotriz forma profesionales siempre a la vanguardia de las últimas tendencias del sector productivo automotriz.

Las averías en las computadoras y el robo han cotizado al mercado de la reparación e instalación de estos módulos y sumado a la escasez de servicio de su arreglo han hecho del mercado el más costoso del campo automotor.

Con nuestro proyecto pretendemos entrenar al estudiante de Ingeniería Automotriz en cada uno de los procedimientos de reparación de computadoras automotrices para que sumado con el conocimiento técnico y teórico puedan estar capacitados para recuperar éstos elementos.

La implementación de un banco de reparación de computadoras dotará a la Escuela de Ingeniería Automotriz de gran y completa herramienta de diagnóstico para poder inmiscuir al profesional de la ESPOCH, en un mercado de gran demanda, pero de muy poca oferta motivando al estudiante a alcanzar elevado conocimiento y un posterior servicio de alta calidad.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1** *Objetivo general.*

Construir e implementar un simulador de sensores y actuadores del motor, ABS, aire acondicionado e inmovilizadores, para reparar computadoras automotrices para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

### **1.3.2** *Objetivos específicos:*

Identificar la capacidad del módulo de control y su ubicación óptima en el simulador.

Simular los posibles fallos y mantenimientos que pueden existir en los sensores y actuadores, pudiendo ser reemplazados y reparados si es necesario.

Identificar el funcionamiento y aplicaciones de los inmovilizadores y sus fallas más comunes.

Construir e implementar un banco simulador para reparar computadoras automotrices.

Proponer procedimientos accesibles de pruebas y ensayos para la obtención de datos más reales y congelados.

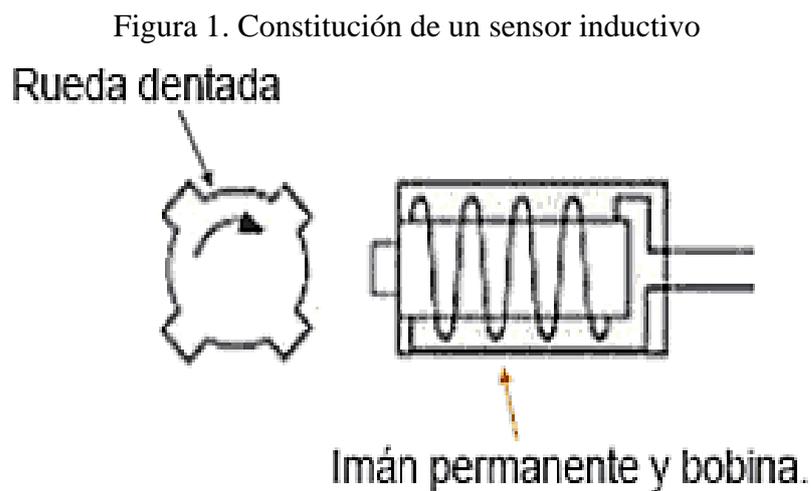
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Sensores inductivos

Constan de una bobina, un imán permanente y una rueda dentada (Figura 1).

Los sensores inductivos colocados en el volante del motor o en árbol de levas, están formados básicamente por una bobina sobre un imán permanente.



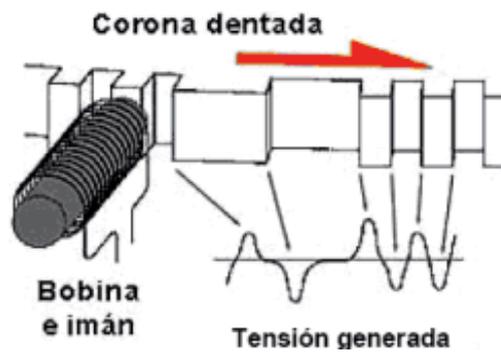
Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

El campo magnético del imán permanente es alterado por el paso de los dientes de la rueda, tal como se indica en la figura 2.

Cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo y cuando hay un espacio vacío el flujo magnético es mínimo.

Esta circunstancia genera una onda alternada entre los terminales eléctricos del bobinado del sensor.

Figura 2. Disposición del sensor inductivo en el volante del motor

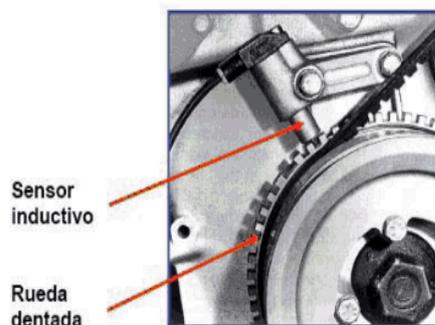


Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

El sensor se monta directamente al frente de una rueda transmisora ferro magnética también llamada "rueda fónica" (Figura 3).

El imán junto con la bobina crea un campo magnético que penetra entre los dientes de la rueda fónica. El flujo magnético a través de la bobina depende de si delante del sensor se encuentra un hueco o un diente de la rueda fónica.

Figura 3. Disposición del sensor inductivo en el volante del motor



Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

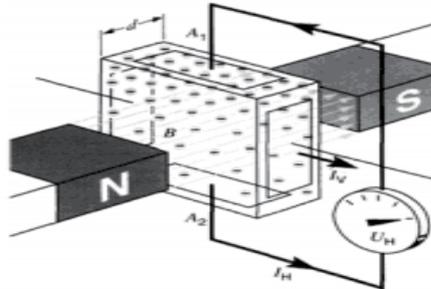
### Sensores de efecto Hall

El dispositivo de efecto Hall consta de (Figura 4):

- Un semiconductor
- Un imán o campo magnético  $B$  que incide en el semiconductor
- Una corriente eléctrica  $I_H$  perpendicular al campo, que es generada por una fuente externa.

La interrupción alternativa del campo magnético genera una señal de onda cuadrada V (Figura 5). (EVERETT, 2003)

Figura 4. Constitución de un sensor Hall

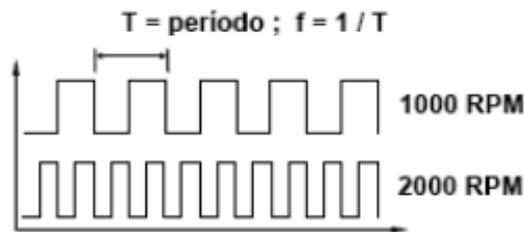


Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

Un elemento Hall, que es un semiconductor recibe el campo magnético de un imán permanente cuando entre ambos sólo hay una ventana. Cuando una de las placas del rotor se interpone no recibe este campo y emite una señal cuadrada de tensión.

Un cableado de este tipo de sensor tiene tres conductores. Uno de ellos recibe polarización de la central o de la red del vehículo (5 V o 12V), otro es masa y el tercero emite la señal del sensor. A diferencia de los sensores inductivos, este sistema de generación de pulsos necesita de una polarización para poder generar una señal.

Figura 5. Señal de un sensor Hall



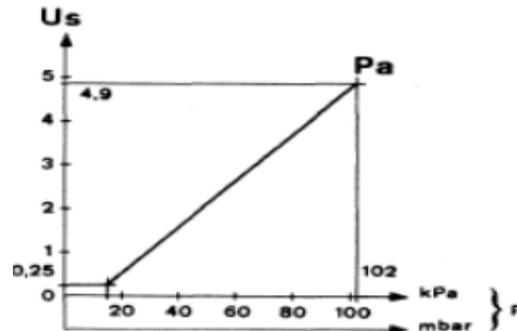
Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.2 Sensores piezoeléctricos

Este tipo de sensor se encuentra formado por una placa de material sensible a la deformación mecánica por la acción de una presión, esta placa posee una estructura interna de cristales naturales de cuarzo que poseen una disposición atómica que al sufrir

una presión se produce un cambio en su estructura y las cargas eléctricas (electrones y protones) se desplazan en sentidos opuestos lo que origina un desequilibrio provocando una diferencia de tensión entre sus lados proporcional a la presión que recibe (Figura 6).

Figura 6. Señal de un sensor de presión



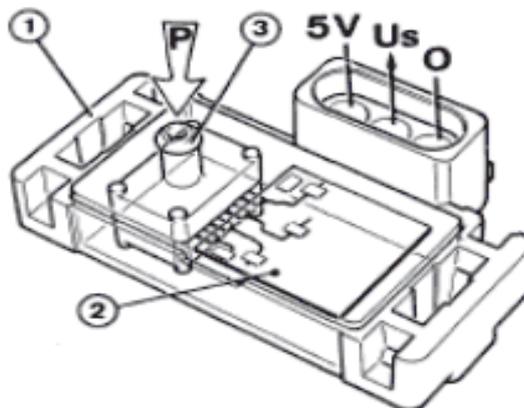
Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

### Aplicaciones:

**Sensor de depresión MAP (Manifold absolute pressure).**- Este sensor determina la depresión en el colector de admisión. Se encuentra localizado en el colector de admisión y transmite a la unidad de control la depresión en el conducto, esta señal intervendrá en la determinación del caudal inyectado y del avance de inyección.

En la figura 7 se muestra la estructura del sensor, el cuerpo del sensor (1) contiene a la placa electrónica (2) y la conexión de vacío o presión (3). Posee tres cables alimentación (5V), señal de salida (Us) y la masa eléctrica (O). (PADILLA, 2007)

Figura 7. Representación física de un MAP.



Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

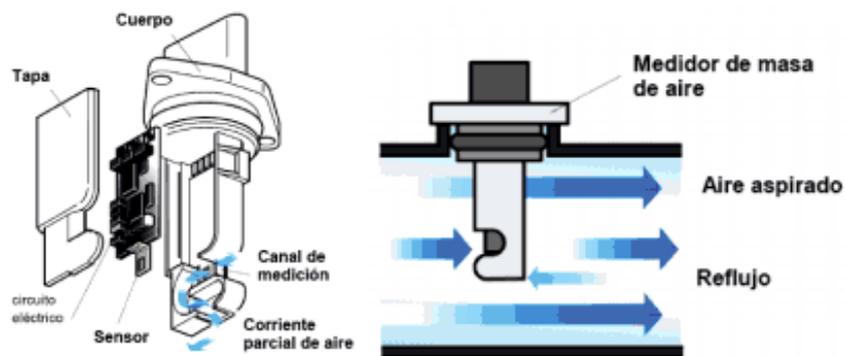
### Otras aplicaciones:

- Presión barométrica (para medir la presión ambiental)
- Presiones de combustible y/o depósito.
- Presiones de lubricante y otros usos.

### 2.3 Sensor másico de aire tipo reflujo MAF (Mass Air Flor)

Durante el funcionamiento normal del motor se producen ondas de presión en el tubo de admisión, que restan exactitud a la medición de los sensores másicos. El sensor de reflujo (Figura 8) corrige esta circunstancia teniendo en cuenta la cantidad de aire de reflujo para una medición muy exacta.

Figura 8. Sensor másico de aire de reflujo



Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

### 2.4 Sensores tipo potenciómetro

Los sensores resistivos tienen la capacidad de variar su resistencia en función de una posición determinada.

Tienen mucha aplicación en sensores de sistemas de inyección, tales como:

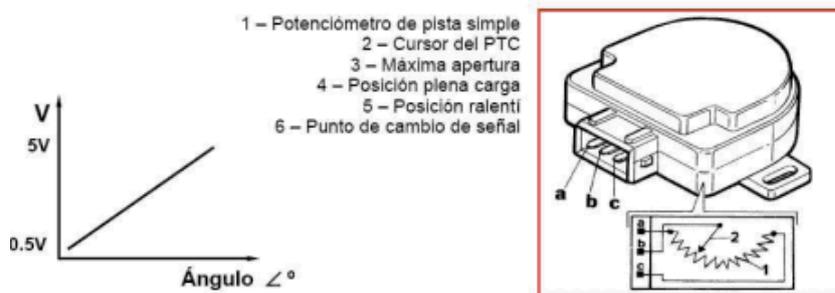
- Sensores de posición de mariposa TPS (Throttle Position Sensor).
- Sensores de pedal de acelerador.
- Sensores de accionamiento de válvula EGR (Exhaust Gas Recirculation).
- Otros sensores de posición de diversos elementos rotativos o incluso lineales.

## Aplicaciones:

### Sensor de mariposa o TPS (Figura 9)

Envía una señal de tensión proporcional al ángulo de apertura de la mariposa de aceleración.

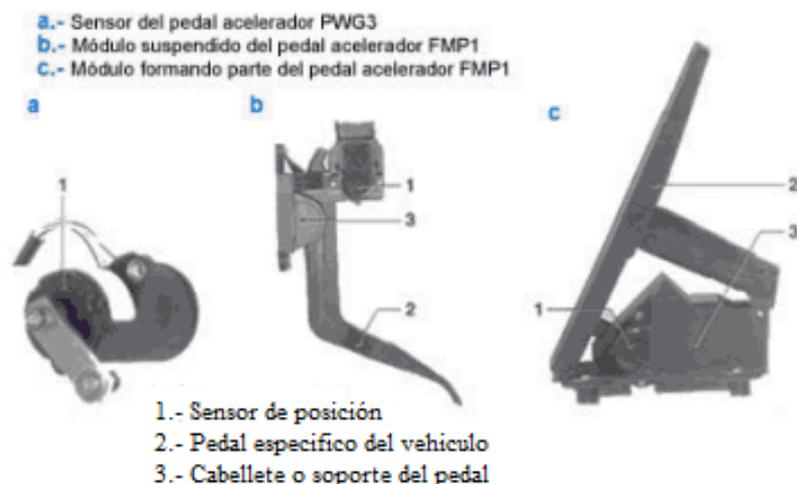
Figura 9. Sensor de mariposa (TPS)



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

**Sensores del pedal del acelerador (Figura 10).**- En el moderno control electrónico del motor, el deseo del conductor aceleración, marcha constante, deceleración, etc. ya no se comunica más al control del motor a través de un cable de tracción o varillaje. Un sensor del pedal acelerador llamado también transmisor del valor del pedal detecta la posición del pedal y la transmite a la unidad de control.

Figura 10. Formas constructivas del sensor de posición



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.5 Sensores de temperatura

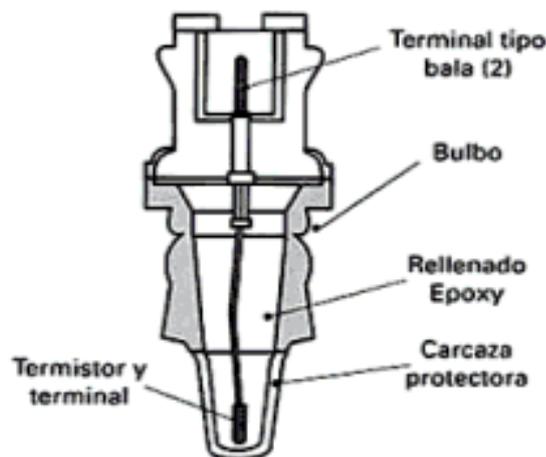
Elementos que cambian su resistencia eléctrica en función del cambio de temperatura.

Los mismos envían información a la unidad de control respecto de las temperaturas de refrigerante de motor y aire de admisión. Esta información es de suma importancia para el cálculo del tiempo de inyección de combustible.

También es importante la señal de estos sensores para:

- Estrategia de funcionamiento de motor frío.
- Corte de combustible en desaceleración.
- Control de válvula EGR.
- Control de inyección adicional de aire (en frío para reducir HC y CO).
- Estrategia de Comando de electro - ventiladores.
- Cálculo de la densidad de aire.

Figura 11. Constitución del sensor de temperatura



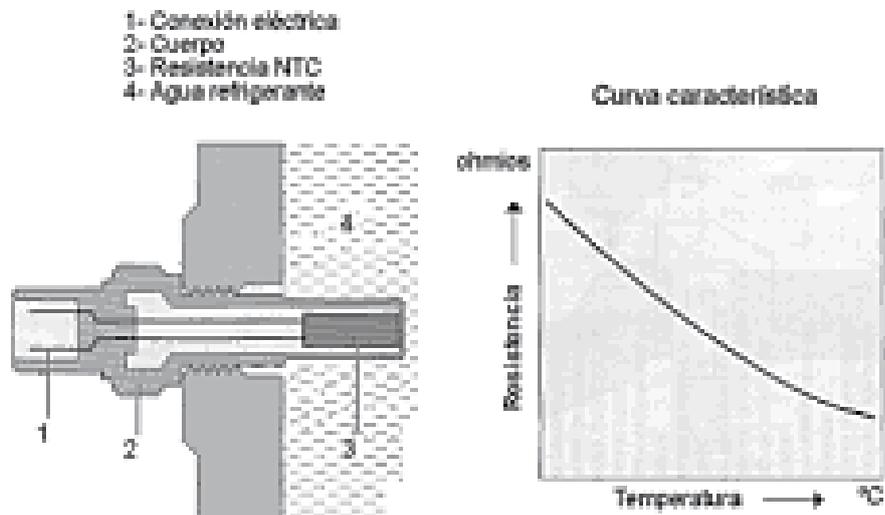
Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

**Sensor de temperatura del motor.**- Está montado en el circuito del líquido refrigerante (Figura 12), con el fin de determinar la temperatura del motor a partir de la temperatura del líquido refrigerante. Así es posible que el control del motor se adapte exactamente a la temperatura del servicio del motor. El margen de temperaturas se sitúa en - 40 a 130° C.

**Sensor de temperatura de aire.-** Esta montado en el conductor de admisión. Al tenerse en cuenta la temperatura del aire se admisión es posible determinar con exactitud, en combinación con un sensor de presión de sobrealimentación, la masa de aire de aspirada. Además de ello se pueden adaptar los valores teóricos para los circuitos reguladores a la temperatura del aire (como ejemplo: retroalimentación de gases de escape, regulación de la presión de sobrealimentación). El margen de temperaturas se sitúa en  $-40$  a  $120^{\circ}\text{C}$ .

Figura 12. Sensor de temperatura del refrigerante

**Sensor de temperatura del líquido refrigerante**



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.6 Actuadores del sistema

Los elementos actuadores transforman las señales eléctricas de salida de la unidad de control en magnitudes mecánicas, como ejemplo: posición de la válvula de la retroalimentación de gases de escape o de la válvula de mariposa.

## 2.7 Electroválvula del inyector

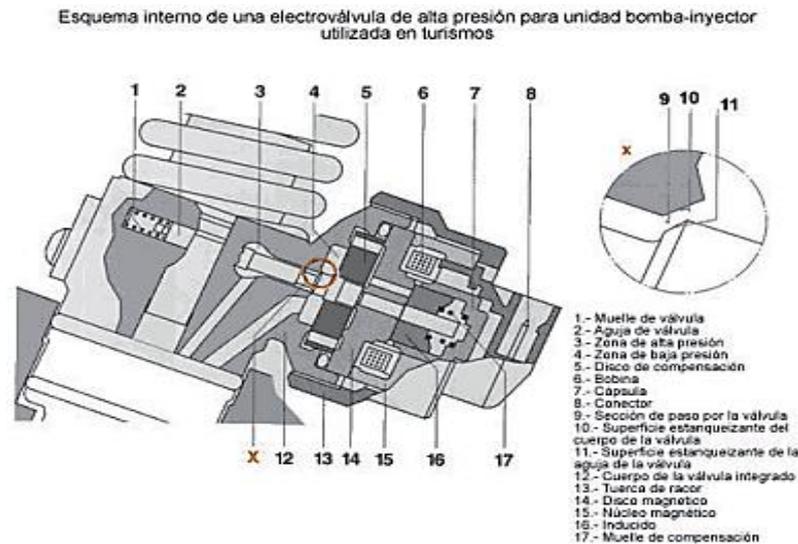
Tiene la función de iniciar la inyección en el momento correcto y de garantizar una dosificación exacta del caudal de combustible a través de una duración precisa de la inyección. La electroválvula de alta presión se divide en dos grupos constructivos: válvula e imán. (Figura 13).

**Funcionamiento de la electroválvula.-** La electroválvula cuenta con dos posiciones: abierta o cerrada. La válvula está abierta si no hay corriente atravesando la bobina del imán. Está cerrada si la etapa final de la unidad de control está activando la bobina.

**Válvula abierta.-** La fuerza ejercida por el muelle de válvula en la aguja de la válvula empuja esta contra el tope. De este modo queda abierta la sección de paso por la válvula entre la aguja de la válvula y el cuerpo de la válvula en la zona correspondiente al asiento de la válvula. Quiere decir que están comunicadas entre si las zonas de alta presión y baja presión de la bomba.

**Válvula cerrada.-** Si se ha de efectuar una inyección, se activa la bobina. La corriente de excitación genera un flujo magnético en las piezas que componen el circuito magnético (núcleo magnético e inducido). Este flujo magnético genera una fuerza magnética que atrae el inducido hacia la culata, es atraído hasta el punto en el cual hacen contacto la aguja y el cuerpo de la válvula en el asiento de cierre.

Figura 13. Componentes de la electroválvula de vehículos de turismo.



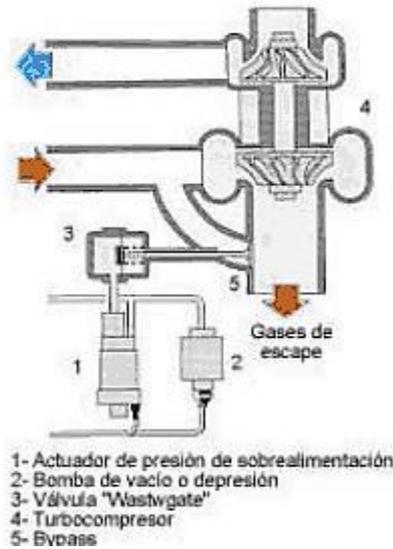
Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.8 Actuador de presión de sobrealimentación

El turbocompresor esta dimensionado de tal forma que genere una presión de sobrealimentación elevada aunque el número de revoluciones sea pequeño, para permitir un par motor elevado incluso dentro de este margen.

Sin regulación alguna, la presión de sobrealimentación se elevaría demasiado a revoluciones altas y produciría que el motor se embale. Debido a esto es necesaria una válvula de derivación “Wastgate” que manda una parte de los gases de escape por un by-pass.

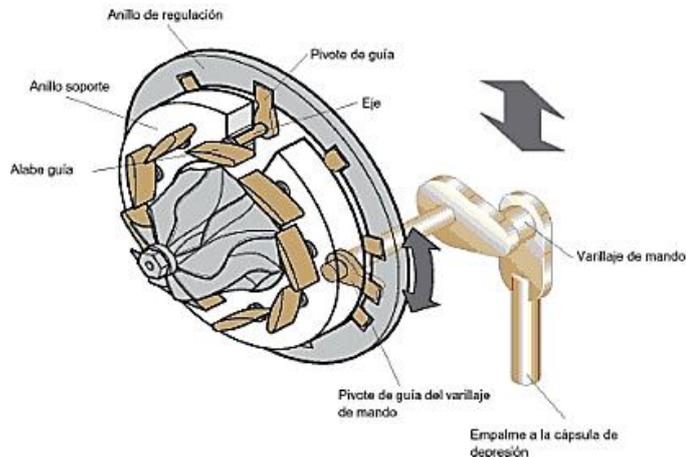
Figura 14. Actuador de sobrealimentación turbo convencional



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

La potencia del turbocompresor se podrá adaptar incluso en las versiones de geometría variable (Figura 15). En este caso lo que se hace es regular la velocidad de la salida de los gases de escape mediante la variación de la posición de los alabes que actúan sobre la turbina al desplazar el anillo de regulación en un sentido u otro.

Figura 15. Turbina de geometría variable



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.9 Válvula de retroalimentación (EGR).

En la retroalimentación de los gases de escape se conduce una parte de dichos gases a la admisión para disminuir la emisión de contaminantes de óxido de Nitrógeno (NOx).

Una válvula electro neumática (Figura 16) controla la cantidad de gases de escape que se conducen del colector de escape al colector de admisión con ello se consigue que descienda el contenido de oxígeno en el aire de admisión, lo que a su vez provoca un descenso en la temperatura de combustión que reduce el óxido de nitrógeno (NOx).

