



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO
DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN
SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI SIEMENS DE
HYUNDAI ACCENT PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

DAVID SEBASTIÁN SERRANO JÁTIVA

DIRECTOR: ING. ALEXANDER PERALVO, MSc.

Quito, noviembre 2013

Derechos de autor

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

Declaración

Yo DAVID SEBASTIÁN SERRANO JÁTIVA, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

(David Serrano)
C.I. 1717526410

Certificación

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “Construcción de un módulo de entrenamiento didáctico con simulación del funcionamiento de un sistema de inyección electrónica MPFI Siemens de Hyundai Accent para la carrera de Ingeniería Automotriz”, que, para aspirar al título de Ingeniero Automotriz fue desarrollado por David Serrano, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

(Ing. Alexander Peralvo, MSc.)
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1718133448

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN	01
2. MARCO TEÓRICO	04
2.1. EL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	05
2.1.1. SISTEMA MULTIPUNTO	05
2.2. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO	07
2.2.1. ARQUITECTURA DE LA ECU	07
2.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES EN LA ECU	08
2.2.3. FUNCIONAMIENTO DE LA ECU	11
2.2.3.1. FUNCIONES DE LA ECU	11
2.3. SENSORES	13
2.3.1. SENSOR DE PRESIÓN DEL MULTIPLE DE ADMISIÓN	13
2.3.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE	14
2.3.3. SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN	14
2.3.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE	15
2.3.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE	16
2.3.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS	18
2.3.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL	19
2.4. ACTUADORES	19
2.4.1. INYECTORES	19
2.4.2. BOBINAS DE ENCENDIDO	22
2.4.3. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ	23
2.4.4. ELECTROVENTILADOR	24
2.4.5. BOMBA DE COMBUSTIBLE	25
2.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	26
2.5.1. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	26
2.5.2. FILTRO DE COMBUSTIBLE	27

2.5.3. TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN	28
2.5.4. RIEL DE INYECTORES	28
2.5.5. ACUMULADOR DE COMBUSTIBLE	29
2.5.6. REGULADOR DE PRESIÓN	29
2.6. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN	30
2.6.1. CIRCUITO DE ENCENDIDO	30
2.6.2. CIRCUITO DE ARRANQUE	33
2.7. COMPONENTES E INSTRUMENTOS DE SIMULACIÓN	34
2.7.1. MOTOR ELÉCTRICO	34
2.7.2. RUEDA DENTADA	35
2.7.3. CUERPO DE ACELERACIÓN	35
2.7.4. PROBETAS	36
3. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO	38
3.1. DISEÑO	39
3.2. MEDIDAS Y TAMAÑO	40
3.3. APLICACIÓN Y UTILIDAD	42
3.3.1. APLICACIÓN	42
3.3.2. UTILIDAD	42
3.4. CONSTRUCCIÓN	43
3.4.1. PROCESO CONSTRUCTIVO	44
3.5. DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL MÓDULO	45
3.5.1. SISTEMA DE INYECCIÓN	45
3.5.2. CAJA DE FUSIBLES	46
3.5.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN	47
3.5.4. TABLERO DE INSTRUMENTOS	47
3.5.5. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	48
3.5.6. BATERÍA	48
3.5.7. CUERPO DE ACELERACIÓN	49
3.5.8. PROBETAS	49
3.5.9. MOTOR ELÉCTRICO	50

3.5.10. PEDAL	50
3.5.11. RUEDA DENTADA	50
3.5.12. BOMBA DE RETORNO DE COMBUSTIBLE	50
3.6. CONEXIONES ELÉCTRICAS	51
3.6.1. TERMINALES DEL CONECTOR DE LA ECU	51
3.6.2. CABLEADO	54
3.6.3. CONECTORES	55
3.6.4. CÓDIGO DE COLORES	56
3.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS SENSORES	57
3.7.1. SENSOR DE PRESIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN	57
3.7.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE	58
3.7.3. SENSOR DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN	58
3.7.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE	60
3.7.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE	61
3.7.6. SENSOR DE POSICIÓN DE ÁRBOL DE LEVAS	63
3.7.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL	64
3.8. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS ACTUADORES	66
3.8.1. INYECTORES	66
3.8.2. BOBINAS DE ENCENDIDO	67
3.8.3. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ	69
3.8.4. RELÉ DE ELECTROVENTILADOR	70
3.8.5. RELÉ DE BOMBA	71
4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	73
4.1. PRUEBAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	74
4.2. PRUEBAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	75
4.3. PRUEBAS EN SENSORES Y ACTUADORES	76
4.3.1. SENSOR DE PRESIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN	76
4.3.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE	77
4.3.3. SENSOR DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN	78
4.3.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE	80

4.3.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE	81
4.3.6. SENSOR DE POSICIÓN DE ÁRBOL DE LEVAS	82
4.3.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL	83
4.3.8. INYECTORES	83
4.3.9. BOBINAS DE ENCENDIDO	86
4.3.10. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ	86
4.3.11. BOMBA DE COMBUSTIBLE	88
4.3.12. ELECTROVENTILADOR	88
4.4. CUADRO DE RESUMEN DE ESPECIFICACIONES	89
5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS	90
5.1. INTRODUCCIÓN	91
5.2. OBJETIVOS DEL MANUAL DE PRÁCTICAS	91
5.3. INFORMACIÓN GENERAL	92
5.4. LUGAR DE INSTALACIÓN	92
5.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES	93
5.6. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD	94
5.7. SEÑALIZACIÓN	95
5.8. TABLERO DE CONTROL	98
5.9. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN DEL MÓDULO	99
5.9.1. DE ENCENDIDO	99
5.9.2. DE MANEJO	100
5.9.3. DE MANTENIMIENTO	101
5.10. INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO	102
5.10.1. COMPROBADOR DE CORRIENTE	102
5.10.2. MULTÍMETRO	103
5.10.3. OSCILOSCOPIO	104
5.11. GUÍAS DE PRÁCTICA	105
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
6.1. CONCLUSIONES	116
6.2. RECOMENDACIONES	117

GLOSARIO DE TÉRMINOS	118
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Medidas del módulo.	41
Tabla 2. Terminales de la ECU.	52
Tabla 3. Código de colores.	56
Tabla 4. Cables sensor MAP.	57
Tabla 5. Cable sensor TPS.	59
Tabla 6. Cables sensor ECT.	60
Tabla 7. Cables sensor O2.	62
Tabla 8. Cables sensor CMP.	63
Tabla 9. Cables sensor CKP.	65
Tabla 10. Cables de inyectores.	66
Tabla 11. Cables de bobinas.	68
Tabla 12. Cables IAC.	69
Tabla 13. Cables relé de electroventilador.	71
Tabla 14. Cables relé de bomba.	72
Tabla 15. Especificación sensor MAP.	77
Tabla 16. Especificación sensor IAT.	78
Tabla 17. Especificación sensor TPS.	79
Tabla 18. Especificación sensor ECT.	80
Tabla 19. Especificaciones sensor O2.	81
Tabla 20. Especificación de Inyectores.	84
Tabla 21. Especificación de bobinas.	86
Tabla 22. Especificación de la IAC.	87
Tabla 23. Rendimiento de la IAC.	88
Tabla 24. Mantenimiento del módulo.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Sistema de inyección Multipunto.	05
Figura 2. Componentes del sistema de Inyección MPFI.	06
Figura 3. Circuito de alimentación ECU.	09
Figura 4. Circuito de control de bobinas ECU.	10
Figura 5. Elementos para el procesamiento de datos.	11
Figura 6. Sensor de presión del múltiple de admisión.	13
Figura 7. Sensor de Temperatura de aire.	14
Figura 8. Sensor de posición de mariposa de aceleración.	15
Figura 9. Sensor de temperatura del líquido refrigerante.	16
Figura 10. Diagrama del sensor de oxígeno de gases de escape.	17
Figura 11. Sensor de oxígeno de gases de escape.	17
Figura 12. Sensor de posición del árbol de levas.	18
Figura 13. Sensor de posición del cigüeñal.	19
Figura 14. Inyector.	20
Figura 15. Diagrama de un inyector.	21
Figura 16. Estructura interna de un Inyector.	21
Figura 17. Bobina independiente.	22
Figura 18. Esquema eléctrico de una bobina independiente.	23
Figura 19. Válvula de control de aire de ralentí.	24
Figura 20. Electroventilador.	25
Figura 21. Bomba de combustible eléctrica.	25
Figura 22. Diagrama de una bomba de combustible eléctrica.	26
Figura 23. Depósito de combustible.	27
Figura 24. Filtro de combustible.	27
Figura 25. Tubería de combustible.	28
Figura 26. Riel de inyectores.	28
Figura 27. Acumulador de combustible.	29
Figura 28. Regulador de presión.	30