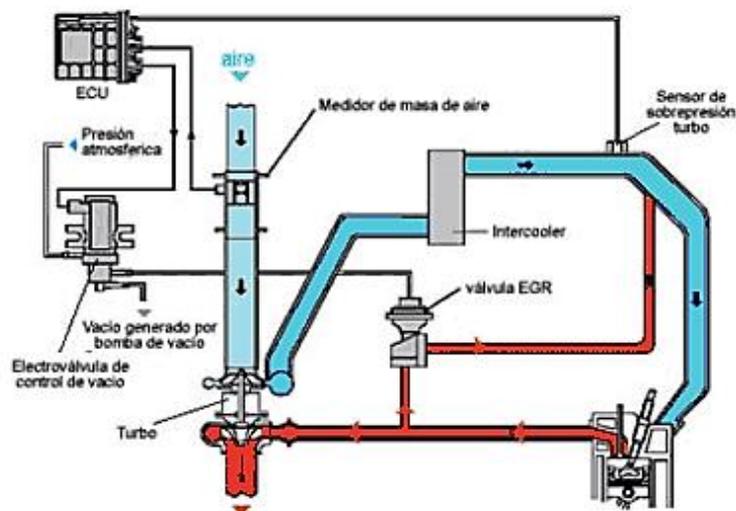
El sistema EGR (Figura 17) no se activa con el motor a ralentí ni en aceleraciones fuertes solo durante la carga parcial o a la temperatura normal de funcionamiento.

Figura 16. Válvula EGR



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

Figura 17. Sistema EGR

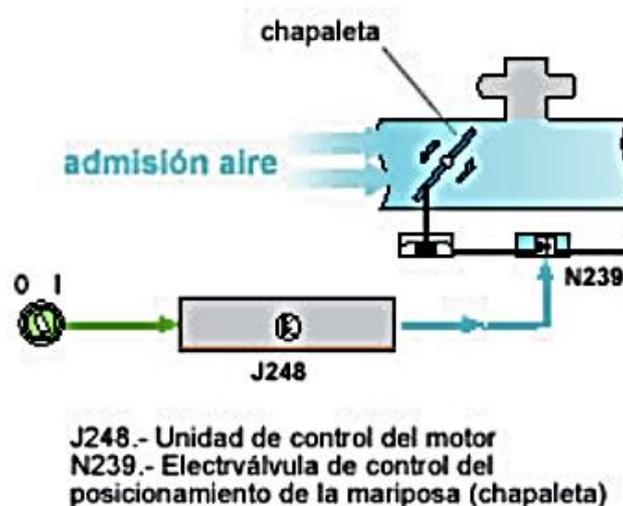


Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.10 Electroválvula de posicionamiento de la mariposa.

La mariposa (chapaleta) activada a través de una válvula electro neumática, tiene en el motor Diesel una función totalmente distinta que en el motor de gasolina. Sirve para aumentar el índice de retroalimentación de gases de escape, mediante reducción de la sobrepresión en el tubo de admisión. La regulación de la mariposa solamente actúa en el margen de revoluciones inferior. En la unidad de bomba - inyector para turismos, la mariposa del tubo de admisión activada por una válvula electro neumática interrumpe la alimentación de aire al apagarse el motor. De este modo se comprime menos aire, y el motor decelera suavemente (Figura 18). (GUZHÑAY, 2007)

Figura 18. Mariposa del tubo de admisión



Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/CAPÍTULO%203.pdf>

## 2.11 Inmovilizadores y anti-arranque

El inmovilizador es un conjunto de partes que está encargado de no dejar funcionar el motor del automóvil en caso de robo.

El sistema de llave codificada o transponder consta de las siguientes partes.

1. Llave del encendido
2. Antena receptora
3. Módulo del inmovilizador

#### 4. Computador del motor

Figura 19. Inmovilizador



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

#### **Cómo funciona el sistema**

Al acercarse la llave del encendido a la chapa, el chip de la llave empieza a transmitir el código secreto que es captado por la antena, la antena transmite el código al módulo del inmovilizador, donde es comparado con el que está grabado en la memoria y, si coincide, se autoriza la partida del motor. (CASTRO, 2012)

#### **2.12 Sistemas de inmovilización**

Dentro del aparato de seguridad, son varias las soluciones técnicas adoptadas que persiguen restringir el acceso al vehículo a únicamente aquellas personas autorizadas, los llamados sistemas antirrobo: alarm systems, passiveentry, remo tekeyless Entry (RKE) immobilizer son algunas de estas soluciones habilitadas actualmente.

El inmovilizador es un sistema electrónico antirrobo basado en la inhabilitación del sistema de ignición del vehículo en caso de que este se intente accionar por medio de una llave no autorizada de acuerdo a su código de identificación.

### **2.13 Características principales**

Las características de los sistemas de inmovilización de vehículos varían de acuerdo a la categoría de protección.

Hay 4 categorías de protección:

### **2.14 Anti- robo de fábrica**

En estos días, muchos vehículos de fábrica vienen con un sistema antirrobo, el cual consiste típicamente de un inhibidor de encendido basado en un transponder. Existe un chip llamado transponder en su llave de encendido. Su vehículo reconoce esa llave y permite el encendido.

Sin esa llave el sistema inhibe el encendido, de modo que el ladrón no podrá ni siquiera encender cortando cables.

### **2.15 Seguridad de fábrica**

Se puede tener también, un sistema de seguridad de fábrica, asociado al bloqueo de puertas, de modo que cuando el sistema se arma, si alguien intenta abrir las puertas la bocina comenzara a sonar.

### **2.16 Seguridad de especialista**

Si se compra un sistema de seguridad de un especialista y es instalado por un instalador certificado, se obtendrá un nivel de protección superior, debido a que el cableado y la ubicación de los componentes del sistema serán únicos para cada vehículo, no quedando registro en el manual para el ladrón.

### **2.17 Seguimiento de post- robo**

Mediante servicio celular y seguimiento GPS, se puede mantener seguimiento activo de su vehículo.

## 2.18 Arquitectura actual: Sistemas de inmovilizadores basados en la llave con transponder ( Key Based Immobilizer System)

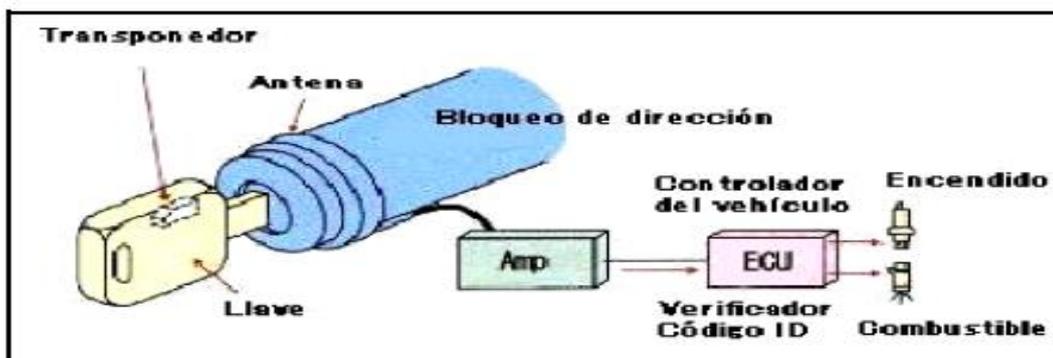
El mercado exige automóviles cada vez más seguros, tanto desde el punto de vista de seguridad activa como de la pasiva, pero también preocupa la seguridad de los bienes depositados en el interior y la dificultad que opone para ser robado.

Por estas razones y otras de carácter legal en determinados países, los fabricantes de automóviles incorporan a los mismos sistemas que garanticen que solo el usuario autorizado puede hacer uso del vehículo. Uno de los sistemas más utilizados es el inmovilizador de tipo Transponder, debido a su alto grado de inviolabilidad.

### Inmovilizador con transponder

El inmovilizador con Transponder es un sistema que solo permite el arranque del vehículo con las llaves autorizadas. Intentarlo con cualquier otra llave implica que el motor arranca, pero sólo funciona durante algunos segundos (en la mayoría de los casos). (HAMBLEY, 2000)

Figura 20. Estructura de un sistema inmovilizador

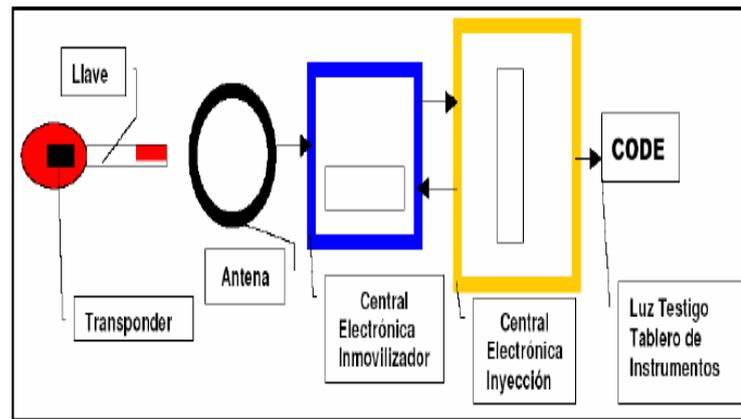


Fuente: <http://www.buenastareas.com/>

La causa es que su funcionamiento se basa en el bloqueo de la unidad de mando del motor, que si no se dan las circunstancias adecuadas, no excita el relé de la bomba de combustible y no activa ni a los inyectores ni a la etapa de potencia del encendido (Algunos Ford son una excepción a lo último). Lógicamente, así es imposible el arranque del motor. (JETRO, 2011)

## Principio de funcionamiento

Figura 21. Componentes del sistema



Fuente: <http://injeccion-leicester.99k.org>

### 2.19 Unidad de mando del inmovilizador

Figura 22. Unidad de mando del inmovilizador



Fuente: <http://www.dacarsa.net/>

La unidad de mando del inmovilizador normalmente se monta bajo el tablero cerca de la caña de dirección y su aspecto es el habitual en estos elementos, pero de menor tamaño. El proceso que se lleva a cabo para conseguirlo es el siguiente: Cuando esta unidad recibe señal de llave de contacto, envía una corriente alterna a la unidad de lectura con el objetivo de que el transponder de la llave, ahora bajo tensión de alimentación, emita su código. Por el mismo cable, la unidad recibe el código en forma de tren de impulsos. Para llevar a cabo esta función se dispone de aproximadamente 250 milisegundos. En estas circunstancias, es posible y necesario el arranque del motor. (GUZHÑAY, 2007)

## 2.20 Unidad de mando del motor

Que no presentan diferencias exteriores con respecto a las mismas unidades que no incorporan inmovilizador. En los casos de que el motor no tenga unidad de mando como ocurre en algunos diésel, se incorpora el elemento DDS.

## 2.21 Arquitectura futura: Sistemas de inmovilizador basados en sistemas biométricos

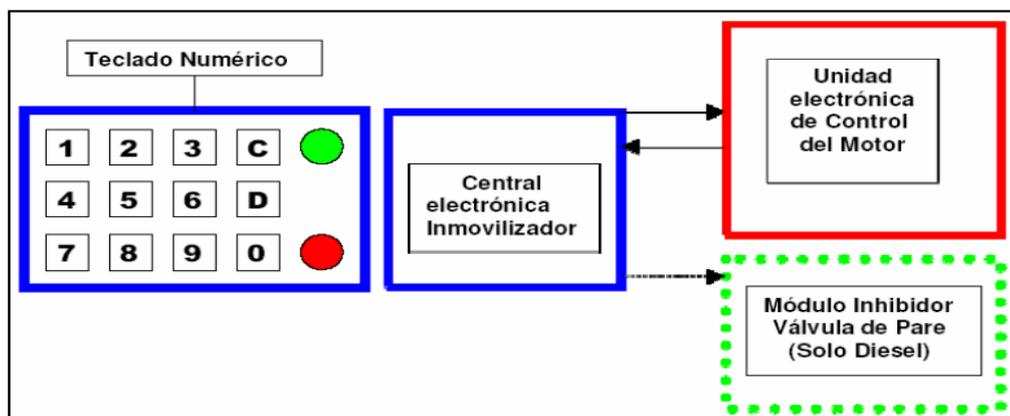
Se utiliza la biometría para desarrollar una nueva generación de sistemas inmovilizadores. Se trata por tanto de un proyecto innovador que está en fase de experimentación y desarrollo. Esta arquitectura nace con la finalidad de aportar mayor seguridad al sistema actual. (CROUSE, 1993)

## 2.22 Inmovilizador con tecla numérica

Es factible encontrar en algunos Peugeot 406 y 306 de origen francés, un teclado en el habitáculo cercano a la ubicación del conductor. El propietario del vehículo debe ingresar tecleando un código de 4 dígitos cada vez que intente dar arranque al motor.

El bloqueo también es por inhibición de la válvula de pare en los diésel convencionales y por bloqueo de la unidad de control en los vehículos con inyección electrónica diésel o naftera (gasolina).

Figura 23. Estructura de un sistema inmovilizador con teclado



Fuente: <http://www.electroeducar.com.ar/>

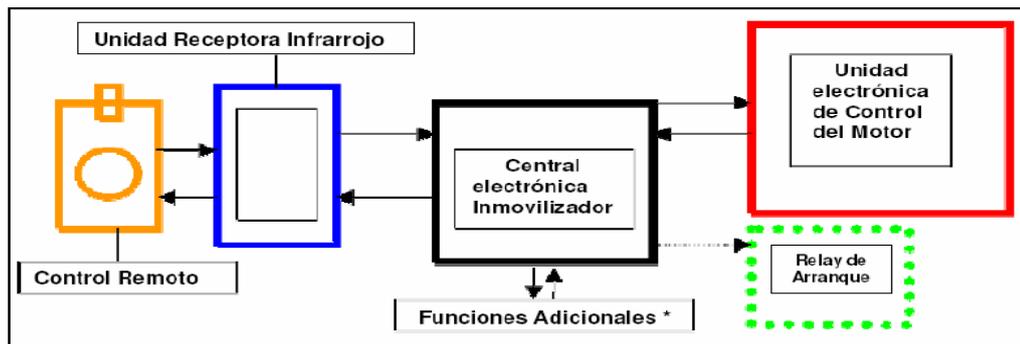
### 2.23 Anti-arranque TIR (Transmisor infrarrojo)

Ciertos vehículos como algunos Renault y Rover utilizan un control remoto que emite una señal para habilitar el arranque del motor además de destrabar y trabar las puertas.

Estos controles remoto no deben confundirse con los que solo manejan la traba de las puertas. El control remoto puede estar incorporado en el mango de la misma llave (Renault) o puede ser un control separado (Rover y Chrysler).

En este caso no existe antena. La unidad lectora es un receptor del código infrarrojo a veces ubicado en el plafón del espejo retrovisor. El sistema se completa con la central electrónica del inmovilizador que puede manejar o no el cierre centralizado y a distancia de las puertas.

Figura 24. Sistema de comando remoto infrarrojo



Fuente: <http://www.electroeducar.com.ar/>

### 2.24 Anti arranque llave (Modelo antena en el contactor de arranque)

Es utilizado con transponder de código fijo en las versiones vieja sin cierre centralizado (Laguna twingo y megane fase I), pudiendo realizar copias mellizas. En estas versiones, el módulo anti-arranque está en un cajetín independiente.

En las versiones más nuevas utiliza transponder CRYPTO y puede estar colocado en un cajetín independiente (KANGOO – CLIO II) o integrado a fusibleras computarizadas. Estas versiones pueden utilizar mandos a distancia por radio frecuencias (HF) o por emisor TIR.

## **2.25 Arranque de emergencia**

Se introduce con el botón del extremo de la palanca del limpia parabrisas y el pedal del acelerador un código de 4 números solicitado al concesionario con el número de 7 dígitos de la cabeza de cualquiera de las llaves TIR o el código de barras de la tarjeta llavero.

Si el código es correcto, el motor arranca pero el check engine queda parpadeando en marcha. El auto tiene así el anti arranque anulado y arrancara siempre, funcionando como un vehículo común sin anti arranque. Este procedimiento es solo posible si la ECU está bloqueada y en contacto la luz del check engine parpadea rápido. (PARRERA, 2002)

## CAPÍTULO III

### 3. CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR

#### 3.1 Diseño de soporte del banco

EL soporte del banco se diseñó con respecto al trabajo que se va a realizar, en el soporte o mesa de trabajo estará ubicado el banco simulador de computadoras automotrices (ECU), la computadora que será simulada para su reparación, el cual es el espacio que se requiere para realizar el trabajo requerido para comodidad y seguridad de manejo de la computadora automotriz (ECU).

#### **Material de construcción**

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 250:2000

**Aluminio.-** Perfiles, barras, varillas y tubos extruidos.

#### **Requisitos e inspección**

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los perfiles, barras, varillas y tubos de aluminio extruidos en caliente.

Esta norma se aplica a los perfiles, barras, varillas y tubos de aleaciones de aluminio, con o sin tratamiento térmico acorde a su composición química, destinados, principalmente para usos arquitectónicos y estructurales.

**Tubo extruido.-** elemento extruido en caliente, de sección hueca simétrica, redonda, cuadrada, rectangular, hexagonal, octagonal o elíptica, con ángulos agudos y/o redondeados, de espesor de pared uniforme y de longitud fija de acuerdo a su dimensión transversal. Excepcional para trabajos estructurales como ventanas, fachadas, etc.

Tabla 1. Indicaciones, especificaciones de los tubos cuadrados

<b>Código</b>	<b>Milímetros (L)</b>	<b>Pulgadas (L)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Peso (Kg/m)</b>
FISA-1816	19,00	3/4	1,00	0,19
FISA-16,51	25,40	1	1,10	0,30
FISA-15,91	31,75	1 1/4	1,15	0,38
FISA-15,92	38,10	1 1/2	1,15	0,46
FISA-13,65	38,10	1 1/2	1,30	0,53
FISA-375	38,10	1 1/2	1,60	0,65
FISA-1366	50,80	2	1,60	0,87

Fuente: [www.aluminiosfisa.com](http://www.aluminiosfisa.com)

Mediante esta tabla podemos ver el espesor en (mm) lo que nos va ayudar para la realización del soporte con las siguientes medidas:

**Medidas del soporte:**

- Ancho: 800mm.
- Alto: 1200mm.
- 500mm de profundidad.

La evolución de las tecnologías de la información y el desarrollo avanzado de la informática, han propiciado que en la actualidad existan herramientas para las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, tales como los sistemas para el Diseño Asistido por Ordenador (CAD), los sistemas para la Fabricación Asistida por Ordenador (CAM), los sistemas de Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE), la Gestión del Ciclo de Vida del Producto (PLM), entre otros.

Estas herramientas permiten a ingenieros y diseñadores visualizar, gestionar y manipular el prototipo virtual de un producto.

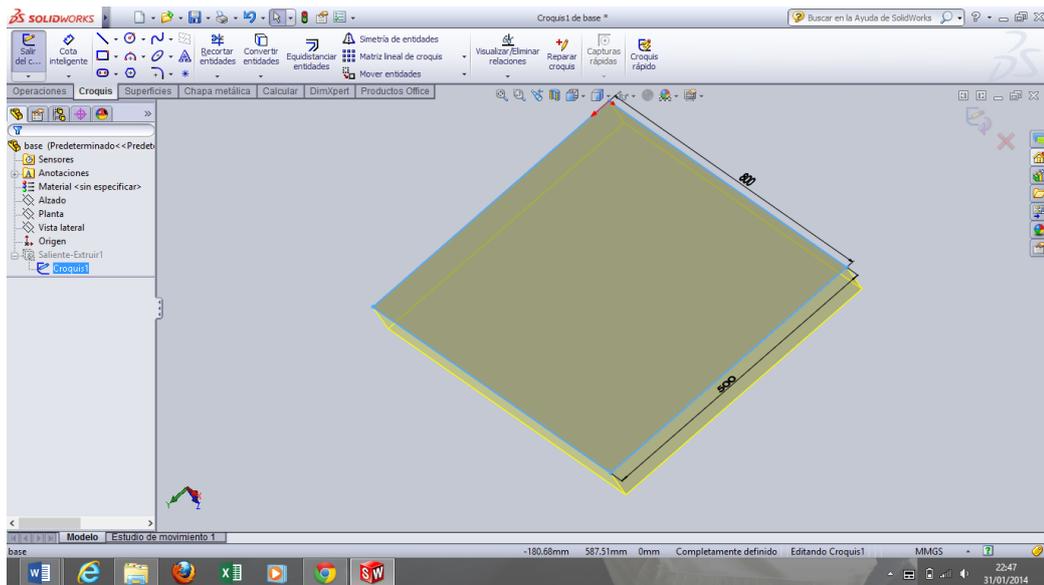
De esta forma se logra reducir, simplificar y automatizar los procedimientos de diseño, de desarrollo y de fabricación. Por tanto, se obtiene un ahorro considerable de tiempo.

## Proceso de construcción del soporte mediante SolidWorks

El proceso se lo realizo de una forma sencilla y clara, detallamos paso a paso:

### 1. Construimos la base:

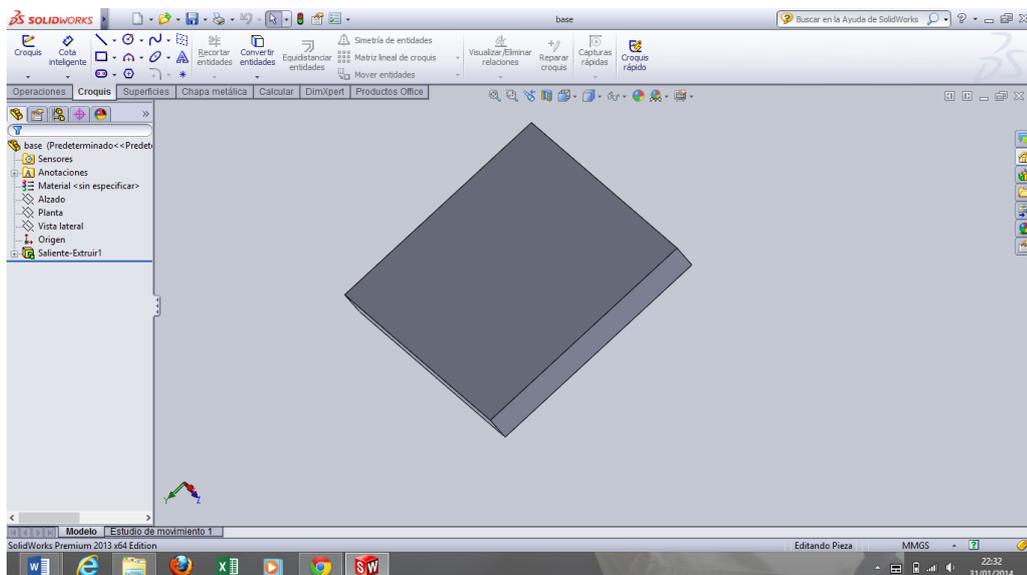
Figura 25. Base extruida



Fuente: Autores

En la figura 26 observamos la base terminada:

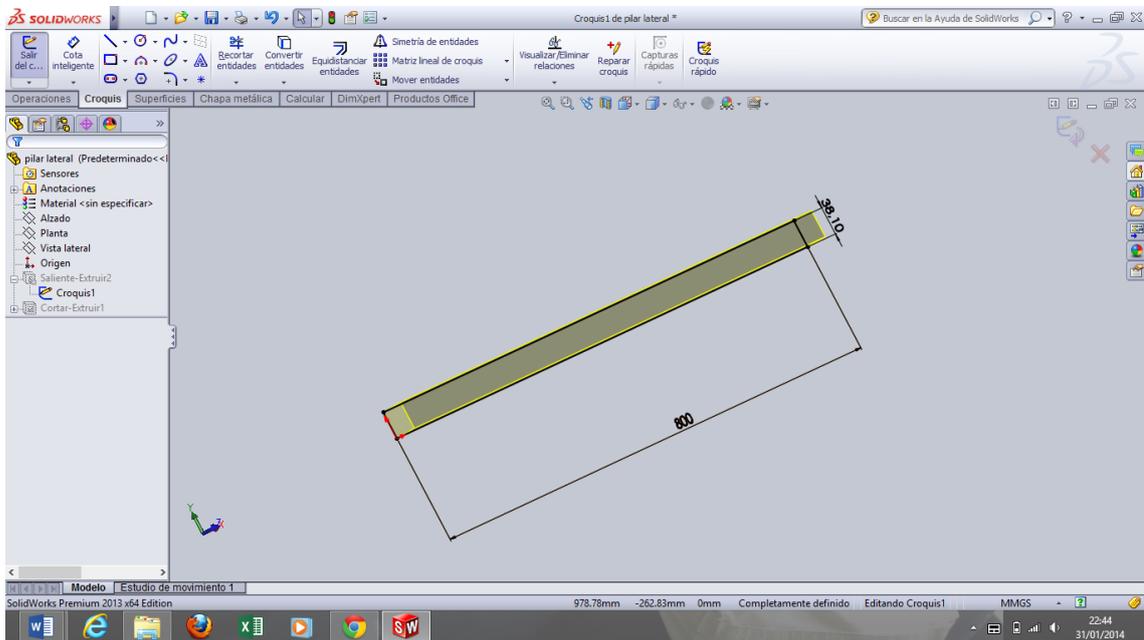
Figura 26. Base terminada



Fuente: Autores

## 2. Realizamos los pilares:

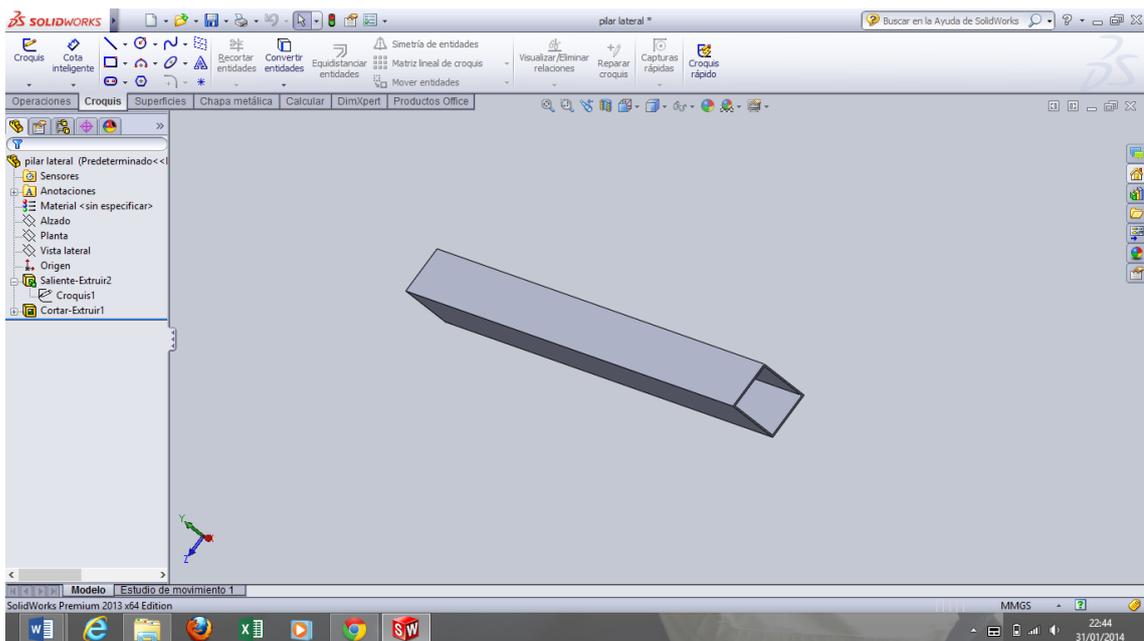
Figura 27. Pilares extruidos



Fuente: Autores

En la figura 28 observamos los pilares terminados:

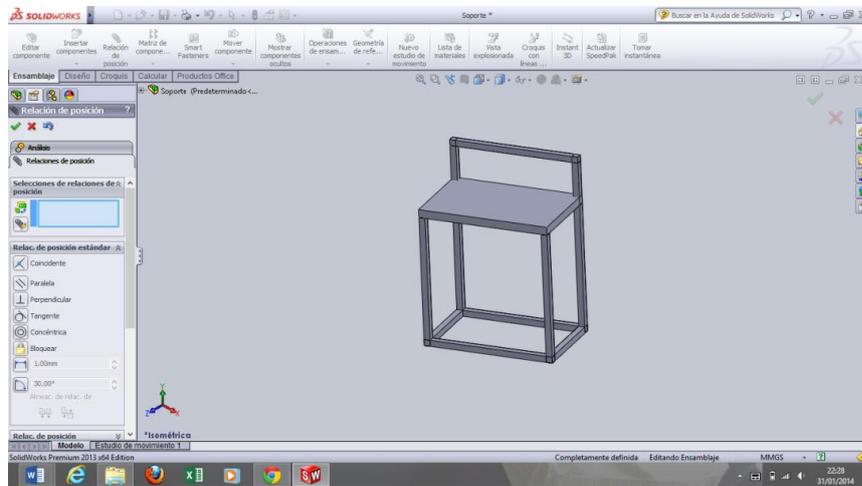
Figura 28. Pilares terminados



Fuente: Autores

3. Mediante un ensamblaje tenemos nuestro soporte construido:

Figura 29. Estructura del soporte ensamblada



Fuente: Autores

4. El último paso es realizar nuestro soporte, mediante la norma y los materiales seleccionados, determina que la variedad y el espesor de la chapa se adapten a nuestras necesidades. El aluminio soportan los rigores del clima y son muy ligeros. Cuanto más pesado es el objeto que deseas montar, más espesa deberá ser la chapa. Para los elementos ligeros como circuitos eléctricos, considera el uso de tubos cuadrados de aluminio de  $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$  de pulgada (1,15 mm) de espesor.

Figura 30. Soporte construida



Fuente: Autores

## **3.2 Diseño de la carcasa**

### **Material de construcción**

MDF es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehído.

Las características más destacadas del MDF son:

- Color uniforme.
- Tamaño de fibra homogéneo en todo el espesor.
- Perfil de densidad equilibrado.
- Superficie muy suave.
- Baja abrasividad (menor consumo de herramientas).
- Baja absorción (menor consumo de pintura).
- Excelente calibración de espesores.
- Grandes dimensiones (mejor aprovechamiento del material).
- Superiores propiedades físico-mecánicas.
- Perfil de densidad equilibrado.

### **Características técnicas**

Excelente pintabilidad y moldurabilidad, que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas.

Superficies 100% lisas con gran homogeneidad, lo que permite una mínima preparación de las superficies.

Densidad y comportamiento uniforme del tablero, lo hace ideal para moldurar, curvar, fijar, fresar, entre otros. Con lo cual nos permite tener un mejor diseño y acabado al momento de construir. Los tableros MDF son de uso general especialmente en ambiente seco.

## **Consejos de utilización**

Las caras deben estar bien lijadas, calibradas y sin polvo. Se debe hacer énfasis en el lijado de los cantos, ya que tienen mayor absorción que la superficie.

## **Aplicación de terminaciones:**

Se deben seguir las recomendaciones del fabricante del recubrimiento en sus distintas terminaciones:

- Teñido.
- Sellado.
- Acabado.
- incoloro o coloreado.

## **Resistencia al fuego:**

Norma: Nch 935/1 Of. 97 Certificado IDIEM N° 238.339 Resultado: Clasificado F-15.  
Interpretación: El tabique fabricado con MDF 9 mm forrado en ambas caras sobre una estructura de madera, retiene el fuego entre 15 y 29 minutos.

Este producto cumple con la norma en relación a la emisión máxima de formaldehído.

## **Fijaciones y ensambles:**

Se recomienda el uso de tornillos, remaches. Preocúpese de dejar un encaje suave entre las piezas. Cualquier presión ejercida de más, podría dañar las piezas.

## **Certificaciones**



Tabla 2. Características fisicomecánicas

Características fisicomecánicas				Espesor mm		
Propiedades	Método de referencia	Unidad	Tolerancia	3	4	5,5
Densidad	E N 323	[Kg/m <sup>3</sup> ]	-	820±50	770±40	730±25
Flexión	E N 310	[N/mm <sup>2</sup> ]	± 10	45	43	40
Tracción	E N 319	[N/mm <sup>2</sup> ]	± 0,20	1,00	1,00	1,00
Hincham 24 horas	E N 317	[%]	-	máx. 37	máx. 35	máx. 30

Fuente: <http://www.masisa.com/chi/productos/tableros/mdf/>

### MDF Delgado

- Formato (m) 1,52 x 2,44.
- Tolerancias dimensionales.
- Espesor ± 0,2 mm.
- Largo y ancho ± 2,0 mm/m.
- Diferencia entre diagonales ± 2,0 mm/m.
- Rectitud de los cantos ± 2,0 mm/m.
- Tableros MDF de uso general en ambiente seco.

Los tableros tienen un contenido de humedad entre 5% y 11% al momento del despacho.

Los tableros cumplen los estándares clase E-1 en emisión de formaldehído según norma europea EN 622-1:2004.

Las tolerancias especificadas tienen una confianza estadística del 95%. Especies, formatos y espesores.

Este producto puede modificar sus características físico químicas o sufrir daños si no es almacenado, acopiado o utilizado en la forma que se indica en sus respectivas prescripciones técnicas. El MDF cumple con la norma en relación a la emisión máxima de formaldehído.

## Características fisicomecánicas

Tabla 3. Características fisicomecánicas

Tipo	Formato (m)	Espesor (mm)
MDF delgado	1,52 x 2,44	3 - 4 - 5,5
MDF liviano	1,52 x 2,44	9 - 12 - 15 - 18 - 20 - 25 - 30
MDF ultraliviano	1,24 x 4,88*	12 - 14 - 15 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 30
MDF compacto	1,52 x 2,44	15 - 18
MDF melamínico blanco liso mate 1 cara	1,83 x 2,50	15* - 18 - 20* - 25*
MDF melamínico blanco liso mate 2 caras	1,83 x 2,50	15 - 18 - 20* - 25*
MDF melamínico diseño madera 2 caras	1,52 x 2,44	15*
MDF melamínico blanco liso brillante 2 caras	1,83 x 2,50	15 - 18
MDF compacto melamínico blanco liso mate 300C 1 cara	1,83 x 2,50	15 - 18
MDF enchapado eucalipto	2,40 x 1,50	3,7* - 15 - 18* - 20* - 25*
MDF enchapado encina	2,40 x 1,50	3,7* - 15* - 18*
MDF enchapado encina / eucalipto	2,40 x 1,50	3,7* - 15* - 18* - 20* - 25*

Fuente: <http://www.masisa.com/chi/productos/tableros/mdf/>

### Proceso de diseño

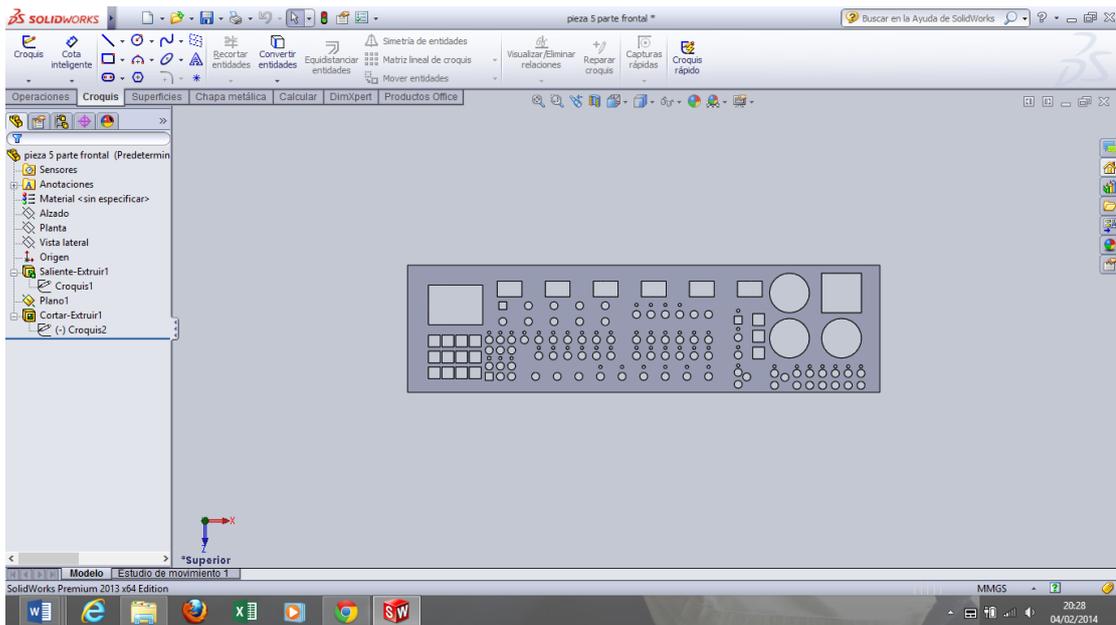
El proceso de diseño de la carcasa se definió con respecto a las medidas que tiene la placa, se personalizo los agujeros y serigrafía.

La carcasa se diseñó en el software “SolidWorks”:

#### 1. Parte frontal del simulador.

En la figura 31 podemos observar la parte frontal del simulador.

Figura 31. Parte frontal del simulador

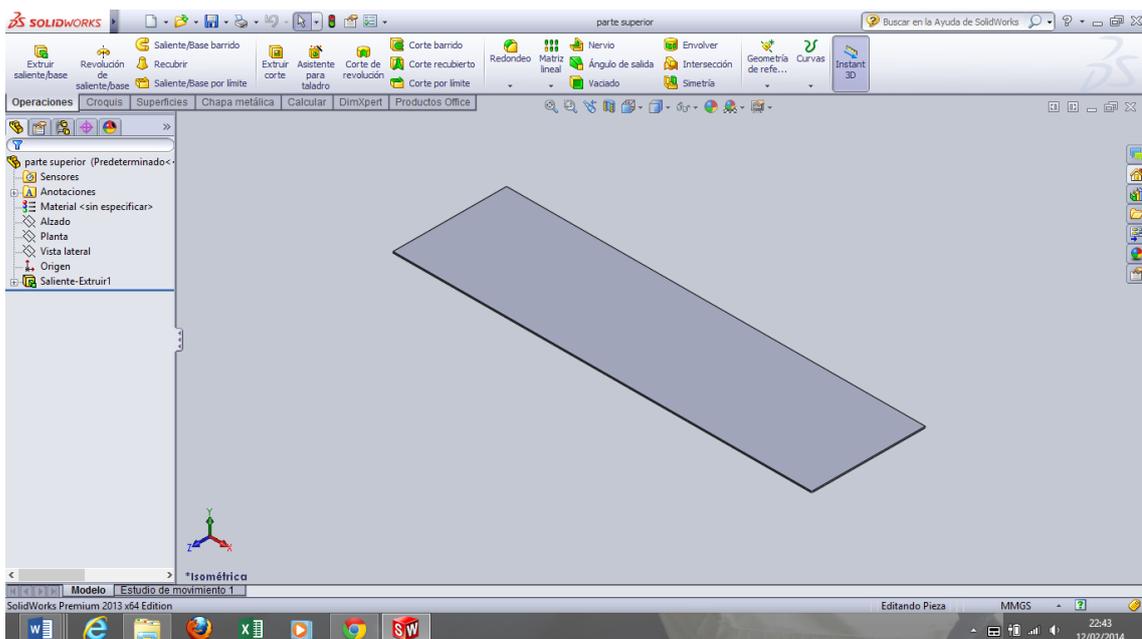


Fuente: Autores

## 2. Tapa superior e inferior.

En la figura 32 podemos observar la parte superior e inferior de nuestro simulador.

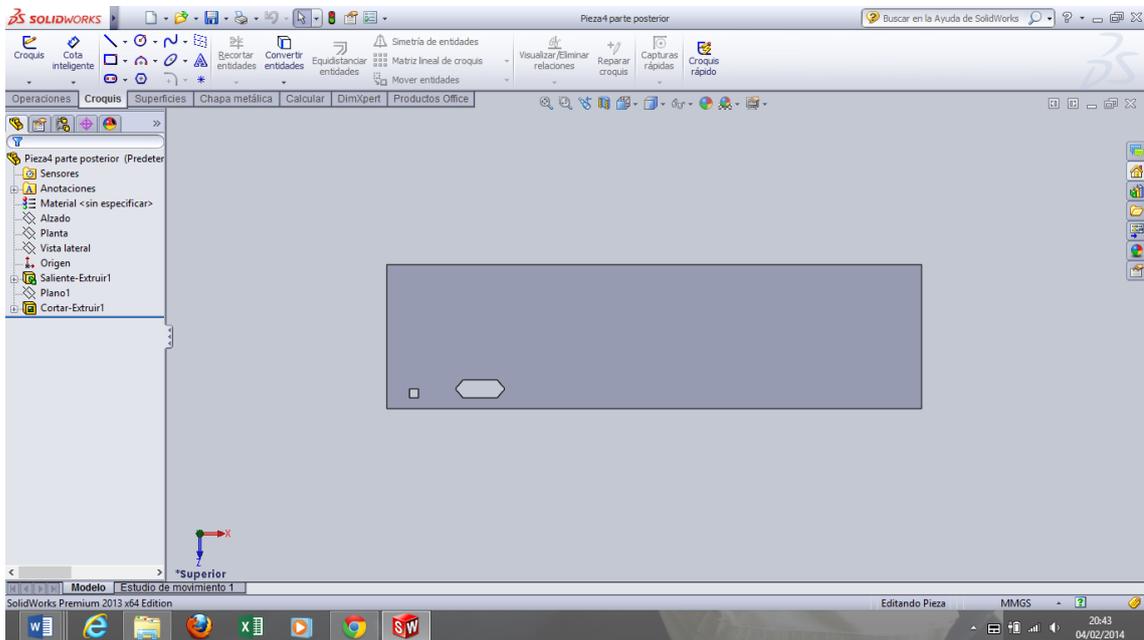
Figura 32. Parte superior e inferior



Fuente: Autores

### 3. Parte posterior.

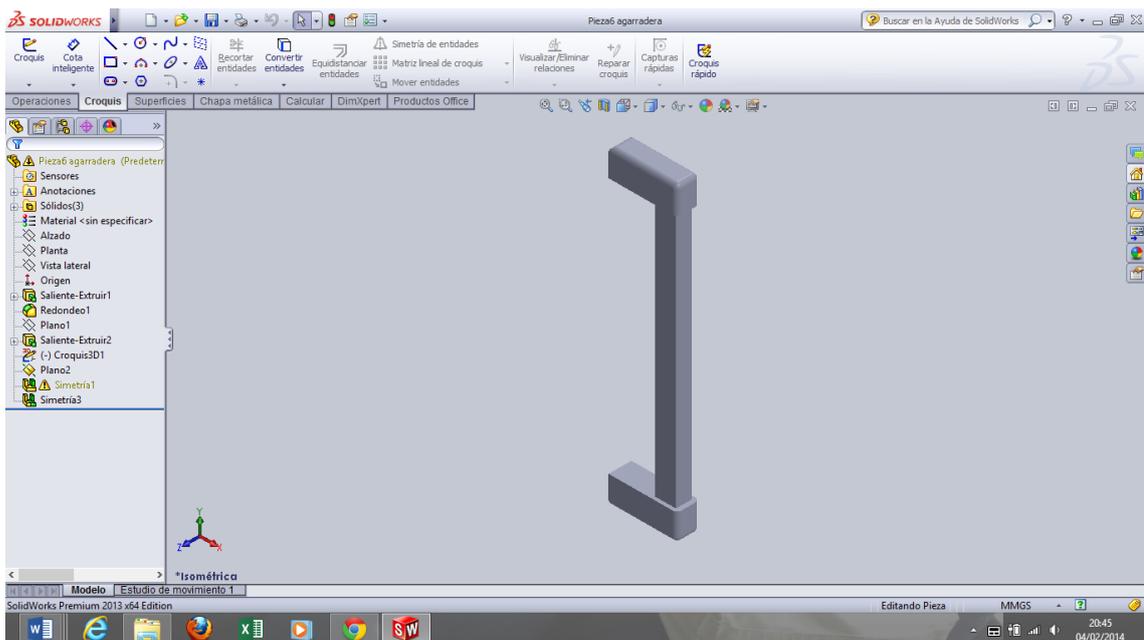
Figura 33. Parte posterior



Fuente: Autores

### 4. Agarradera.

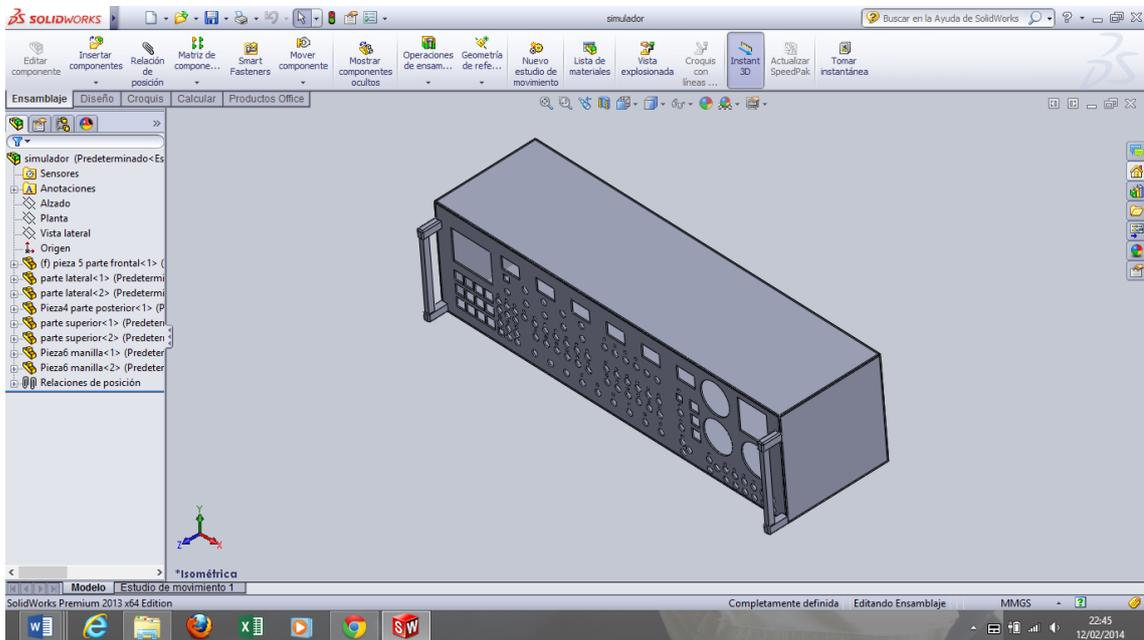
Figura 34. Agarradera



Fuente: Autores

5. Equipo completado.

Figura 35. Equipo completo



Fuente: Autores

6. Construcción de la carcasa en MDF, es con las medidas de nuestro programa SolidWorks empezamos a medir una por una.

Figura 36. Parte inferior y superior en MDF



Fuente: Autores

7. Cortamos con precaución para evitar errores de tolerancias.

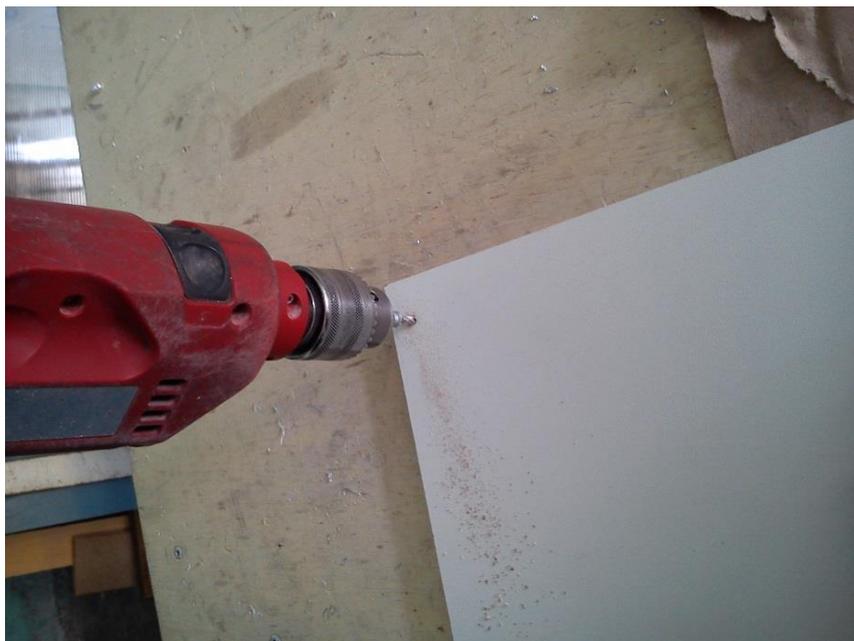
Figura 37. Corte del MDF



Fuente: Autores

8. Con un taladro perforamos todas las partes cortadas del MDF.

Figura 38. Perforación de las partes cortadas de MDF



Fuente: Autores

9. En la parte superior e inferior hacemos 6 huecos.

Figura 39. Parte inferior y superior perforada



Fuente: Autores

10. Igual en la parte lateral empezamos hacer los respectivos huecos en total son cuadro.

Figura 40. Parte lateral perforada



Fuente: Autores

**11.** Realizamos la respectiva unión con la parte inferior y los costados, esto se lo realiza remachando.

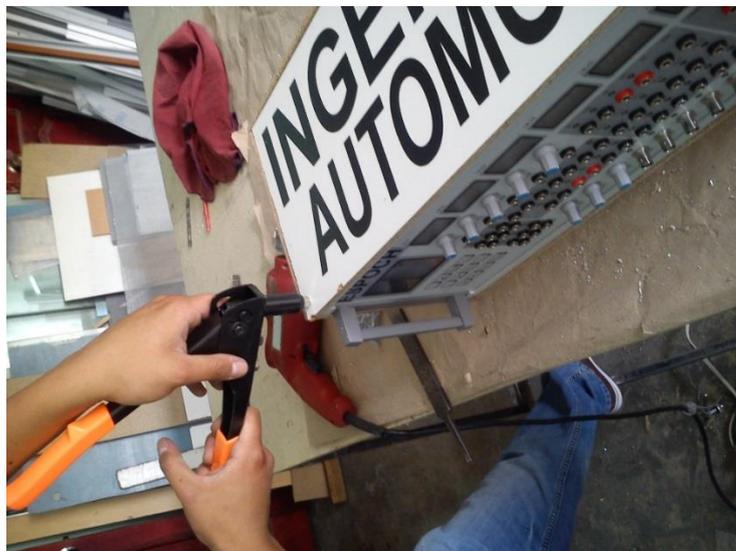
Figura 41. Remachada parte inferior



Fuente: Autores

**12.** Finalmente con la parte frontal cuadrando de mejor manera con la parte superior, damos la respectiva forma a nuestra carcasa del simulador, y seguimos con el mismo procedimiento de remachar.