Figura 29.	Condensador.	31
Figura 30.	Bujía.	32
Figura 31.	Nomenclatura de la bujía.	32
Figura 31.	Indicador de revoluciones.	33
Figura 33.	Motor eléctrico y pedal.	34
Figura 34.	Rueda dentada.	35
Figura 35.	Cuerpo de aceleración.	36
Figura 36.	Probeta.	37
Figura 37.	Partes del módulo.	39
Figura 38.	Medidas del módulo.	40
Figura 39.	Sistema de inyección ubicado en el módulo.	46
Figura 40.	Fusibles.	47
Figura 41.	Led de iluminación.	47
Figura 42.	Tablero de instrumentos.	48
Figura 43.	Probetas ubicadas en el módulo.	49
Figura 44.	Bomba de retorno de combustible.	51
Figura 45.	Conector principal ECU.	51
Figura 46.	Conectores presentes en el mazo de cables.	55
Figura 47.	Vista y orden de numeración de los conectores.	55
Figura 48.	Conector sensor MAP.	57
Figura 49.	Conexión eléctrica sensor MAP.	58
Figura 50.	Conector sensor TPS.	58
Figura 51.	Conexión eléctrica sensor TPS.	59
Figura 52.	Conector sensor ECT.	60
Figura 53.	Conexión eléctrica sensor ECT.	61
Figura 54.	Conector sensor O2.	61
Figura 55.	Conexión eléctrica sensor O2.	62
Figura 56.	Conector sensor CMP.	63
Figura 57.	Conexión eléctrica sensor CMP.	64
Figura 58.	Conector sensor CKP.	64

Figura 59.	Conexión eléctrica sensor CKP.	65
Figura 60.	Conector de inyectores.	66
Figura 61.	Conexión eléctrica de inyectores.	67
Figura 62.	Conector de bobinas.	67
Figura 63.	Conexión eléctrica de las bobinas.	68
Figura 64.	Conector de condensador.	69
Figura 65.	Conector IAC.	69
Figura 66.	Conexión eléctrica válvula IAC.	70
Figura 67.	Conexión eléctrica relé del electroventilador.	71
Figura 68.	Conexión eléctrica relé de bomba.	72
Figura 69.	Estanqueidad.	84
Figura 70.	Atomización.	85
Figura 71.	Medidas de la maqueta.	93
Figura 72.	Peligro caliente.	96
Figura 73.	Peligro alto voltaje.	96
Figura 74.	Peligro de corte.	97
Figura 75.	Atención refiérase al manual.	97
Figura 76.	Advertencia componentes giratorios.	98
Figura 77.	Tablero de control.	98
Figura 78.	Comprobador de corriente.	102
Figura 79.	Multímetro.	103
Figura 80.	Osciloscopio.	104

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1.	123
Vista frontal del módulo.	
ANEXO 2.	123
Vista trasera del módulo.	
ANEXO 3.	124
Vista lateral del módulo.	