Figura 42. Parte frontal remachada



Fuente: Autores

13. Para mayor seguridad y estética empezamos a cubrir con una cinta de vinil.

Figura 43. Cubertura del simulador



Fuente: Autores

14. Observa en la figura que la carcasa está diseñada para incluir la fuente y transformador y todas las conexiones que requiere el banco con la placa de control para su comodidad y no confundirse al momento de realizar la manipulación del montaje de los diferentes elementos electrónicos del simulador, y así tenemos nuestro simulador construido en su totalidad.

Figura 44. Simulador construido en su totalidad



Fuente: Autores

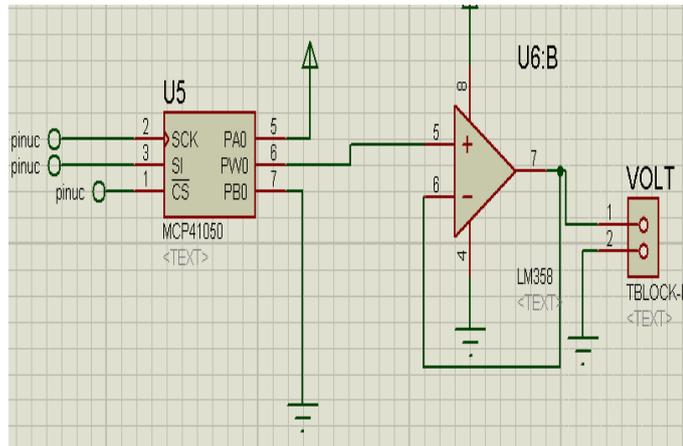
### 3.3 Diseño de la placa de control

#### Diseño de los circuitos

A continuación tenemos los circuitos diseñados de los sensores CTS, TPS, MAF MAP, O2, CKP y de los actuadores como son bobinas, inyectores, IAC, basado en la función que desempeña cada componente en el vehículo, que se estudió en el segundo capítulo, en el software Proteus-isis profesional.

#### Diseño del circuito del sensor CTS

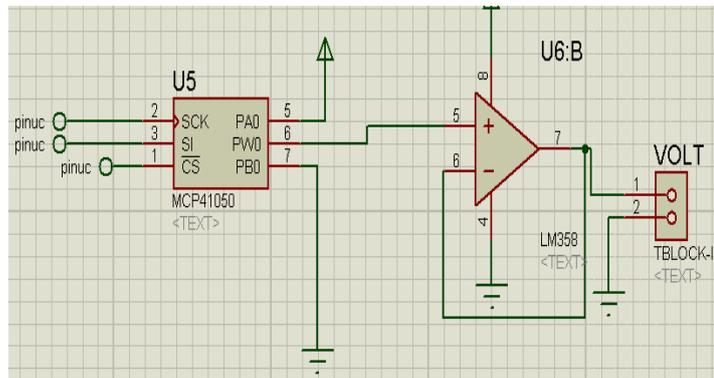
Figura 45. Circuito sensor CTS



Fuente: Software Proteus

#### Diseño del circuito del sensor TPS

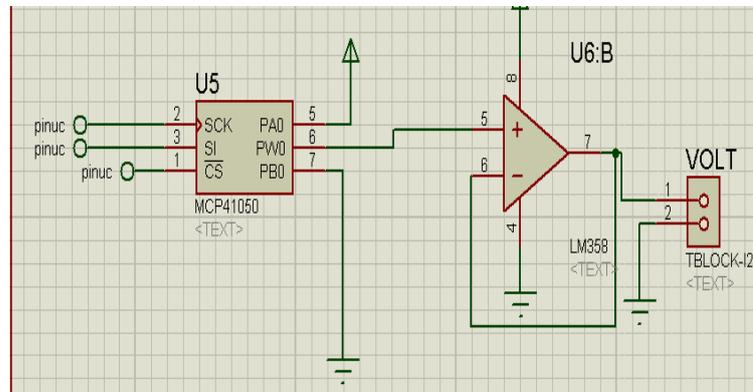
Figura 46. Circuito del sensor TPS



Fuente: Software Proteus

## Diseño del circuito del sensor MAP

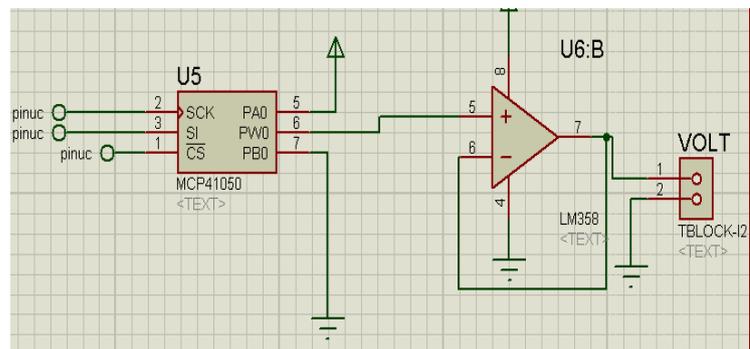
Figura 47. Circuito del sensor MAP



Fuente: Software Proteus

## Diseño del circuito del sensor MAF

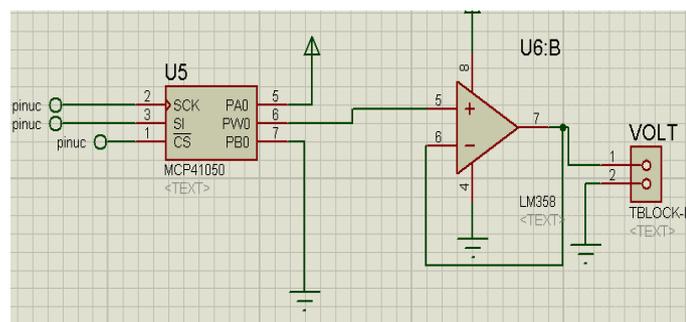
Figura 48. Circuito del sensor MAF



Fuente: Software Proteus

## Diseño del circuito del sensor O2

Figura 49. Circuito del sensor O2

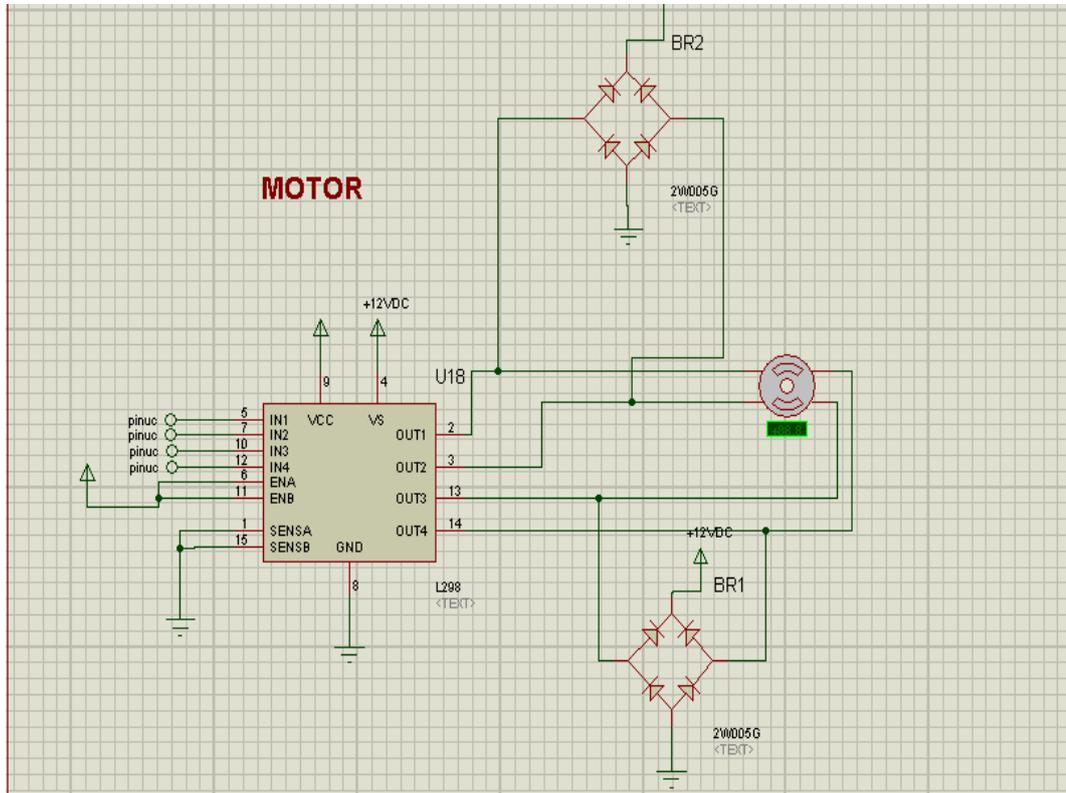


Fuente: Software Proteus



## Diseño del circuito de la válvula IAC o motor paso a paso

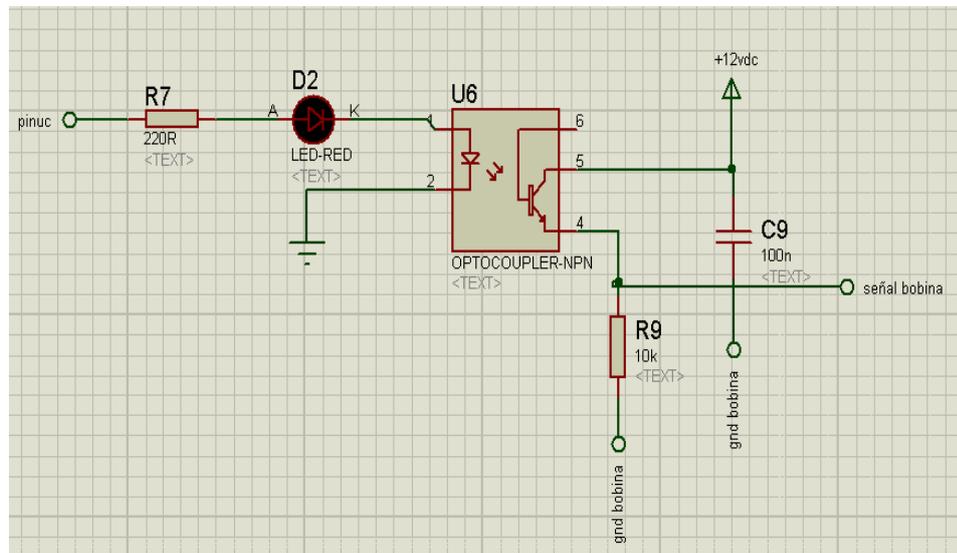
Figura 52. Circuito de la válvula IAC



Fuente: Software Proteus

## Diseño del circuito de la bomba de combustible

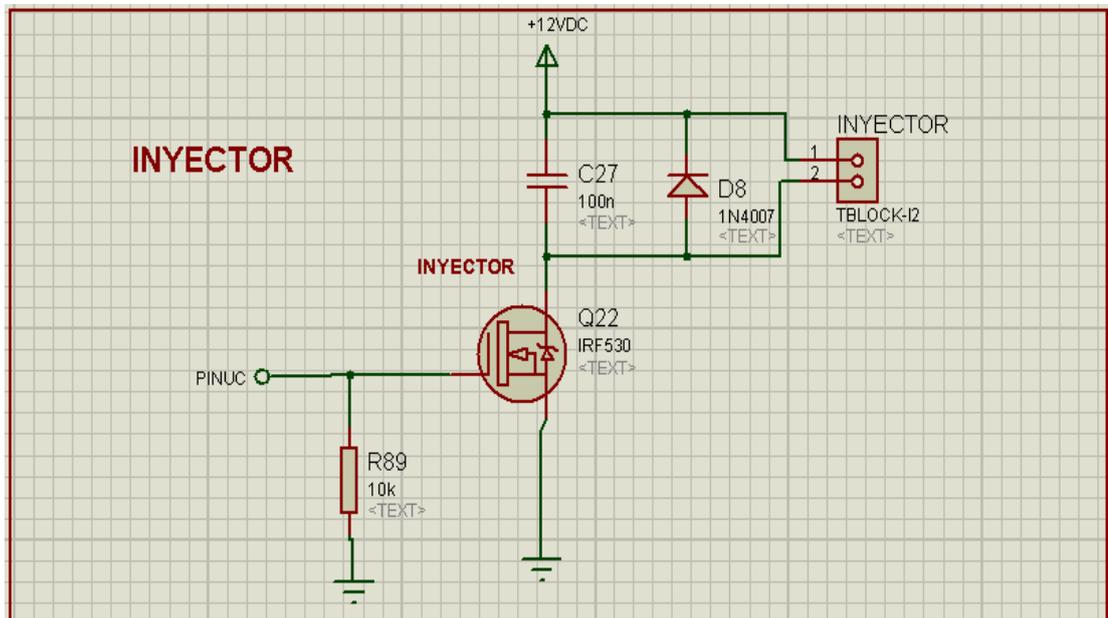
Figura 53. Circuito de la bomba de combustible



Fuente: Software Proteus

## Diseño del circuito del inyector

Figura 54. Circuito del inyector



Fuente: Software Proteus

### Tamaño de la placa:

Teniendo armado el prototipo nos da una idea del tamaño que debemos hacer la placa, tomando en cuenta que los componentes queden bien distribuidos, de preferencia en forma paralela o perpendicular a los bordes de la placa.

Una forma sencilla para la disposición de los componentes, consiste en seguir aproximadamente la misma distribución que presenta el diagrama esquemático.

### Dibujo de la placa:

Hacemos un borrador de la placa con un tamaño mayor que el que va a tener (en el caso de amplificadores, dejar los terminales de entrada en un extremo y los de salida en el otro). Usar papel cuadriculado para que se facilite el diseño.

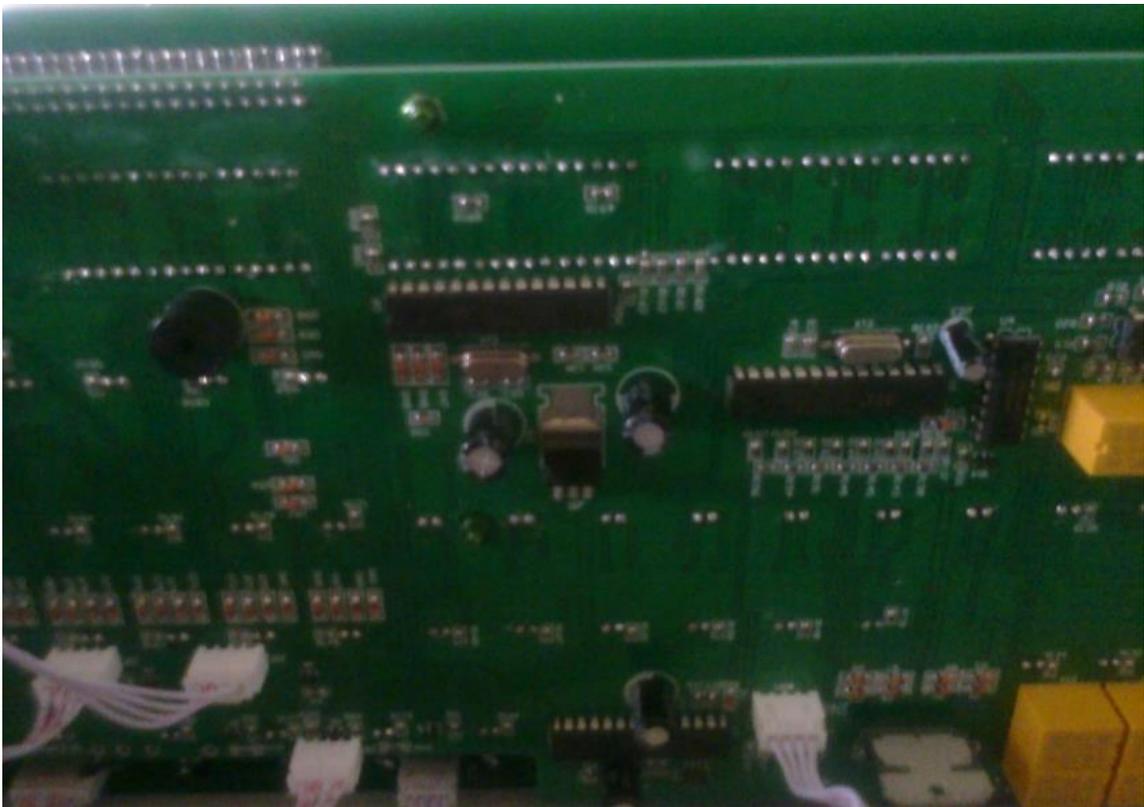
Es importante tomar en cuenta que los componentes quedarán al otro lado de la placa, dando un acabado sencillo, y un diseño acorde a nuestras necesidades.

### **Copia del diseño sobre la placa:**

Hecho todo lo descrito en la primera parte, ahora nos toca trasladar el diseño al lado metálico de la placa, existen varios métodos, por ejemplo, marcar la placa colocando el diseño de papel sobre la placa y marcarlo con un punzón metálico, o bien, el que utiliza un negativo y un proceso fotográfico de sensibilización y revelado de la superficie de cobre.

### **Placa construida**

Figura 55. Placa construida

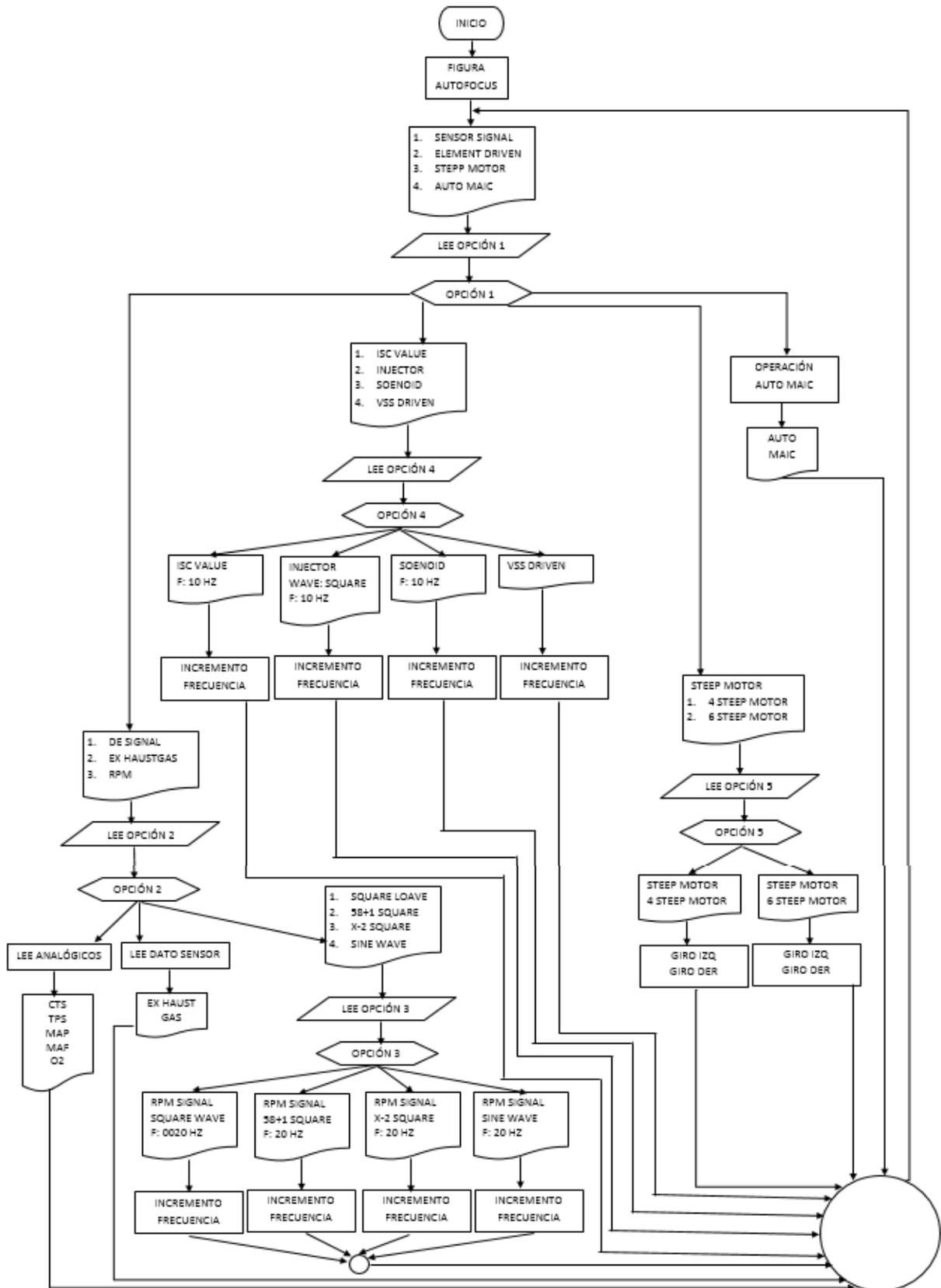


Fuente: Software Proteus

### **3.4 Diagrama de flujo y de bloques**

En el diagrama de flujo representaremos gráficamente el algoritmo o proceso de nuestro simulador, mientras en el diagrama de bloques representamos gráficamente el funcionamiento interno de nuestro sistema.