Resumen

Se diseñó y se construyó un módulo didáctico con simulación del funcionamiento del sistema de inyección Siemens-Hyundai para la carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial, el mismo consta con todas las partes y elementos que permiten su funcionamiento. El banco didáctico va a ser utilizado con el objetivo de fortalecer el aprendizaje teórico impartido en las aulas con los beneficios que ofrece la práctica, lo cual aportará al desarrollo, aprendizaje y formación profesional del estudiante. Este módulo fue diseñado bajo requisitos técnicos, ergonómicos y de seguridad, además se tomó en cuenta el volumen y el espacio, todo esto con la finalidad que las prácticas a realizarse sean lo más cómodas y fiables. La maqueta sirve para observar y comprobar todas las partes y elementos involucrados en el funcionamiento del sistema de inyección de combustible en condiciones reales de operación, consta de elementos y sistemas complementarios, los cuales han sido de gran utilidad para la adecuación de la misma. Las pruebas de funcionamiento del sistema de inyección se han realizado de acuerdo a los requerimientos planteados, utilizando herramientas y equipos de diagnóstico utilizadas dentro del campo automotriz, poner a prueba el sistema en diferentes rangos y condiciones de trabajo nos permite observar el comportamiento y registrar los datos que se presentan en el sistema de inyección al momento de su funcionamiento, además se pueden realizar otras prácticas como son la comprobación del sistema de alimentación de combustible y del sistema eléctrico. Se elaboró un plan de mantenimiento con la finalidad de evitar a futuro probables inconvenientes, además se creó un manual de operación en el cual se indica el modo de operación del módulo y donde se encuentran unas guías de práctica, que permiten tanto al profesor como al estudiante sacar el máximo provecho al módulo.

Abstract

We designed and built a training module with performance simulation of Siemens-Hyundai injection system for the Automotive Engineering carrier of the Faculty of Engineering Sciences of Universidad Tecnológica Equinoccial, it has all the parts and elements that allow its operation. The training bank will be used to strengthen the theoretical learning in classrooms taught the benefits of practice, which will contribute to student's development, learning and professional training. This module was designed under technical, ergonomic and safety requirements, preserving volume and space, all this in order to make practices the most comfortable and reliable. The model serves to monitor and check all parts and elements involved in the operation of the fuel injection system in real operating conditions, consisting of elements and complementary systems, which have been useful for the adaptation of it. Performance tests of the injection system have been performed according to the posed requirements, using diagnostic tools and equipment used in the automotive sphere, testing the system in different ranges and working conditions allows us to observe and record behavior data presented in the injection system at the time of its operation, other practices can be also performed such as: checking the fuel supply system and the electric system. A maintenance plan was made in order to avoid future problems, a operation manual was also created which indicates the operating mode of the module and also there are some practical guides, which allow both the teacher and the student to make the most the module.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de acceso directo a los sistemas de inyección electrónica de combustible por parte de los alumnos hace que el aprendizaje acerca de sensores, computadoras, actuadores y demás componentes del sistema de inyección sea incompleto, la limitada capacidad de medios didácticos en la carrera no permite cumplir con los requerimientos tecnológicos ni obligatorios actuales, es por esto que se da la necesidad de contar con tableros equipados para el aprendizaje que mediante la simulación y el contacto con sus elementos aporten un mejor conocimiento y formación del estudiante durante su trayectoria académica.

Actualmente la tecnología en el campo automotriz ha avanzado mucho en lo que se refiere a la gestión electrónica del motor, con la construcción de este proyecto se busca actualizar, y mantener al día los conocimientos del estudiante, acorde con el avance tecnológico en el campo de la electrónica automotriz, por lo que se propone la construcción de este módulo de entrenamiento didáctico para lograr un aprendizaje integral que va de la mano con los requerimientos de enseñanza actuales, y así formar con excelencia y liderazgo, profesionales que contribuyan con la industria, la investigación y el desarrollo tecnológico del sector automotriz.

Debido a que la carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial, pretende mejorar sus laboratorios de autotrónica, se ha considerado la necesidad de implementar un módulo didáctico que simula el funcionamiento del sistema de inyección electrónica en el cuál los alumnos puedan conocer y practicar todo acerca del funcionamiento del sistema de inyección Siemens-Hyundai. Este módulo de entrenamiento didáctico contará con todos los componentes necesarios para lograr un real y correcto funcionamiento del sistema de inyección electrónica.

Construir un módulo de entrenamiento didáctico con simulación del funcionamiento de un sistema de inyección electrónica implica diseñar una

unidad donde se pueda llevar a cabo la simulación de la inyección electrónica de combustible, también es necesario determinar los elementos y materiales a utilizar y sus cantidades. Posterior a esto se procede a instalar los diferentes componentes del sistema como son la unidad de control electrónica, los sensores, actuadores y los elementos que permiten simular el funcionamiento de un motor a gasolina.

El desarrollo de una guía de prácticas para el módulo didáctico nos permite la descripción y el análisis de la gestión electrónica en el sistema de inyección brindando un apoyo tanto al profesor como al estudiante en el proceso de aprendizaje.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1.1. SISTEMA MULTIPUNTO

En este sistema de inyección el combustible es llevado desde el tanque por medio de una bomba hacia los inyectores, quienes bajo la acción de corriente eléctrica y un comando de control electrónico, inyectan la cantidad de combustible necesaria en la admisión del motor.

La inyección multipunto incorpora una ventaja muy importante con respecto a la inyección monopunto que es la de poder distribuir de forma homogénea el combustible en el cilindro que lo necesite, lo que eleva la eficiencia de la mezcla y disminuye el consumo de combustible, esto se logra incorporando un inyector en cada uno de los cilindros en su correspondiente lugar en el múltiple de admisión. Ver figura 1.

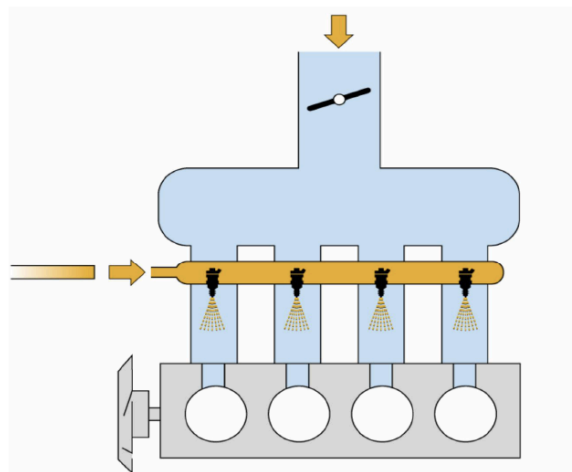


Figura 1. Sistema de inyección multipunto.
(Cise Electronics, 2011)

Para comprender el proceso de inyección de combustible, podemos mencionar, que se necesitan tres componentes básicos: el primero, el sistema de sensores que informan a la unidad de control los parámetros necesarios para una

relación ideal de mezcla; un segundo componente es la alimentación del combustible que debe llegar hasta los inyectores, lo cual prepara al sistema para mezclarlo con el aire aspirado; y el tercer elemento es el sistema de control que lo realiza la computadora, este dispositivo es el cerebro electrónico donde se encuentra la programación original con que funciona el motor, recibe las señales de los sensores, las cuales transforma en pulsos eléctricos hasta los inyectores, abriéndolos el tiempo requerido para lograr inyectar una cantidad específica de combustible.

En el siguiente gráfico se puede observar un esquema general de las principales señales que entran y salen del módulo de control electrónico ECU. Ver figura 2.