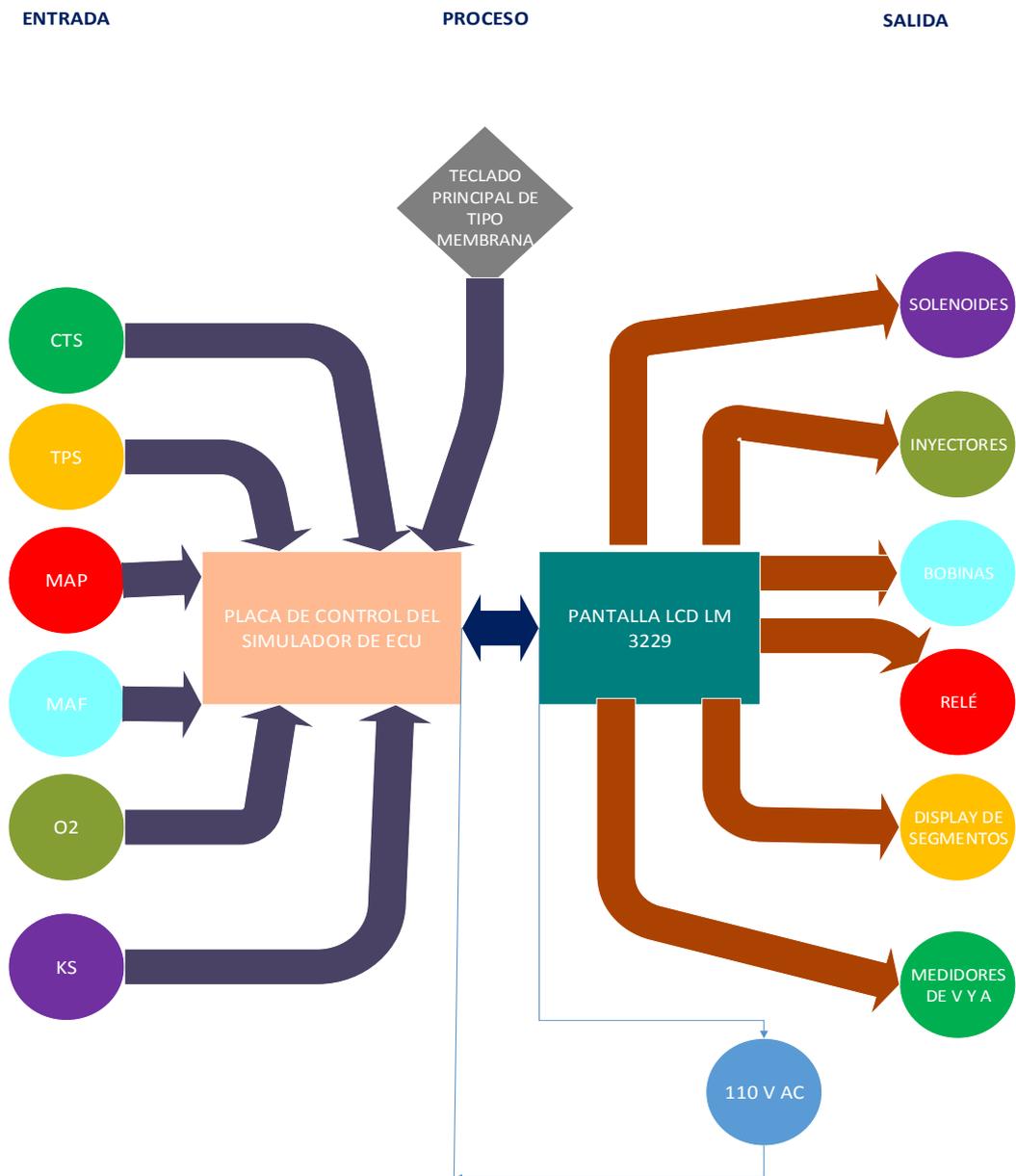
Figura 56. Diagrama de flujo



Fuente: Autores

## Diagrama de bloques

Figura 57. Diagrama de bloques



Fuente: Autores

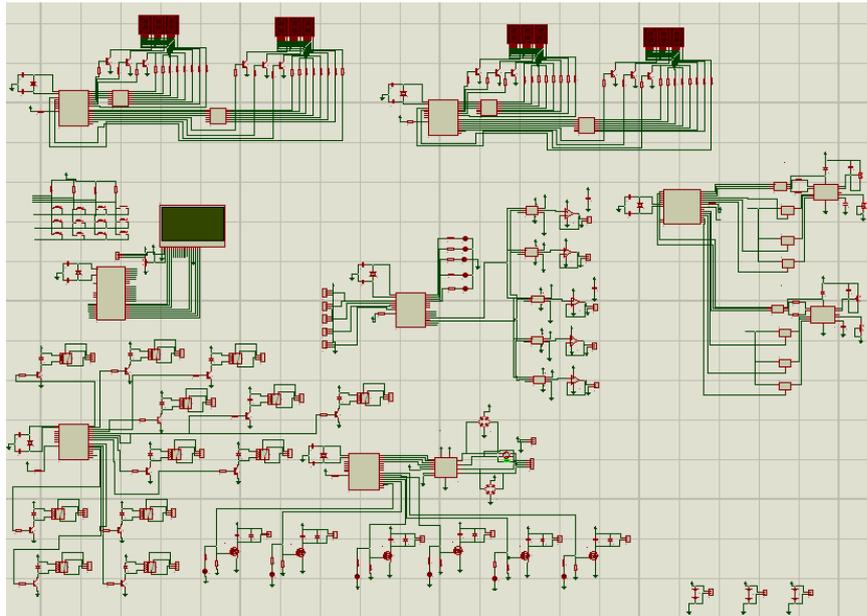
### 3.5 Placa de alimentación

El diseño del circuito impreso de la tarjeta del simulador se lo realizó en el software Proteus-Isis Profesional.

Es un paquete electrónico que ayuda a diseñar el circuito esquemático para luego obtener el circuito impreso con la característica de auto ruteo.

En el diagrama se puede observar el circuito diseñado para nuestro objetivo realizado en el programa Proteus-Isis Profesional.

Figura 58. Diagrama eléctrico



Fuente: Software Proteus

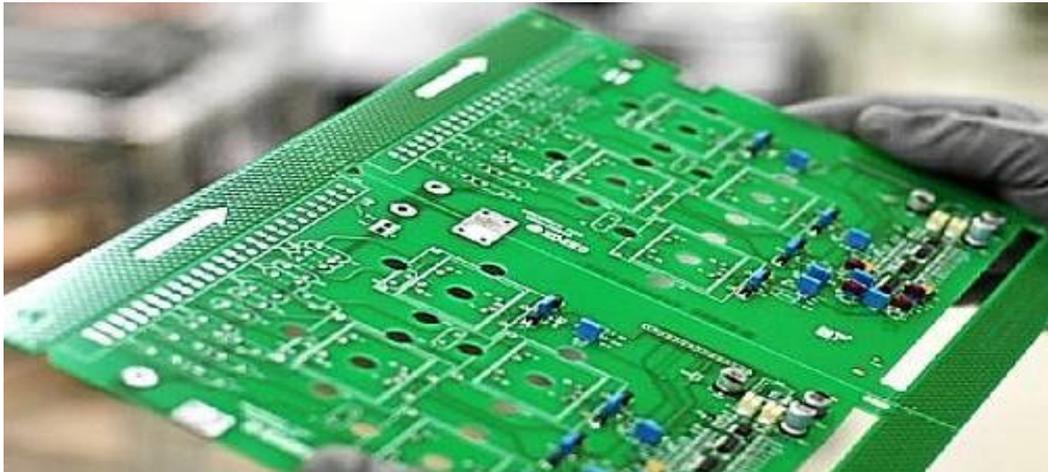
Luego de realizar el respectivo diagrama en el programa Proteus-Isis Profesional se obtiene los diseños de los circuitos tanto frontal como posterior.

Figura 59. Diagrama frontal de la tarjeta



Fuente: Autores

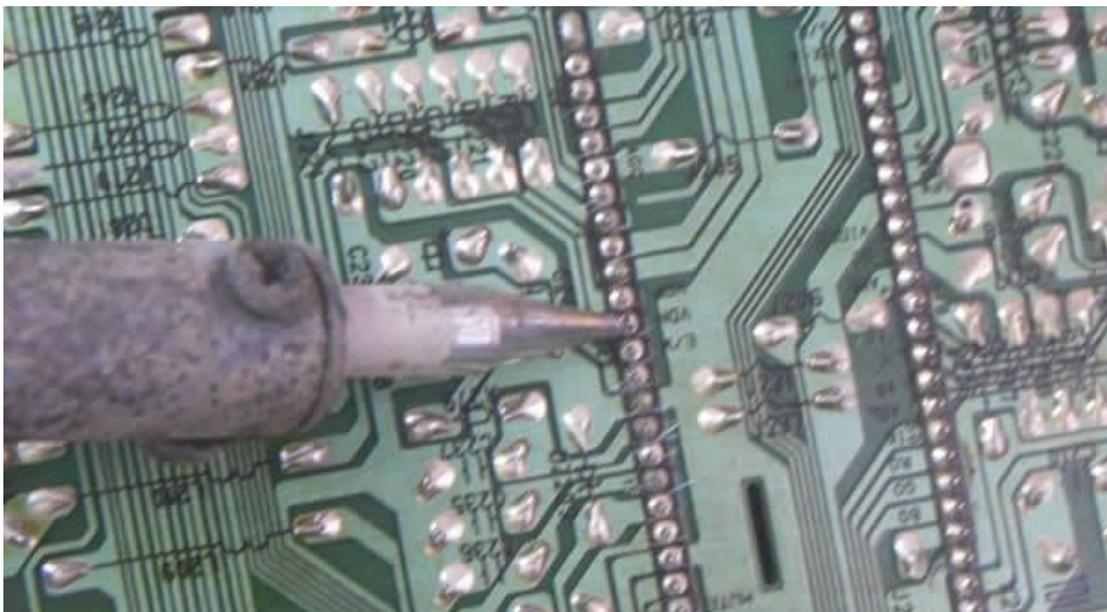
Figura 60. Diagrama posterior de la placa



Fuente: Autores

### **Impresión de los diagramas en la placa.**

Figura 61. Impresión de los diagramas



Fuente: Autores

Observamos en la figura que la estructura de la tarjeta electrónica está diseñada para ensamblar sobre la misma todos los componentes eléctricos-electrónicos que simulan los diferentes componentes del sistema de inyección electrónica. Ahorrando un espacio muy considerado al momento de armar cada componente, dando así una forma apropiada y muy segura.

Figura 62. Placa en 3D



Fuente: Software Proteus

### Montaje y acoplamiento de elementos eléctricos – electrónicos

Figura 63. Montaje de los elementos



Fuente: Autores

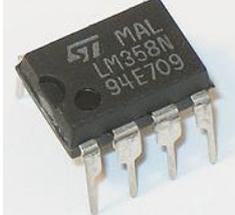
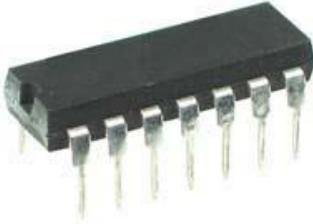
Observamos en la figura que estos son los elementos interactuantes con las ECU una vez que cumpla su ciclo de funcionamiento dependiendo su caso, los mismos que se encargarán de dar el diagnóstico preciso en base a su accionamiento y señales observadas para los diferentes sistemas de las ECU que se encuentren dañados, si así fuera el caso para su respectiva reparación.

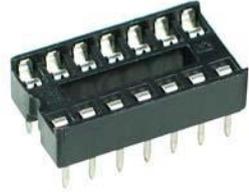
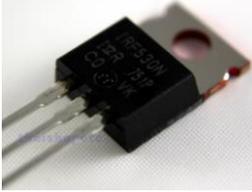
### 3.6 Elementos del simulador

Los elementos que se implementó en el banco simulador son los necesarios para su correcto funcionamiento, algunos elementos fueron que no nos proporcionó el mercado fueron reemplazados por otros elementos similares en su función.

Los elementos son:

Tabla 4. Selección de elementos

<b>Micro controlador 16F876A</b>	 A black integrated circuit (IC) with 40 pins, labeled PIC16F876A-1/SP.
<b>Micro controlador 80C51</b>	 A black integrated circuit (IC) with 40 pins, labeled 80C51AH 0203.
<b>Lm358</b>	 A black integrated circuit (IC) with 8 pins, labeled LM358M.
<b>MCP 41010</b>	 A black integrated circuit (IC) with 10 pins, labeled MCP41010.
<b>ICL 8038</b>	 A black integrated circuit (IC) with 8 pins, labeled ICL8038.

<p><b>ICS14 – socket</b></p>	
<p><b>LCD datasheet lm3229</b></p>	
<p><b>Rele NTE R46-12</b></p>	
<p><b>Diodo LED 1N4007</b></p>	
<p><b>IRF530</b></p>	
<p><b>T block l3</b></p>	
<p><b>Resistencias de 10K, 4K, 220</b></p>	

<p><b>Condensador de 470uf</b></p>	
<p><b>Cristal</b></p>	
<p><b>Transistor 2N3904</b></p>	
<p><b>Teclado tipo membrana</b></p>	
<p><b>Potenciómetros rotatorios</b></p>	

Fuente: <http://www.digikey.com/product-search/es?lang=es&site=us&keywords=>

### 3.7 Selección de elementos

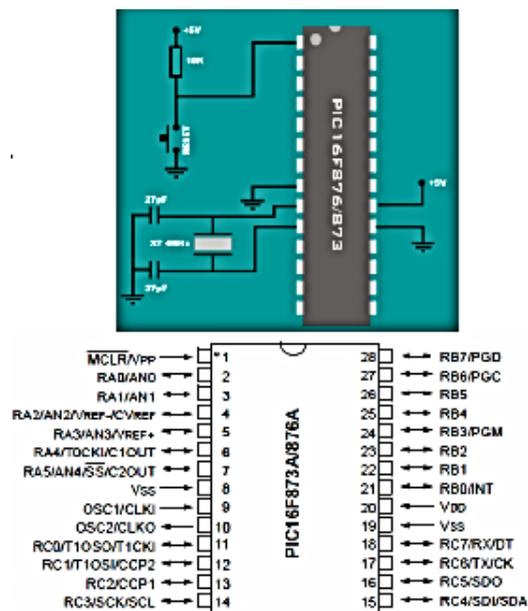
#### Micro controlador 16F876A

Nos centramos en el 16F876A, mismo juego de instrucciones que 16F84A.

- 14,3KB programa, 368B Ram, 256B EEPROM.
- 14 fuentes de interrupción.

- USART, SPI, I2C.
- 2x CCP.
- 2x Timers 8 bits + 1x 16 bits.
- Sólo en los A: 2 comparadores analógicos.
- Puertos E/S: A (6b), B (8b), C (8b).

Figura 64. Micro controlador 16F876A



Fuente: <http://www.bilbaoelectronics.com/8-bit-microcontroladores.html>

### Micro controlador 80C51

Se seleccionó este elemento ya que es el óptimo para cumplir con las condiciones necesarias que necesito nuestro banco.

### Características específicas del 80C51.

El 80C51 contiene las siguientes características:

- 1 CPU de 8 bits como parte central.
- 32 líneas bidireccionales de entrada y salida (4 puertos).

- 128 bytes de memoria Ram.
- 2 Controladores / Timers de 16 bits.
- Estructuras de interrupción con dos niveles de prioridad.
- 1 circuito de reloj.
- 64 Kbytes de espacio para programa.
- 64 Kbytes de espacio para datos.

## Lm358

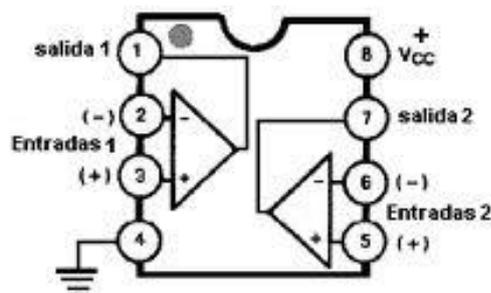
### Características

- Acoplador de impedancia y ganancia de frecuencia.
- Posee una ganancia de 100dB.
- Gran ancho de banda.
- Entre rango de voltaje de modo común incluye tierra.
- El poder desagua adecuado para operación de batería.

### Descripción

Consiste en dos circuitos independientes que se encuentran dentro del encapsulado que compensan la frecuencia del amplificador operacional y cada uno opera como suplemento de poder que operan a diferentes rangos de voltaje, el drenaje es posible también bajo las operaciones de fuerza independientemente de la magnitud del suministro de voltaje, su diagrama es de fácil implementación.

Figura 65. Descripción del Lm358



Fuente: [http://www.ecured.cu/index.php/Circuito\\_integrado\\_LM358](http://www.ecured.cu/index.php/Circuito_integrado_LM358)

## **Aplicación**

- Radio frecuencias.
- Audio frecuencias.
- La generación de pulsos.
- Sensores.

## **Clasificaciones máximas absolutas**

- Voltaje de aprovisionamiento  $V_{cc}$  16 a 32 V.
- Entrada voltaje 3V a 32V.
- El cortocircuito de salida para Gnd es de  $V_{cc} \pm 15V$ .
- Rango de temperatura de operación: 0 a 70°C.
- Rango de almacenamiento de temperatura: -50 a 150°C.

## **Características eléctricas**

- Compensación de entrada de voltaje: típico 2.9 y máximo 7.0 mV.
- Compensación de entrada de corriente típico 5 máximo 50V.
- Oscilación de voltaje de salida ( $R_L$  10k $\Omega$ ) mínima 27 típico 28V.

## **MCP 41010**

El potenciómetro digital single-channel MCP41010 ofrece la resolución 8-bit (256 pasos del limpiador), y una interfaz serial estándar de la industria SPI. La posición del limpiaparabrisas varía linealmente y se controla a través de la interfaz SPI.

Posee un valor de resistencia de 10 k $\Omega$ , características de CA y CC en circulación, y consume <1  $\mu A$  durante el funcionamiento estático. Las solicitudes para el potenciómetro digital incluyen equipos de audio (los controles de tono y volumen), el control de servo-motor, la carga y el control de la batería, las comunicaciones

(adaptación de impedancia de línea), fuentes de alimentación, instrumentación (ganancia, offset ajustar), control de contraste de la pantalla y los filtros programables.

### Características

Interfaz serie compatible SPI, <1uA corriente de espera, 1 LSB DNL, 1 LSB INL

Tabla 5. Interfaz serie compatible

Nombre del parámetro	Valor
Temperatura rango (° C)	-40 A 125
Volátil no volátil /	Volátil
No. de derivaciones	256
Resistencia (ohmios)	10
Número por paquete	1
INL (Máx)	1
DNL (Máx)	1
Interfaz	SPI

Fuente:<http://spanish.alibaba.com/product-gs/new-rohs-mcp41010-e-p1306320484.html>

### ICL 8038

Un circuito integrado muy extendido es el VCO. Se trata de un generador de funciones de precisión. Las siglas, en inglés, que significan: voltaje control LED oscilator.

Un circuito integrado ICL8038 es un generador de funciones con el cual se pueden generar señales con una gran exactitud.

Este Generador de Funciones Integrado ICL 8038 es un circuito integrado monolítico capaz de producir con gran precisión señales senoidales, triangulares y cuadradas, como así también pulsos de anchura variable con un mínimo de componentes externos la frecuencia de oscilación puede ser seleccionada externamente desde 0,001 Hz hasta más de 300 kHz usando resistencias y condensadores adecuados con posibilidad de disponer de modulación de frecuencia y barrido de ésta con una tensión externa de control.

Está fabricado con una avanzada tecnología monolítica, usando diodos de barrera Schottky y resistencias en película fina, siendo estable su salida en un ancho rango de (temperatura) de trabajo y variaciones de tensión de entrada.

### **Características eléctricas específicas**

- Forma de onda: senoidal, triangular y cuadrada.
- Distorsión de la onda senoidal: < 1 %.
- Linealidad onda triangular: < 0,5%.
- Frecuencia de trabajo: 1Hz a 100kHz.
- Amplitud de salida variable hasta: 5V.
- Tren de impulsos: con control externo.
- Temperatura de trabajo: 10°C a 45°C.
- Protección cortocircuitos de salida.
- Alimentación desde la red (220 V).
- Caja metálica sí, apantallada.

### **ICS14 – socket**

Tabla 6. Especificaciones

<b>Especificación</b>	<b>Valor</b>
Tipo de producto	IC-socket
Serie fabricante	LP
Género de los contactos	mujeres
Número de contactos	14
Montaje	a través del agujero
Número de filas	2
Contacto estilo	Stamped

Fuente: <https://www.futurlec.com/Socket/ICS14pr.shtml>

Tabla 7. Especificaciones

Especificación	Valor
Fila línea central (pulgadas)	0.3
Estilo de montaje	recta
Tipo de terminación	soldadura
Perfil de vivienda	perfil bajo
Tipo de dispositivo Used On	DIP14

Fuente: <https://www.futurlec.com/sockets/ICS14pr.shtml>

### LCD Datasheet Im3229

Las aplicaciones de los módulos LCD son infinitas ya que podrán ser aplicados en la informática, comunicaciones, telefonía, instrumentación, robótica, automóviles, equipos industriales, etc. Todo queda a su imaginación la gran cantidad de aplicaciones que tiene un módulo LCD.

- Altura del carácter definida por dos variables: Alto de cada punto que conforma la matriz y longitud de separación entre cada punto que conforma la matriz.
- Ancho del Carácter definido por dos variables: Ancho de cada punto que conforma la matriz y longitud de separación entre cada punto que conforma la matriz.
- Calidad gráfica del carácter (A mayor cantidad de puntos dentro de la matriz, mayor será la calidad visual del carácter presentado por el modulo LCD).

Los pines de conexión de un módulo LCD han sido estandarizados por lo cual en la mayoría de ellos son exactamente iguales siempre y cuando la línea de caracteres no sobrepase los ochenta caracteres por línea. Por otro lado es de suma importancia localizar exactamente cuál es el pin Numero 1 ya que en algunos módulos se encuentra hacia la izquierda y en otros módulos se encuentra a la derecha.

Tabla 8. Identificación de los pines de conexión de un módulo LCD

Pin N-.	Sismología	Nivel	I/O	Función
1	VSS	-	-	0 Vlts. Tierra (GND).
2	VCC	-	-	+ 5 Vlts. DC.
3	Vee = Vc	-	-	Ajuste del Contraste.
4	RS	0/1	I	0= Escribir en el modulo LCD. 1= Leer del modulo LCD
5	R/W	0/1	I	0= Entrada de una Instrucción. 1= Entrada de un dato.
6	E	1	I	Habilitación del modulo LCD
7	DB0	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 1 (LSB).
8	DB1	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 2
9	DB2	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 3
10	DB3	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 4
11	DB4	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 5
12	DB5	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 6
13	DB6	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 7
14	DB7	0/1	I/O	BUS DE DATO LINEA 8 (MSB).
15	A	-	-	LED (+) Back Light
16	K	-	-	LED (-) Back Light.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos11/infinc/infinc.shtml>

## Relé NTE R46-12

Características más importantes del relé:

- Resistencia de la bobina: 100Ω.
- Voltaje de la bobina: 6 VDC.
- Configuración de los contactos: SPDT.
- Corriente de contacto: 12 A.
- Contacto voltaje VAC: 120 V.
- Contacto tensión VDC: 30 V.
- Gama de productos: NTE ELECTRONICS - Serie R46.
- Relé de montaje: ThroughHole.
- SVHC: A tener en cuenta.

## **Diodo LED 1N4007**

### **Descripción**

Un diodo rectificador, es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él, en un solo sentido.

### **Especificaciones**

- Diodo, Estándar, 1 A, 1 kV.
- Tipo de diodo: estándar.
- Diodo configuración: simple.
- Voltaje máx: 1 Kv.
- Corriente: 1 A.
- Voltaje máx VF: 1.1 V.
- Sobretensión máx IFSM actual: 30 A.
- Encapsulado DO-41.

## **IRF530**

Número de Parte: IRF530.

Tipo de FET: MOSFET.

Polaridad de transistor: N.

### **Especificaciones máximas**

- Disipación total del dispositivo: 90.
- Tensión drenaje-fuente: 100A.
- Tensión compuerta-fuente: 20A.
- Corriente continua de drenaje: 16V.
- Temperatura operativa máxima: 175°C.
- Temperatura mínima: -10°C.

## Características eléctricas

Tiempo de elevación:

- Conductancia de drenaje-sustrato: 900 pF.
- Resistencia drenaje-fuente RDS: 0.16Ω.
- Empaquetado / Estuche: TO220.

## Resistencias de 10K, 4K, 220k

Se denomina resistor o bien resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico.

En el propio argot eléctrico y electrónico, son conocidos simplemente como resistencias. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule.

Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente. La corriente máxima en un resistor viene condicionada por la máxima potencia que pueda disipar su cuerpo.

Tabla 9. Independencia de la temperatura

<b>Metal</b>	<b>Resistividad relativa (CU = 1)</b>	<b>Coef. temperatura A (20° C)</b>
Aluminio	1.63	+ 0.004
Cobre	1.00	+ 0.0039
Constantan	28.45	± 0.0000022
Karma	77.10	± 0.0000002
Manganina	26.20	± 0.0000002
Cromo-Níquel	65.00	± 0.0004
Plata	0.94	+ 0.0038

Fuente: [http://www.lcardaba.com/articles/R\\_tipos/R\\_tipos.htm](http://www.lcardaba.com/articles/R_tipos/R_tipos.htm)

## **Cristal**

Es un oscilador electrónico circuito que utiliza la resonancia mecánica de un cristal que vibra de material piezoeléctrico para crear una señal eléctrica con una frecuencia muy precisa.

Esta frecuencia se utiliza comúnmente para mantener un registro de tiempo (como en de cuarzo relojes pulsera), para proporcionar una solución estable de la señal del reloj para circuitos integrados digitales, y para estabilizar las frecuencias de radio para transmisores y receptores. El tipo más común de resonador piezoeléctrico utilizado es el cristal de cuarzo.

## **Condensador 470, 100, 220, 110 $\mu$ f**

### **Capacitores para fuentes de alimentación**

Los capacitores electrolíticos de aluminio están diseñados especialmente para aplicaciones en fuentes de alimentación con bajas pérdidas y que requieren un alto producto. Estos capacitores cuentan con una válvula de seguridad para casos de sobretensión.

#### **Características:**

- Operan hasta 105°C.
- Larga vida.
- Costo accesible.

#### **Especificaciones:**

- Temperatura de trabajo: -40°C a 105°C.
- Rango de voltaje de trabajo: 10 Vcc a 100 Vcc.
- Tolerancia: 20 %.

## 470 $\mu$ F:

Tabla 10. Tipo de condensador

Tipo de condensador	Electrolítico
Capacidad	470 $\mu$ F
Tensión de trabajo	25V
Dimensiones de cuerpo	Ø10 x 12.5mm

Fuente: <http://es.radioshack.com/product/index.jsp?productId=12460925>

## 100 $\mu$ F:

Tabla 11. Tipo de condensador

Tipo de condensador	Electrolítico
Montaje	THT
Capacidad	100 $\mu$ F
Tensión de trabajo	16V
Dimensiones de cuerpo	Ø5 x 11mm
Ráster de terminales	2mm
Tolerancia	$\pm$ 20%
Tiempo de vida	2000h
Temperatura de trabajo	-25 a 105°C

Fuente: [http://www.electronicaembajadores.com/datos/pdf1/co/coel/daewoo\\_rmu.pdf](http://www.electronicaembajadores.com/datos/pdf1/co/coel/daewoo_rmu.pdf)

## Transistor 2N3904

### Descripción:

Es un transistor de unión bipolar de mediana potencia, destinado para propósito general en amplificación y conmutación, construido con semiconductor de silicio en diferentes formatos como TO-92, SOT-23 y SOT-223.

Puede amplificar pequeñas corrientes a tensiones pequeñas o medias y trabajar a frecuencias medianamente altas.

### Características:

- Voltaje colector emisor en corte 40V.
- Corriente de colector constante 200mA.

- Potencia total disipada 625mW.
- Frecuencia de trabajo 300 mHz.
- Estructura NPN.
- Su complementario PNP es el transistor 2N3906.

### **Teclado tipo membrana**

Los teclados de membrana están contruidos con dos láminas (membranas) plásticas y delgadas, con pistas conductoras grabadas en la cara interior, y una tercera membrana de separación, agujereada en las zonas en las que va una tecla. Cuando se hace presión sobre ellas, se tocan, pasando la electricidad de una a otra, con lo cual se puede saber que tecla está pulsada.

Los teclados de membrana sufren bastante con el uso; por ello, los ordenadores actuales ya no los incorporan. Fueron muy usados en el pasado.

Su tecnología se basa en membranas delgadas que conducen la señal al presionar una tecla.

### **Características generales**

La construcción de teclados tipo membrana ha alcanzado una difusión enorme para las más diversas aplicaciones en todo tipo de equipos, en especial cuando el teclado cumple funciones de comando o de entrada de datos.

### **Las ventajas principales son:**

- Facilidad para combinar estéticamente la presentación gráfica y la funcionalidad de las teclas, integrando además displays y señalización luminosa.
- Posibilidad de uso en ambientes agresivos, ya que la hermeticidad de este tipo de construcción permite una larga vida de los contactos.
- Gráfica inalterable, pues se imprime en el reverso del material del frente.

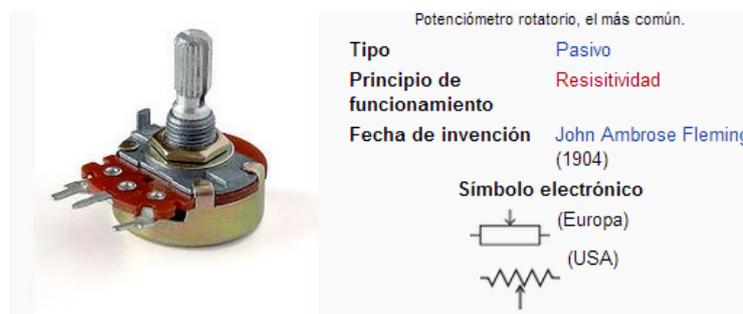
- Ahorro de espacio ya que un teclado a membrana está contenido en una estructura de apenas 1 mm de espesor.
- Facilidad de montaje, pues los teclados son autoadhesivos y se conectan insertando su cable plano impreso en un conector adecuado.
- Adaptabilidad a los requerimientos más diversos, ya que se ofrecen diversas variantes constructivas y distintos tipos de materiales.
- Ahorro en costos, tanto en el teclado, como en el hecho de integrar en una sola unidad todo el frente de un equipo y, además, en el mínimo tiempo de montaje y conexión.

### Potenciómetros rotatorios

Un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.

Normalmente, los potenciómetros se utilizan en circuitos de poca corriente. Para circuitos de corrientes mayores, se utilizan los reóstatos, que pueden disipar más potencia.

Figura 66. Potenciómetro rotativo



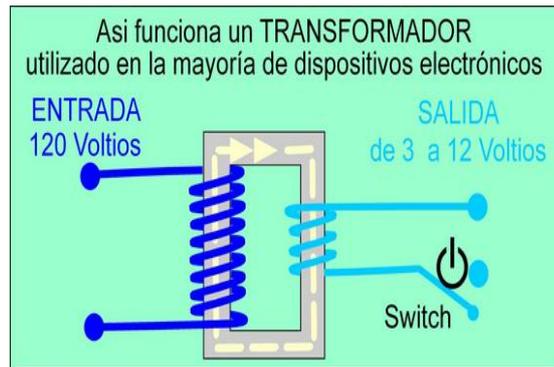
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro>

- Potenciómetros de mando. Son adecuados para su uso como elemento de control en los aparatos electrónicos. El usuario acciona sobre ellos para variar los parámetros normales de funcionamiento. Por ejemplo, el volumen de una radio.

- Potenciómetros rotatorios. Se controlan girando su eje. Son los más habituales pues son de larga duración y ocupan poco espacio.

### Transformadores con faja o brida

Figura 67. Transformadores con faja o brida

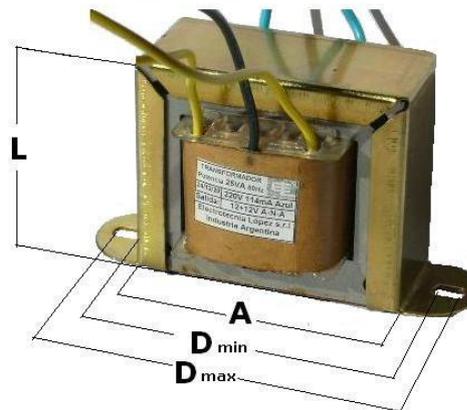


Fuente: <http://electrotecnialopez.com/web2009/TrafosCFajas.aspx>

La faja o brida metálica son una económica solución para sujetar al transformador, y en algunos tamaños la única forma de fijarlos.

Tener en cuenta las fajas o bridas metálicas no se fabrican para todos los tamaños de núcleos.

Figura 68. Transformador



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

Dimensiones y tipos de núcleo para transformadores con faja o brida.

Tabla 12. Dimensiones y tipos de núcleo

Orden	Núcleo	L	A	P	Dmin	Dmáx
1	37x10	29.00	35.00	27.00	40.00	48.00
2	37x13	29.00	35.00	30.00	40.00	48.00
3	25x12,5	35.50	41.50	30.00	52.00	63.00
4	25x17	35.50	41.50	33.00	52.00	63.00
5	62x16	40.00	48.00	34.00	56.00	68.00
6	62x20	40.00	48.00	40.00	56.00	68.00
7	62x28	40.00	48.00	46.00	56.00	68.00
8	62x40	40.00	48.00	56.00	56.00	68.00
9	62x47	40.00	48.00	62.00	56.00	68.00
10	62x52	40.00	48.00	69.00	56.00	68.00
11	62x85	40.00	48.00	99.00	56.00	68.00
12	75x20	47.50	57.00	39.00	65.00	79.00
13	75x25	47.50	57.00	45.00	65.00	79.00
14	75x26	47.50	57.00	47.00	65.00	79.00
15	75x35	47.50	57.00	56.00	65.00	79.00

Fuente: <http://electrotecnialopez.com/web2009/TrafosCFajas.aspx>

### 3.8 Entradas de sensores

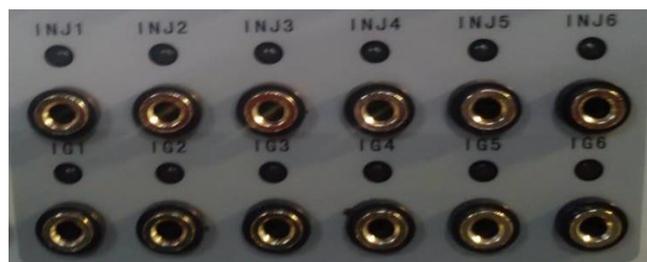
Figura 69. Entradas de sensores



Fuente: Autores

### 3.9 Entradas de actuadores

Figura 70. Entradas de actuadores



Fuente: Autores

### 3.10 Puerto de salida KS1 y KS2

Los puertos de salida KS1 y KS2 nos sirven para simular los sensores de golpeteo o vibración de los pistones.

Figura 71. Entradas de sensores KS1 y KS2



Fuente: Autores

El Sensor de Detonación o Knock Sensor convierte el "ruido" generado por la combustión del motor en una señal eléctrica alterna AC que varía la frecuencia y magnitud de acuerdo a la variación de Revoluciones del motor.

Figura 72. Sensor de detonación

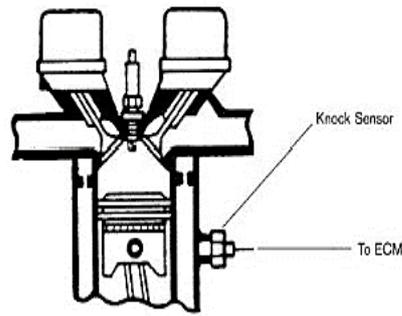


Fuente: <http://infoautomotriz.blogspot.com/>

### Ubicación

El Knock Sensor siempre está ubicado en una de las siguientes partes: Block del Motor, Cabeza de los cilindros, y en el Manifold de entrada.

Figura 73. Ubicación sensor de detonación

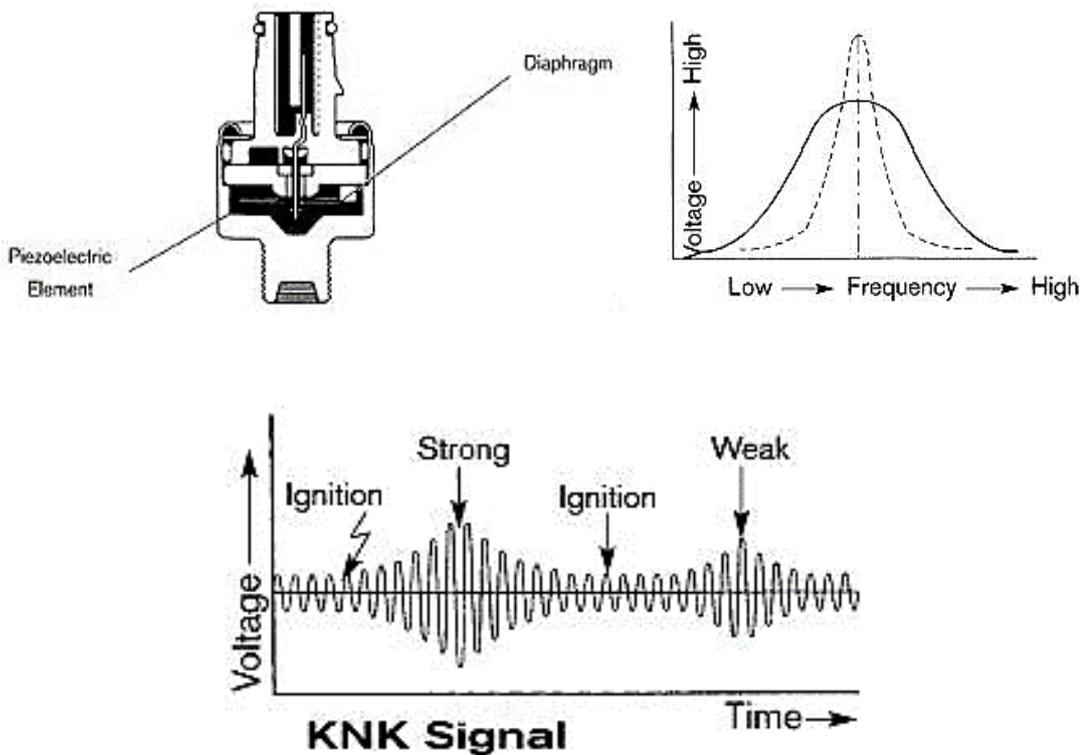


Fuente: <http://infoautomotriz.blogspot.com>

### Principio de operación.

Su principio de operación está basado en la capacidad de un elemento piezoeléctrico de convertir las vibraciones en señal eléctrica (y viceversa), de esta manera el sensor colocado en un lugar específico producirá una señal de voltaje AC. Cabe señalar que el sensor está diseñado para trabajar al rango de frecuencia específica del motor.

Figura 74. Funcionamiento sensor de detonación



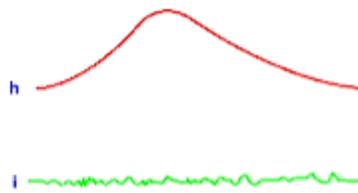
Fuente: <http://infoautomotriz.blogspot.com/>

## Puerto de salida KS1 y KS2

Operación sin golpeteo: La curva (h) en la figura demuestra el cambio en la presión de un cilindro.

El sensor de golpeteo emite una señal (i) que corresponde a la curva (h).

Figura 75. Señal normal del KS

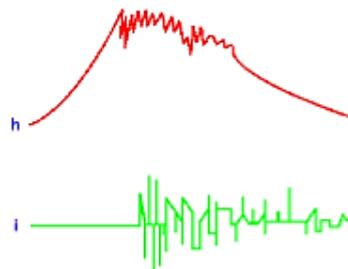


Fuente: <http://infoautomotriz.blogspot.com/>

## Operación con golpeteo

La intensidad y frecuencia de la señal (i) del sensor son mayores, como apreciamos claramente en la figura 76.

Figura 76. Señal con actividad del KS



Fuente: <http://infoautomotriz.blogspot.com/>

### 3.11 Ejes de entrada y salida para transmisiones automáticas

Los transmisores son comúnmente llamados cajas de cambio, especialmente transmisiones de cambios manuales, que funcionan con un embrague. Las transmisiones

manuales y automáticas usan ejes de entrada, los cuales son utilizados para transmitir potencia desde el embrague o el convertidor de torque en transmisiones automáticas, a la caja de velocidades.

Del mismo modo, el eje de salida transmite la potencia desde la transmisión a los diferenciales, impulsando el vehículo. Calcular el diámetro del eje de entrada se logra al medir el eje en el lugar donde es necesaria la medición y requiere el acceso al eje de entrada.

El solenoide de control es un componente esencial del sistema de transmisión. Ayuda a regular el bloqueo del convertidor de torque, el control de la presión y el desplazamiento y la aceleración rápida al pasar las marchas.

Figura 77. Entradas para los solenoides de la transmisión

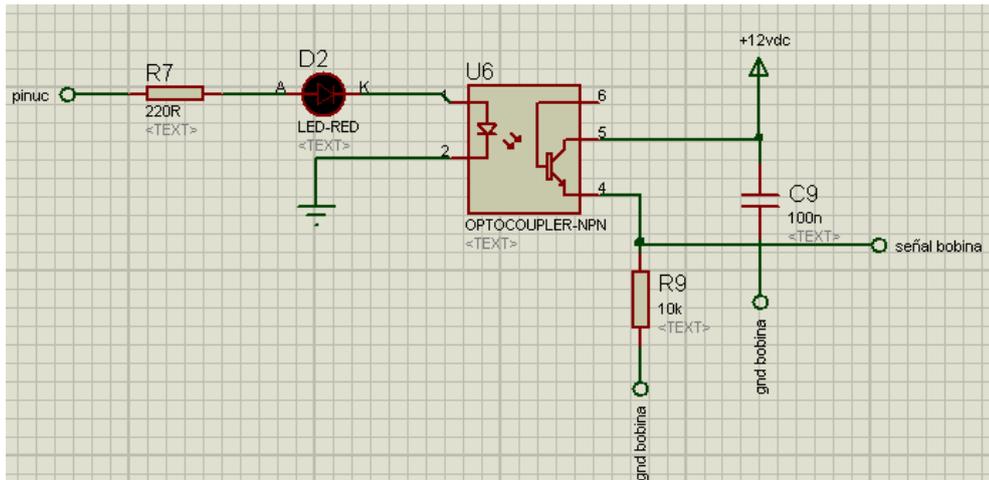


Fuente: Autores

### **Diagrama del circuito**

En la figura 78 observamos el diagrama de los solenoides de la transmisión.

Figura 78. Diagrama de los solenoides de la transmisión



Fuente: Software Proteus

### Caja de solenoides

Hay dos tipos de solenoides (electroimanes): los que realizan algunas o todas las marchas y los que regulan la presión dentro de la caja, y por eso se llaman actuadores.

Los solenoides y los sensores están en contacto directo con el aceite hidráulico.

Figura 79. Caja de Solenoides

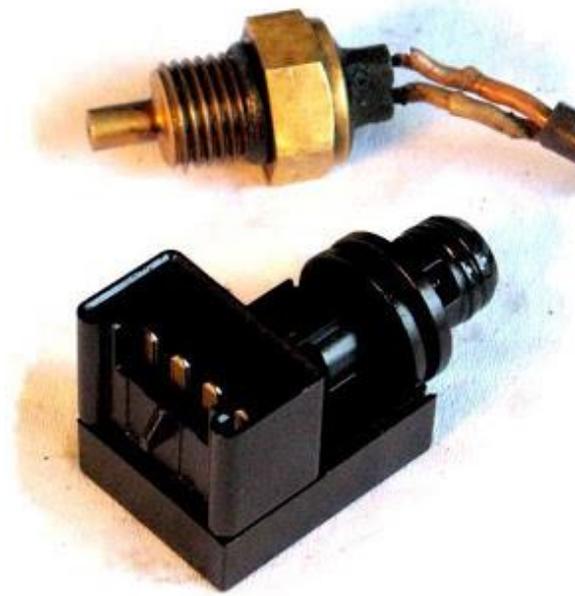


Fuente: <http://miguel-transmisiones-miguel.blogspot.com/>

### Sensor

Hay de velocidad de entrada y de salida y de temperatura. Los sensores informan a la computadora qué tienen que hacer los actuadores (solenoides) en la caja de válvulas.

Figura 80. Sensores de la transmisión automática



Fuente: <http://miguel-transmisiones-miguel.blogspot.com/>

### **3.12 Conductor del módulo de control del soplador**

La señal de simulación de la ECU del vehículo es una herramienta de reparación, con la nueva actualización y más estable en su funcionamiento.

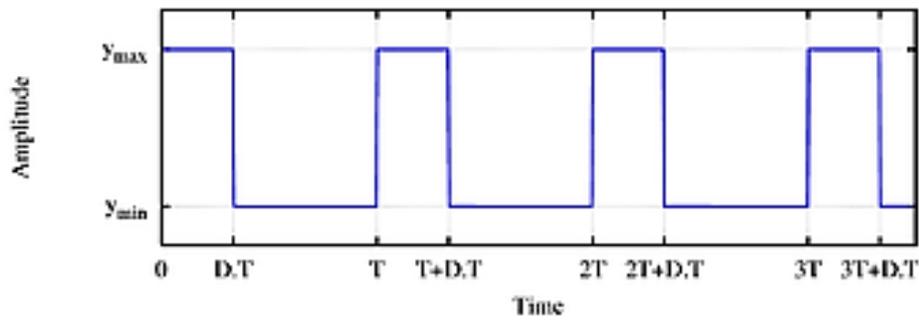
Después de muchos años y de las actualizaciones, ahora nuestro sensor de simulación de señal experto, fija en el equipo con tecnología de avanzada para el taller.

### **3.13 Anchura de pulsos**

El correcto funcionamiento del modelo del modulador en ancho de pulsos (pulse-width modulator), es importante para alcanzar modelos matemáticos y de comportamiento de los sistemas que lo incorporen.

Igualmente estos modelos deben permitir obtener información precisa sobre el contenido de armónicos de la señal modulada y ser fácilmente aplicables en modelos de circuitos eléctricos y electrónicos para saber cómo se comportarán éstos en presencia de las señales moduladas.

Figura 81. Ancho de pulso



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n\\_por\\_ancho\\_de\\_pulsos](http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_ancho_de_pulsos)

### 3.14 Pantalla de datos

El uso de la tecnología es cada vez mayor en la vida cotidiana de las personas. Hoy en día, en cualquier actividad que realiza es muy común que se la pueda realizar con alguna clase de dispositivo tecnológico.

El mundo automotriz no es la excepción a la regla y cada vez se encuentran más utilidades de la tecnología en el mismo. Un claro ejemplo de esto, son los simuladores.

Éstos consisten en una herramienta, que permite al usuario final, ingresar una serie de datos, con las características de la ECU, y esta herramienta a través de una serie de potentes algoritmos matemáticos, calcula los datos que más se adecuan a las necesidades.

Figura 82. Pantalla de datos



Fuente: Autores

### 3.15 Medidor de voltaje

20pcs/lot 85c1- V corriente directa voltímetro 0-50V medidor de voltaje analógico de metro del panel medidor de voltios de clase 2.5 #090925.

Figura 83. Medidor de voltaje



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/20pcs-lot-85c1-V-DC-Voltmeter-Gauge-0-50V-Analog-Voltage-Panel-Meter-Volt-Meter-Class/764673334.html>

#### Especificaciones

- Tipo de pantalla: sólo analógico.
- Temperatura de funcionamiento: -20~50°C.
- Marca: Multímetro de voltaje análoga.
- Tipo de precisión: 2.5.
- Rango de medición: DC 0-50V.
- Dimensiones: 65mm x 56mm.
- Número de modelo: 85c1-V DC 0~50V.
- Número del modelo: 85c1-V.

#### Característica:

- Número de modelo: 85c1.
- Tipo de pantalla: sólo analógica.

- Rango de medición: DC 0-50V.
- Clase de precisión: 2.5.
- Amortiguación de tiempo de respuesta: menos de 4s.
- La temperatura de funcionamiento: 20~50 °C.
- De la forma: rectangular.
- Dimensiones: 65mm x 56mm.

### 3.16 Medidor de amperaje

#### Descripción

85c1 de corriente analógica medidora de panel 30A corriente directa amperímetro.

Figura 84. Medidor de amperaje



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/10pcs-85C1-A-Analog-Current-Panel-Meter-DC-30A-AMP-Ammeter/615154586.html>

Lugar de origen: Guangdong China (Mainland).

Tipo de pantalla: Sólo analógico.

Marca: YS.

Tipo de precisión: 2.5.

Rango de medición: 30A.

Número de modelo: 85C1.

**Pliego de condiciones:**

Tabla 11. Pliego de condiciones

<b>Nombre del producto</b>	<b>Amperímetro analógica</b>
Modelo	85c1
La medición de la gama de amperios	Dc 1-30 <sup>a</sup>
La precisión	Clase 2.5
Medidor de tamaño de la cara( aprox)	6.3 5.5 x 1 cm/2.5" x 2.2" x 0.39"
Tamaño de la rosca	0.37 0.83cm/0.15" x 0.33"
Profundidad total	5.77cm/2.27"
De color	blanco
Peso neto	71g
Contenido del paquete	Un amperímetro analógico
	la instalación de varias piezas

Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/10pcs-85C1-A-Analog-Current-Panel-Meter-DC-30A-AMP-Ammeter/615154586.html>

## **CAPÍTULO IV**

### **4. PRUEBAS Y ENSAYOS**

Para realizar las pruebas y ensayos consiguientes en el banco simulador se contará con un scanner, un osciloscopio, multímetro y una computadora (ECU) de un corsa Opel 1.4.

#### **4.1 Localización de averías**

Los DTC del sistema de comunicaciones CAN se emiten cuando hay un circuito abierto o un cortocircuito en cualquiera de los cables de comunicación. Los problemas tanto en la fuente de alimentación de la ECU o el sensor correspondiente como en la propia ECU o el propio sensor también provocan la emisión de los DTC.

Si un conector del cable de comunicación CAN se desconecta con el interruptor de encendido en posición ON, las ECU del sistema correspondiente y los sistemas relacionados registran un DTC.

Los sistemas (ECU, sensores) que utilizan las comunicaciones CAN varían dependiendo del vehículo y del equipamiento opcional. Compruebe qué sistemas (ECU, sensores) están instalados en el vehículo.

No se visualizan las ECU o los sensores que no estén instalados. No se equivoque y piense que están en el modo de interrupción de la comunicación.

Las ECU y los sensores que aparecen y desaparecen repetidamente de la pantalla durante esta comprobación se consideran normales (La repuesta al intelligent tester y la pantalla del tester se ven afectadas por las señales emitidas desde otras ECU que tienen un circuito abierto en cualquiera de los cables secundarios de CAN).

## 4.2 Métodos para localizar averías

Lo primero que tenemos que hacer es comprobar el funcionamiento del testigo Check Engine de nuestro cuadro:

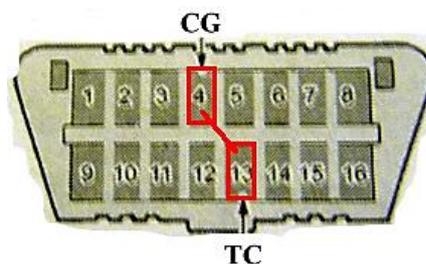
El testigo se debe encender al dar el contacto y con el motor parado. Si el testigo no se enciende, tenemos un problema en nuestro cuadro de instrumentos (se ha podido fundir la bombilla del cuadro).

Cuando arrancamos el motor, el testigo debe apagarse. Si permanece encendido significa que tenemos una avería fija en nuestro sistema. Si el testigo se apaga, no hay avería en ese momento, pero podemos saber si la ECU ha memorizado un fallo en algún momento.

Ahora ya podemos pasar a leer los posibles códigos de fallo. (Modo normal).

- Ponemos el contacto.
- Si tenemos un KZJ90-95 o un KDJ90-95, localizamos el conector de diagnóstico que está en el motor y puenteamos los terminales TE1 y E1 de dicho conector.

Figura 85. Conector DLC3



Fuente: <http://ljaime.com/KZJ90/diagnosis.html>

- Leemos el código del fallo indicado por los parpadeos del testigo Check Engine. Si no existe ninguna avería memorizada, se muestra el siguiente patrón:

Figura. 86. Onda del Testigo Check Engine



Fuente: <http://ljaime.com/KZJ90/diagnosis.html>

- Una vez terminada la lectura de los códigos de fallo, sacamos el puente del conector y quitamos el contacto.

Ahora que ya sabemos el número del código de fallo, tenemos que mirar la lista de fallos para saber cuál es la avería de nuestro coche y que debemos comprobar.

Para borrar la memoria de fallos de la ECU, una vez reparada la avería, basta con desconectar la batería durante al menos 10 segundos.

#### **4.3 Recomendaciones de reparación**

A veces se emiten los DTC del sistema de comunicaciones CAN, pero todos los ECU y sensores conectados al sistema de comunicaciones CAN se visualizan en el intelligent tester. En este caso, los DTC anteriores o antiguos pueden indicar la causa del problema.

Las ECU relacionadas con un problema en el bus de CAN N° 1 almacenan DTC para indicar averías de comunicación. El modo de interrupción de la comunicación en el bus de CAN N° 1 se puede determinar comparando la combinación de DTC que se han fijado.

La ECU principal de la carrocería almacenará los DTC de error de comunicación cuando las ECU conectadas al bus de MS CAN no se puedan comunicar o si se produce una avería en la red.

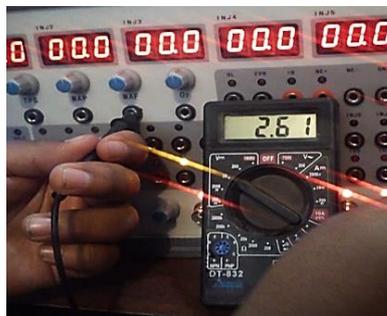
#### 4.4 Medición de componentes

Para la medición de los componentes contamos con un scanner CARMAN SCAN, un osciloscopio de uso automotriz con la finalidad de que sus gráficos sean más exactos y precisos.

De esta manera realizamos la conexión del scanner mediante un interfaz que nos ayuda a conectar el scanner con el banco simulador, que van hacer medidos en amplitud, frecuencia, ciclo útil y ancho del pulso generado por sensores (CKP, WTS, MAP, IAT, HEGO, etc.), actuadores (inyectores, bombas de alimentación, de combustible, IAC) así como diversos dispositivos eléctricos y electrónicos usados en la inyección electrónica de los automóviles actuales.

En este caso se realizara las pruebas en una ECU de un corsa Opel 1.4.

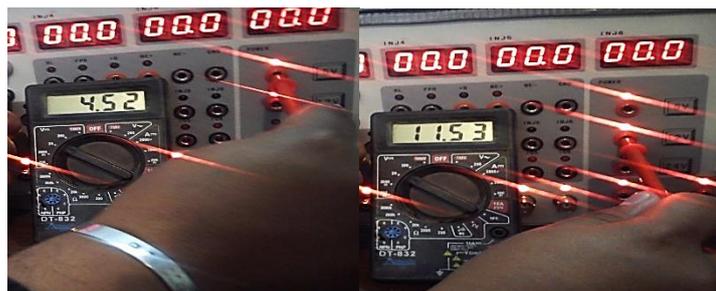
Figura 87. Verificación con el multímetro



Fuente: Autores

Verificación de las fuentes de voltaje de 5V, 12V Y 24V respectivamente.

Figura 88. Comprobación de las fuentes



Fuente: Autores

Continuando con las pruebas de funcionamiento proseguimos a tomar las gráficas características de cada elemento mencionado, para lo cual este scanner presenta una pantalla bien señalizada para varias alternativas de variaciones de parámetros como observamos en la figura.

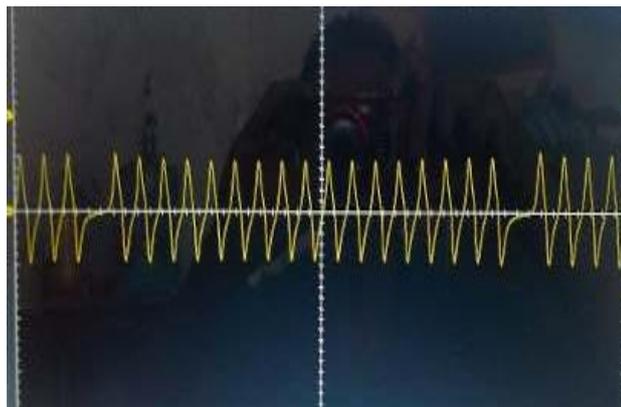
Figura 89. Pantalla de verificación en el scanner



Fuente: Autores

En la figura 89 podemos observar la onda en la pantalla de verificación en el osciloscopio.

Figura 90. Pantalla de verificación en el osciloscopio



Fuente: Autores

Por medio de éstos equipos de diagnóstico se puede realizar correctamente las siguientes mediciones gráficas características de cada elemento impresos desde su pantalla de manejo.

## Sensores

La figura representa un ejemplo de la curva que deseamos obtener del sensor CKP, para así poder realizar las comparaciones de la curva obtenida en el banco.

Figura 91. Del sensor CKP del osciloscopio



Fuente: Autores

La figura nos indica la curva característica del CKP que se obtuvo en el simulador.

Figura 92. Onda sensor CKP



Fuente: Autores

La siguiente figura nos indica la curva característica que debemos obtener del sensor MAP.

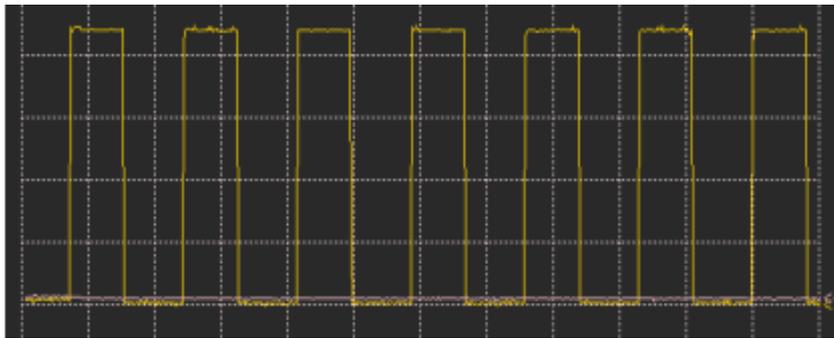
Figura 93. Sensor MAP del osciloscopio



Fuente: Autores

Del sensor MAP de nuestro simulador se obtuvo la siguiente curva.

Figura 94. Onda sensor MAP



Fuente: Autores

En el siguiente gráfico tenemos la muestra de la curva que le caracteriza al sensor CTS, que se obtiene mediante el osciloscopio.

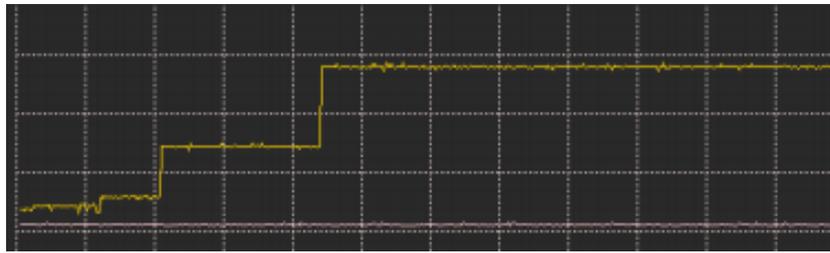
Figura 95. Sensor CTS del osciloscopio



Fuente: Autores

Aquí tenemos la curva del sensor CTS que se obtuvo en el banco simulador.

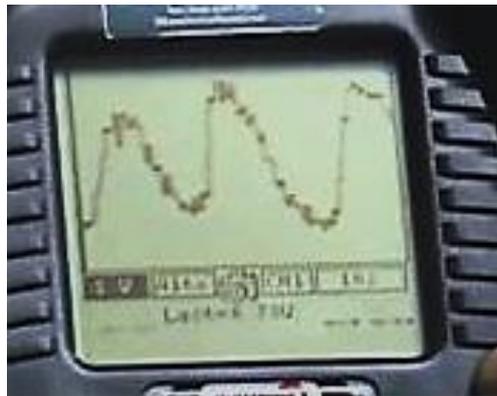
Figura 96. Onda sensor CTS



Fuente: Autores

Ahora se tiene la onda característica del sensor TPS mediante el osciloscopio.

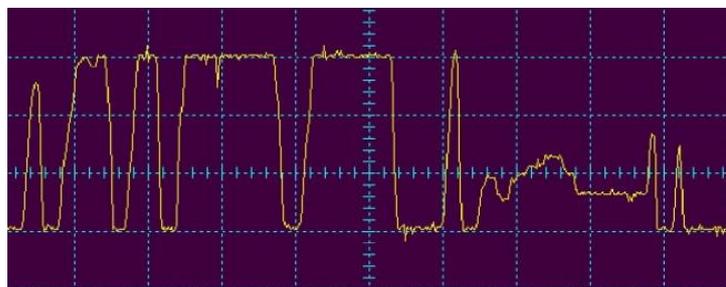
Figura 97. Sensor TPS del osciloscopio



Fuente: Autores

El grafico nos indica la curva que se obtuvo en el banco simulador.

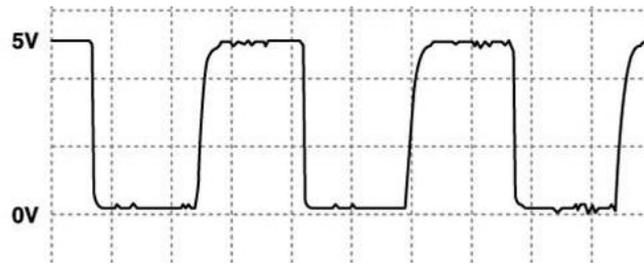
Figura 98. Onda sensor TPS



Fuente: Autores

Onda distintiva del sensor MAF que se obtuvo con el osciloscopio.

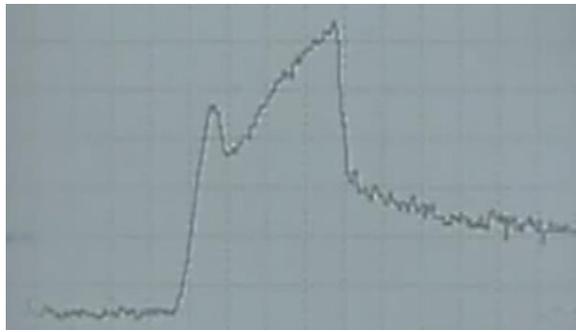
Figura 99. Sensor MAF del osciloscopio



Fuente: Autores

Onda particular que se obtuvo con el simulador del sensor MAF.

Figura 100. Onda sensor MAF



Fuente: Autores

La figura presenta un ejemplo de la curva que deseamos obtener del sensor O<sub>2</sub>, para así poder realizar las comparaciones de la curva obtenida en el banco.

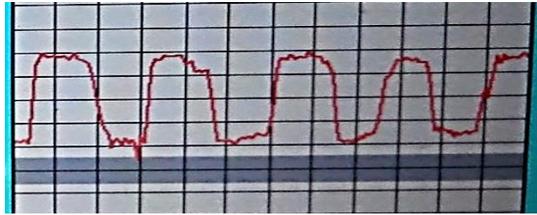
Figura 101. Sensor O<sub>2</sub> del osciloscopio



Fuente: Autores

La figura nos indica la curva que obtuvimos del sensor O2 en el simulador.

Figura 102. Onda sensor O2



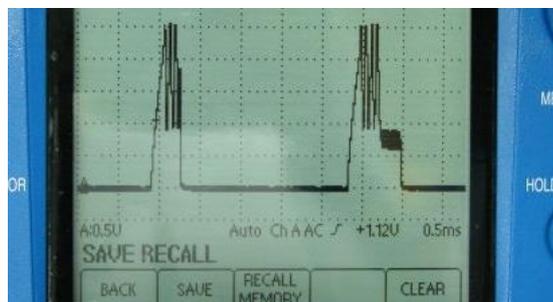
Fuente: Autores

## Comprobaciones y mediciones de los actuadores

### Inyectores

Onda particular del inyector que se obtuvo en el osciloscopio, y que se requiere obtener en el simulador, para realizar una comparación.

Figura 103. Onda del inyector



Fuente: Autores

Onda que se obtuvo en el banco simulador del inyector.

Figura 104. Curva del inyector del simulador



Fuente: Autores

## 4.5 Prueba de conexiones

### Conexiones en el interior de la carcasa de instrumentación

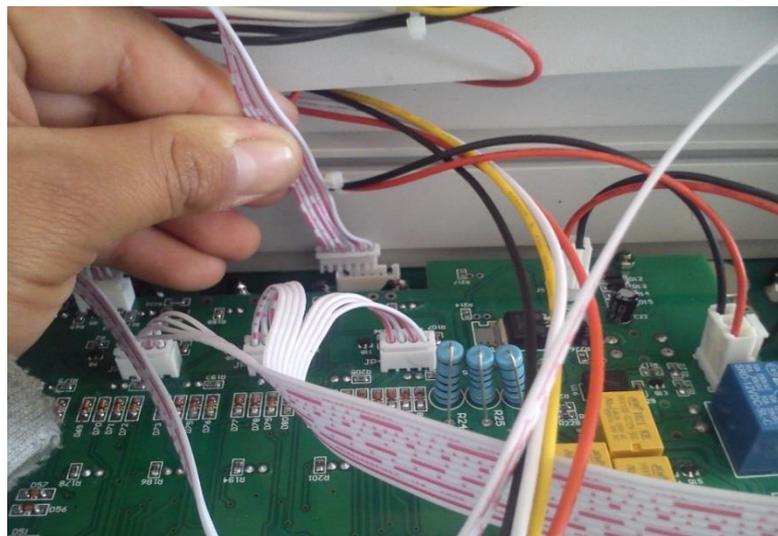
Los componentes requeridos para el simulador se instaló en la parte posterior interna de la carcasa de control, con su respectivas trayectorias de circuitos, que van desde interconexiones desde la ECU hasta cada uno de los sensores y actuadores simulados en el proyecto.

Figura 105. Conexión en la carcasa



Fuente: Autores

Figura 106. Conexión entre componentes

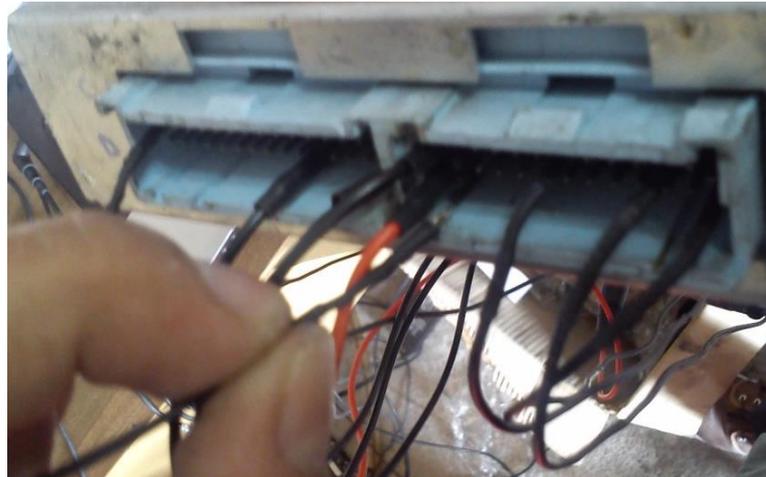


Fuente: Autores

## Pruebas de conexión de los sensores y actuadores

A continuación se detalla la ubicación de los pines de conexión del sensor CKP en el banco simulador.

Figura 107. Conexión CKP



Fuente: Autores

En el siguiente grafico se muestra la conexión del sensor CTS en sus respectivos pines y entradas en el simulador.

Figura 108. Conexión CTS



Fuente: Autores

De manera sucesiva le mostramos las conexiones en los pines respectivos y entradas en el simulador del sensor TPS.

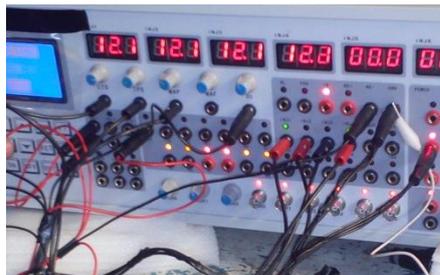
Figura 109. Conexión TPS



Fuente: Autores

Conexiones referentes del sensor MAF a sus pines respectivos y entradas del banco simulador.

Figura 110. Conexión MAF



Fuente: Autores

En la figura se muestra las conexiones del inyector en sus respectivos pines en el simulador.

Figura 111. Conexión del inyector



Fuente: Autores

#### 4.6 Montaje del banco

A continuación se presenta el proceso que realizamos en el montaje de los distintos componentes como son la carcasa, elementos eléctricos y electrónicos del banco simulador de computadoras automotrices (ECU).

Tenemos el proceso de cortado de las diferentes partes de la carcasa para su respectiva construcción.

Figura 112. Proceso de corte



Fuente: Autores

A continuación tenemos la parte frontal en donde se encuentran instalados los medidores de voltaje y amperaje, las entradas de todos los componentes eléctricos de conexión con las ECU y las pantallas de datos y tiempo de inyección, así como los potenciómetros de giro que nos ayuda a ajustar las señales de los sensores.

Figura 113. Montaje frontal del simulador



Fuente: Autores

Se tiene en la figura siguiente el ensamble de la placa de control con la parte frontal de la carcasa en el cual comprende todas las entradas de conexión con la ECU, la pantalla de datos, las pantallas que nos indican los datos del tiempo de inyección y los respectivos medidores de voltaje y amperaje.

La conexión se realizara mediante soques los cuales conectaran la placa de control con la placa frontal de la carcasa.

Figura 114. Montaje de la placa con la parte frontal de la carcasa



Fuente: Autores

Montaje de la parte posterior de la carcasa en el cual consta de los puertos de alimentación de corriente y puerto de conexión con el software periférico.

Figura 115. Parte posterior del simulador



Fuente: Autores

Instalación del transformador de corriente, ya que el equipo cuenta con conexión a 220V y 110V. Montaje de las fuentes de voltaje, los mismos que irán ubicadas en la parte posterior de la carcasa del simulador sujetado con tornillos.

Figura 116. Montaje de las fuentes y transformador



Fuente: Autores

Acoplamiento de las manillas o agarraderas con las partes laterales de la carcasa sujetados con tornillos.

Figura 117. Montaje de las manillas



Fuente: Autores

Montaje de la parte frontal de la carcasa, la parte posterior y las partes laterales del simulador con la base de la carcasa, los cuales son ensamblados mediante tornillos y remaches.

Figura 118. Montaje de la carcasa



Fuente: Autores

Posteriormente tenemos la instalación de la parte superior de la carcasa con todos los elementos ya acoplados indicados en la figura anterior. Instalados con tornillos.

Figura 119. Montaje de la parte superior de la carcasa



Fuente: Autores

Y por último montaje del banco simulador a la mesa de trabajo.

Figura 120. Simulador y la mesa de trabajo



Fuente: Autores

## Estimación de costos

<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Iniciales</b>	<b>Costo/Usó</b>
Pantalla LCD Lm3229	material	P	\$300,00
Circuito de alimentación	material	C	\$200,00
Arnés de cables	material		\$50,00
Medidores de V y A	material	M	\$300,00
Dispositivos eléctricos	material	D	\$100,00
Display's	material	D	\$50,00
Circuitos integrados	material	C	\$200,00
Fuete reguladora de V y A y transformador	material	F	\$500,00
Pintura	material	P	\$30,00
Mano de obra	material	M	\$179,00
Remaches	material	P	\$5,00
LED	material	L	\$5,00
Capacitores cerámicos	material	C	\$15,00
Capacitores de poliéster	material	C	\$20,00
Capacitores superficiales	material	C	\$20,00
Diodos Zener	material	D	\$10,00
Transistores	material	T	\$7,00
Reguladores de tensión	material	R	\$9,00
Aluminio y MDF	material	A	\$100,00
<b>TOTAL</b>			\$2000,00

## CAPÍTULO V

### 5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 5.1 Manual de guía

En la figura 121 observamos a nuestro simulador con todos los accesorios.

Figura 121. Equipo completo con sus accesorios



Fuente: Autores

#### Lista de contenido del instrumento

Sensor de señal de simulación	1 Set.
Cables de datos	20 piezas.
Línea de potencia	1 pcs.
Cables de datos USB PC	1 pcs.
Datos CD	1 pcs.

### **Función especial del instrumento:**

Se proporciona la señal de eje doblado imitar al coche, seis canales puede hacer que la forma de onda aleatoria, puede dar forma a todo tipo de cigüeñal del motor de motocicleta, la señal del árbol de levas (electromagnetismo, señal fotoeléctrica), también los datos de forma de onda es más rápido su almacenamiento por ordenador.

La señal de cigüeñal electromagnetismo se aísla por transformador, que puede abstenerse de la señal de las interrupciones mutuas.

Es la señal del sensor del OEM y OES imitan competente, gire la señal de velocidad (electromagnetismo, señal fotoeléctrica), la señal de velocidad de las ruedas, señal en sensor de oxígeno, señal de restricción, medidor de flujo de aire, sensor de presión de admisión (imitar, digital), señal de sensor de detonación imitar y así sucesivamente.

La totalidad de coches online actuador expertos duro: tacómetro, velocímetro, un módulo de control del ventilador, inyector de combustible, bobina de encendido, módulo de encendido, la frecuencia y control de ancho de pulso de la válvula electromagnética, conductor del motor de paso (4 líneas, 6 líneas), amplificador de audio del coche y así sucesivamente.

La línea del coche entero experto simulación del actuador: La simulación del actuador como bobina de encendido, inyección, motor ralentí pasos de velocidad como actuador, el generador de ultrasonidos y así sucesivamente.

### **Parámetro del intérprete:**

- El conductor del programa de comando: 3A conductor, ciclos de servicio.
- Ajuste continuo 1% a 99%, la continuación de frecuencia.
- Señal del sensor: resistencia eléctrica 100Ω - 10000Ω, voltaje 0V a 5V × 4 0 V ~ 1.5.
- Señal de salida: Electricidad magnética de señal, señal fotoeléctrica.

- Paso a paso conductor del motor: 1A actual, adecuado para todo el coche con los cuatro alambres, alambre de seis pisar motocicleta.

## **Alcance**

Automoción sensor dinámico diagnóstico, motor, transmisión, ABS, aire acondicionado, inmovilizador, etc. otra ECU diagnóstico, auto didáctico dirigido por modelos, la producción y la investigación y desarrollo del automóvil. Auxiliar de reparación ECU principales:

Enviar señales de ECU por el simulador, a continuación, puede determinar qué parte (ECU o sensor) rota; señales de envío al actuador por simulador, puede comprobar si el problema es ECU o actuador.

## **5.2 Manual de mantenimiento**

Una de las recomendaciones más importantes, es evitar que el banco no sufra recalentamientos, se debe realizar en lugares bien ventilados.

No apilar objetos de peso considerable, el espesor del material permite acomodar una PC portátil sin ningún inconveniente sobre el equipo, esta sería la referencia del peso que puede ser soportado.

Tratar de mantener, lejos de donde exista polvo o exceso de éste y caiga sobre los componentes electrónicos, de preferencia mientras este en uso.

Mantenerlo tapado con un plástico protector, para evitar el acceso del polvo al interior ya que la acumulación de este podría producir estática.

Para su limpieza exterior no usar solventes o alcohol, solo un paño suave y limpio puede ser una franela y humedecida con agua, casi seco. Para la limpieza interna utilizar una aspiradora, ya que los elementos electrónicos que se encuentran aquí alojados pueden ser dañados al utilizar brochas u otro tipo de artefactos de limpieza.

La operación del equipo debe ser realizada siguiendo detalladamente los procedimientos descritos en las anteriores secciones, teniendo mucha precaución en la conexión del equipo con las ECU ya que los conectores pueden ser dañados si su manipulación no es la adecuada.

Nunca usar, como apoyos para líquidos pues si estos se derraman al interior muy probablemente los dañe y tal vez en forma definitiva.

Nunca exponer, a los rayos del sol o tenerlos cerca de otros aparatos o elementos que emitan calor, esto les eleva innecesariamente la temperatura del equipo y la acorta la vida útil de los componentes electrónicos.

La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

Cuando se refiere a construcción de equipos electrónicos se calcula en años, sobre todo para efectos de su amortización, ya que en general estas obras continúan prestando utilidad mucho más allá del tiempo estimado como vida útil para el análisis de factibilidad económica. La vida útil de nuestro simulador es de unos 20 años aproximadamente.

### **5.3 Guía de usuario**

Manual del usuario

#### **Introducción al panel de operador:**

#### **Inyector Simulación y medición del tiempo inyector (AI-A6).**

INJ1: N° 1 cilindro inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

INJ2: N° 2 cilindro inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

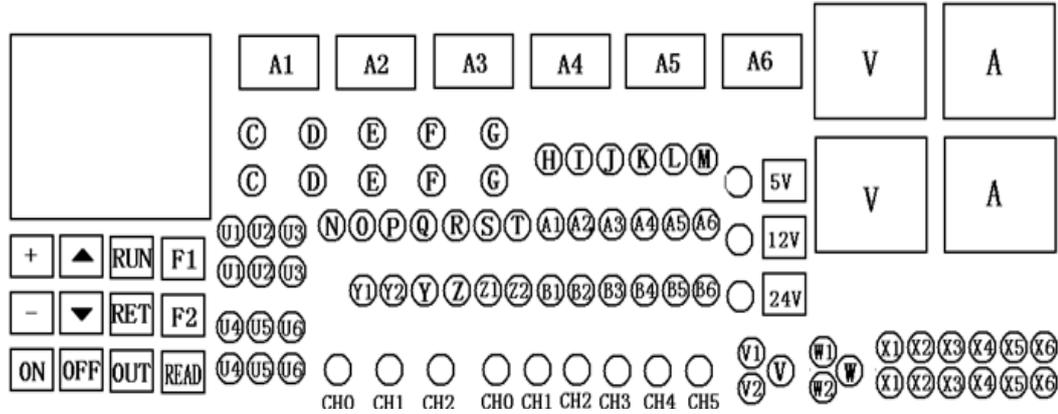
INJ3: N° 3 cilindro inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

INJ4: N° 4 cilindro inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

INJ5: N° 5 cilindro inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

INJ6: N° 6 cilindros del inyector y el inyector de combustible y el tiempo (ms).

Figura 122. Panel de operación



Fuente: Autores

### Señal de salida de la simulación

- C-CTS: la señal del sensor de temperatura analógica 0 ~ 10K.
- D-TPS: posición de la válvula EGR, indica el potenciómetro mariposa analógica 0 a 5V.
- E-MAP: la toma de aire del sensor de presión de señal analógica 0 ~ 5V.
- F-MAF: aire medidor de flujo de señal analógica 0 ~ 5V.
- G-O2: oxígeno simulación de la señal del sensor ~ 1V (ajuste manual).
- T-O2: oxígeno simulación de la señal del sensor ajustar (señales cambian automáticamente).
- V-KS1: golpe simulación de la señal del sensor.
- W-KS2: golpe simulación de la señal del sensor.

### Salida de señal digital

N-CKP: señal de manivela.

R-AC: AC señal.

S-DC: DC señal.

## **Funcionamiento del actuador**

O-ISC: accionamiento de la válvula de control de velocidad de ralentí.

P-PFC: controlador de encendido.

Q-INJ: controlador de inyección de combustible.

Y1\Y2\Z1\Z2-A1\A2\B1\B2: controlador de cuatro cables del motor de pasos.

Y1\Y2\Y\Z\Z1\Z2-A\B\+\+\C\D: seis controladores de motor paso a paso de alambre.

## **La bobina de encendido y el módulo de encendido de simulación (B1-B6)**

IG1: una bobina de encendido del cilindro y módulo de encendido simulación.

IG2: dos bobina de encendido del cilindro y el módulo de encendido de simulación.

IG3: tres bobina de encendido cilindro y módulo de encendido de simulación.

IG4: cuatro bobina de encendido cilindro y módulo de encendido de simulación.

IG5: cinco bobina de encendido cilindro y módulo de encendido de simulación.

IG6: seis bobina de encendido cilindro y módulo de encendido de simulación.

## **Simulación de la válvula magnética: (U1-U6)**

SOL1: bobina 1.

SOL2: bobina 2.

SOL3: bobina 3.

SOL4: bobina 4.

SOL5: bobina 5.

SOL6: bobina 6.

## **Pin pronta Auto**

I-FPR: bomba de combustible simulación relé.

H-RL: simulación de relé.

J-+ B: 12V salida de alimentación.

K-NE +: señal de cigüeñal + output.

L-NE-: golpeteo señal de eje – output.

M-GND: alimentación polo negativo.

## Generador de señal de canal

CH0: HALL (fotoelectricidad) sensor de la señal de salida de 0 margen de ajuste.

CH1: HALL (fotoelectricidad) sensor de señal 1 salida de rango de ajuste.

CH2: HALL (fotoelectricidad) sensor de señal 2 salidas rango de ajuste.

CH3: magneto eléctrico sensor de señal 1 salida.

CH4: magneto eléctrico señal del sensor 2 de salida.

CH5: magneto eléctrico señal del sensor 3 de salida.

## Función del botón:

Figura123. Teclado de membrana



Fuente: Autores

F1: Tecla de atajo: generador de señales en general.

F2: Tecla de acceso directo: elegir el modelo de coche.

↑: Manual arriba.

↓: Manual abajo.

+: Señal de fortalecer.

-: La señal de debilitamiento.

RUN: Ejecutar.

RET: Retorno.

LEA: Leer cinco datos de la señal del canal del cigüeñal.

OUT: Salida de la señal del cigüeñal.

### Directrices operacionales:

- ① Alimentación: ponga el simulador, conectado a la fuente de alimentación (220 V o 110V), todas las luces de señal se enciende cuando la unidad se enciende, después de unos segundos serán como muestra la foto:

Figura 124. Simulador encendido



Fuente: Autores

La pantalla muestra:

Figura 125. Pantalla principal



Fuente: Autores

- ② Seleccione la primera opción 

Figura 126. Señal sensor



Fuente: Autores

### Programas como:

- La señal de DC.
- Gas de escape.
- La señal de RPM.

**Opción 1:** DC señal, presione RUN para entrar en:

Figura127. DC señal

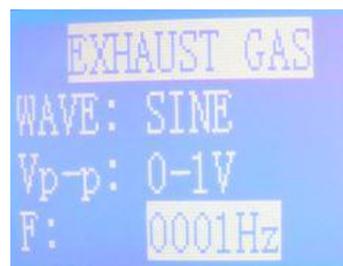


Fuente: Autores

Muestra en el puerto CTS, TPS, MAP, MAF, O2, B +, GND etc. Parpadearán en esos puertos. La pantalla muestra el voltaje de la salida numérica, se muestra la señal de voltaje DC al conectar: CTS, TPS, MAP, MAF, puertos O2 (el suelo final otra articulación GND). Todos las señales de voltaje pueden ser ajustados por el potenciómetro correspondiente, rango de ajuste es de 0 a 5V.

**Opción 2:** gases de escape, presione RUN para entrar, muestra GND y la luz del puerto de O2 intermitente, la señal de salida es una señal de O2, frecuencia de la señal puede ser el cambio de + y - del teclado, rango de cambio es desde 0001 hasta 0020 Hz.

Figura 128. Gases de escape



Fuente: Autores

**Opción 3:** la señal de RPM: introduzca la simulación de la señal de velocidad del motor, hay 13 selecciones de tipo ECU:

Figura 129. Tipos de onda del CKP



Fuente: Autores

Seleccione un tipo de ECU entrar, ver cambiar la frecuencia de salida de ECU (es decir, la velocidad) rango ajustable 0020 a 2160 Hz, ajustar con + y -, extremo de salida de la señal es + B (el poder), GND (cable a tierra), CKP (cigüeñal señal de velocidad), A1, A2, +, B1, B2, motor paso a paso extremo de salida de la señal.

③ Entre la opción 2 elemento activo:

Figura 130. Válvula ISC



Fuente: Autores

Introduzca válvula ISC:

- INYECTOR.
- SOLENOIDE.
- VSS DRIVEN: actuador de simulación.

Esta es una simulación por ordenador de la ECU de la ejecución de la señal.

Simulación ejecutivo válvula ISC, ECU señal de funcionamiento ISC sale desde el puerto de ISC, motor paso a paso recibió ISC extremo de salida, hacer que el motor de acuerdo con el instrumento emitido instrucciones de operación. +, - para el control de la frecuencia y el ciclo.

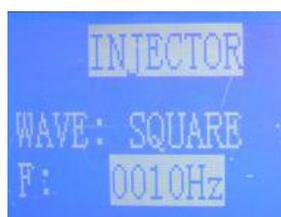
Figura131. Válvula ISC



Fuente: Autores

Señal de inyección ejecución simulación, seleccionar INJECT, de acuerdo a RUN después de entrar en B +, GND, INJ, tres puertos lámpara brillante, la señal analógica ECU es el puerto INJ, se conecta a la boquilla, simulador de instrumento ECU señal de control de la boquilla trabajo, + y - puede controlar la frecuencia instrumento inyección, en la parte superior del instrumento INJ - INJ6 seis pantalla puede mostrar amplitud de pulso de inyección.

Figura 132. Inyector



Fuente: Autores

Ignición simulación de conducción de salida de señal: elegir SOLENOLD, B +, GND, lámpara puerto PFC 3 brillando después presione RUN para entrar, la señal analógica ECU es el puerto PFC, la señal PFC puerto a puerto de la señal de encendido, puede hacer que el encendido unidad para el encendido, + y - para el control de la frecuencia y el ciclo.

La ejecución de simulación de señal de velocidad, seleccione VSS, introduzca la ejecución de simulación de señal de velocidad, dar al coche dio instrucciones de señal de AC / DC, señal de velocidad de ejecución, uso de + y - para ajustar.

④ Introduzca la tercera opción de motor paso a paso este es un ocioso entrar la señal de salida del motor de simulación, puede elegir en 4 pasos y 6 pasos que caminan simulación de señales motor.

Figura 133. Motor paso a paso



Fuente: Autores

⑤ La cuarta opción, el vehículo entero simulación de señal AUTO MAIC, seleccione segunda opción universal de simulación de la señal del coche. O seleccionar directamente F1, en la simulación de señal universal para el coche.

Figura 134. Auto maic



Fuente: Autores

### **Después de entrar en la pantalla:**

Los datos muestran que todos pueden regular el nivel de la demanda por diferente. Utilice las teclas superior e inferior del teclado y +, - para la velocidad ajustada. USB correspondiente.

Punto de conmutación para ajustar CTS, TPS, MAP, MAF, O2, KS1, KS2, INJ1-INJ6, IG1-IG6, SOL1-SOL6, de acuerdo con el tipo de coche es elección cilindro 4 o 6 cilindros, a su vez conectada 1-4 o 1-6.

Figura 135. Monitor



Fuente: Autores

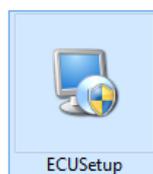
Debido a la señal de cigüeñal es diferente para cada uno de los modelos, por lo que la señal puede ser de forma de onda de edición por ordenador. Forma de onda de la señal del cigüeñal método de utilización de edición.

### **Software de instalación**

#### **Proceso de instalación:**

Ponga el disco en el ordenador, encontrar la configuración de ECU.

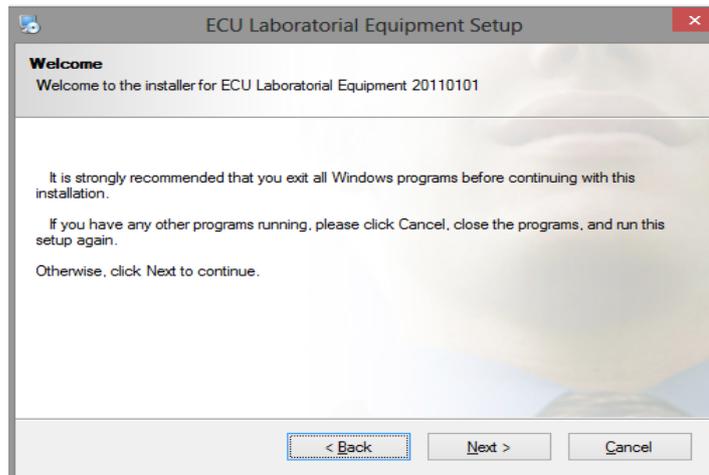
Figura 136. Icono de instalación



Fuente: Autores

Bienvenidos a ECU Laboratorial Equipment Setup:

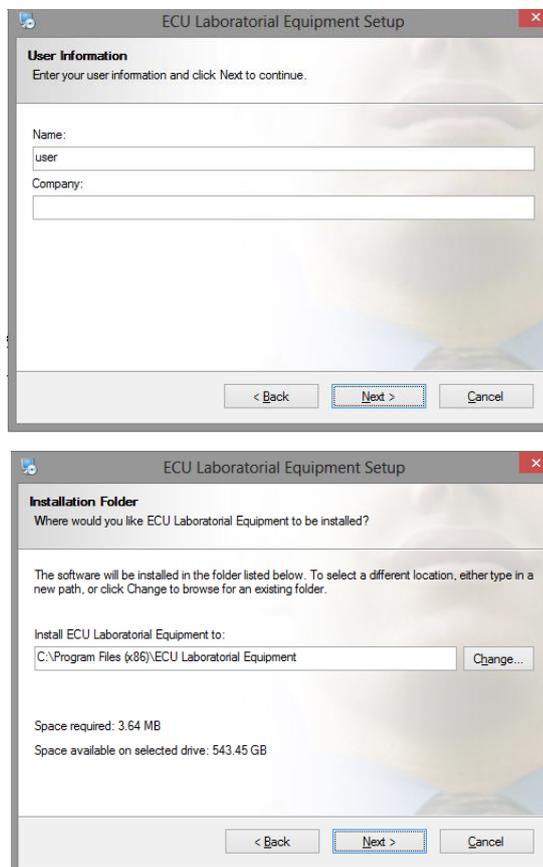
Figura 137. Ventana principal del instalador



Fuente: Autores

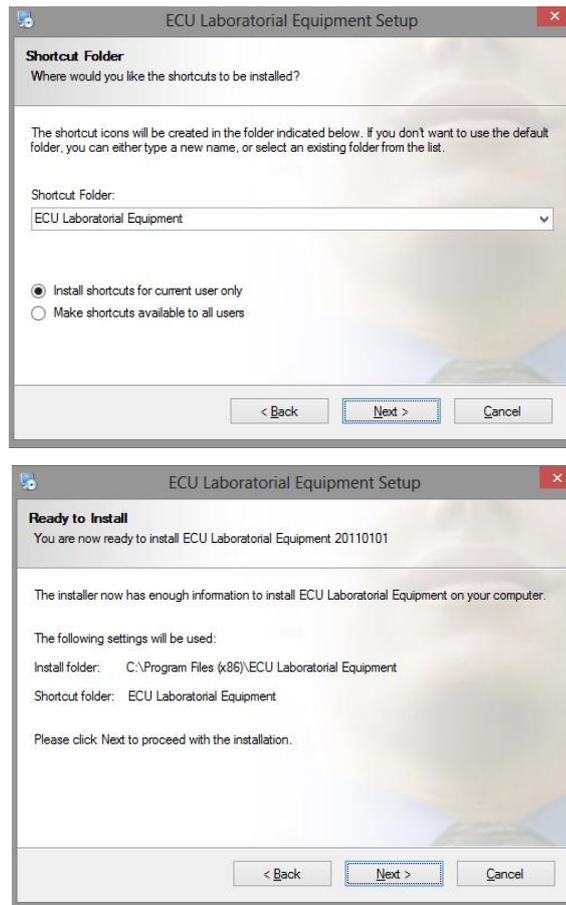
Clic para continuar:

Figura 138. Información del usuario



Fuente: Autores

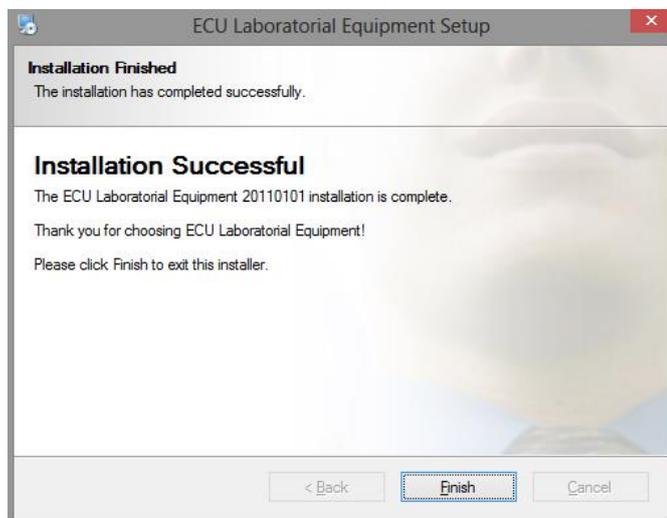
Figura 139. Carpeta de acceso directo



Fuente: Autores

Finalizar:

Figura 140. Finalización de la instalación



Fuente: Autores

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

Se ha construido un simulador para reparar ECU's para los sistemas de inyección electrónica, contemplados en el plan general, para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

Mediante las guías de laboratorio se simuló los posibles fallos y mantenimientos, que pueden existir en los sensores y actuadores.

Se identificó la capacidad del módulo de control y la ubicación óptima del módulo de control.

Se identificó el funcionamiento y aplicaciones de los inmovilizadores, sus fallos más comunes mediante pruebas, ensayos.

#### **6.2 Recomendaciones**

Antes de operar este simulador didáctico, leer detalladamente el manual del usuario, ya que en éste se describe minuciosamente los parámetros de funcionamiento así como el mantenimiento que se brindará al equipo.

Para realizar las prácticas, los estudiantes deben seguir el proceso indicado en las guías de laboratorio, jamás se debe experimentar sin la autorización del docente a cargo.

Cuando se realiza las prácticas siempre tener presente que la manipulación tanto de la ECU y del simulador se los debe realizar con guantes.

En la realización de prácticas con vehículos operativos, se recomienda contar con un equipo de diagnóstico automotriz, ya que la reconexión de unidades electrónicas después de haber sido verificadas, podría ocasionar la generación de códigos de falla, ya que en el banco de comprobación no están contemplados todos los sistemas de control del automóvil.

Considerar siempre las normas de utilización contempladas, ya que al tratarse de un equipo netamente electrónico, una mala utilización derivara en un mal funcionamiento del equipo y en el peor de los casos el daño total de cualquiera de los componentes, en este caso la construcción de un nuevo elemento será factible ya que todo el proceso e información necesaria, estará disponible en el informe de este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

**CASTRO, Ricardo. 2012.** Guioteca. *Inmovilizador de autos: Cómo funciona para evitar robos.* [En línea] Mecánica Automotriz, 20 de Noviembre de 2012. [Citado el: 5 de Julio de 2013.] <http://www.guioteca.com/mecanica-automotriz/inmovilizador-de-autos-como-funciona-para-evitar-robos/>.

**CROUSE, Albert. 1993.** *Equipo Eléctrico y Electrónico del automóvil.* España : Alfaomega, 1993. 598.

**GUZHÑAY, H. 2007.** Capítulo III. *Descripcion de sensores y actuadores.* [En línea] Ingeniería Mecánica Automotriz, 2007. [Citado el: 7 de Junio de 2013.] <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/Capitulo%203.pdf>.

**H.R.Everett. 2003.** *Sensors for Mobile Robots: Theory and Applications.* E.E.U.U : A K Peters, 2003.

**HAMBLEY, R. 2000.** *Electronics, 2nd Edition.* New Jersey : Prentice Hall, 2000. 888.

**JETRO, R. 2011.** Sistemas de inmovilizador. *Introducción.* [En línea] Lear corporation, 1 de 11 de 2011. [Citado el: 10 de Agosto de 2013.] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4157/2/T-ESPEL-0225.pdf>.

**PADILLA, Celin. 2007.** *Inyección Electrónica.* Riobamba- Ecuador : ESPOCH, 2007.

**PARRERA, Blas. 2002.** Manual técnico Inmovilizadores. *Funcionamiento, componentes y procedimientos.* [En línea] I.T.S.A, 2002. [Citado el: 25 de Junio de 2013.] <http://www.electronicar.net/IMG/INMO%20ITSA.pdf>.