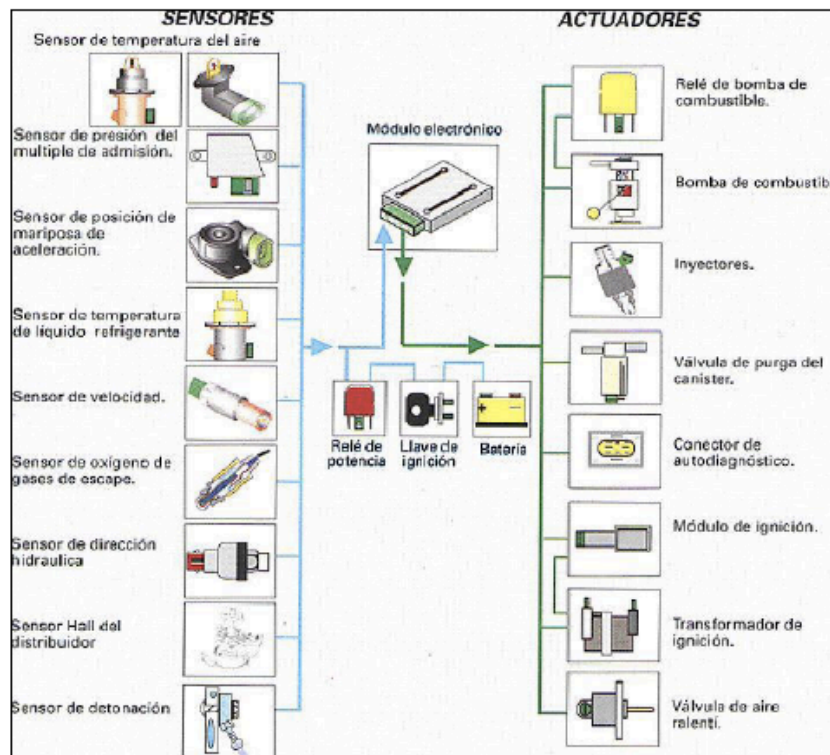


Figura 2. Componentes del sistema de Inyección MPFI.
(Cise Electronics, 2011)

2.2. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

2.2.1 ARQUITECTURA DE LA ECU

La ECU se encuentra conectada al conjunto de cables del automóvil de acuerdo a los siguientes grupos de conexiones:

Alimentación

Son los pines que se identifican con positivos permanentes de batería, positivos de ignición directos o por relés y las masas. Las masas suelen ser más de una, dado que el circuito interno tiene diferentes masas que luego se conectan a la masa del automóvil.

Pueden aparecer también masas de blindaje asociadas con el chasis, por otro lado también masas de circuitos asociados con la salida de un pin específico de la ECU. Esto se realiza para que las corrientes parásitas que se generan en el circuito tengan caminos separados y con ello mejorar el tema del ruido.

Alimentación de sensores

Son los pines de alimentación a los sensores, cuando se habla de alimentación se refiere a aquellos pines por los que la ECU provee de corriente a los sensores para su funcionamiento. Los sensores tienen también masas que toman de la ECU, a estos pines se los denomina masa de sensores.

Señales de sensores

Son los pines que están conectados con aquellos terminales de los sensores por donde estos envían su señal hacia la ECU.

Activación de relés y testigos

Son aquellos pines por donde la ECU activa relés o testigos luminosos como el foco del check Engine.

Activación de electroválvulas:

Las electroválvulas, tales como inyectores, válvulas de marcha lenta, solenoides de EGR, canister, etc., son comandados por pines específicos de la ECU.

Activación de bobinas de encendido:

Pines por donde la ECU maneja las bobinas, tanto en forma directa conmutando el negativo o en forma indirecta por medio de un módulo que puede estar fuera o dentro de las bobinas.

Comunicación:

Son los pines por donde la ECU se comunica con otros módulos incluyendo al scanner.

2.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES EN LA ECU

En general un módulo de control está compuesto por elementos periféricos y elementos de procesamiento.

Dentro de los elementos periféricos podemos encontrar los circuitos de:

Alimentación o fuente

Este circuito está diseñado para proteger el módulo y mantener un nivel de tensión estable al interior del mismo y en los elementos de procesamiento, no permite cambios en los niveles de tensión tomando en cuenta que en un automóvil el sistema de carga se caracteriza por los cambios de voltaje.

Un circuito fuente está conformado por componentes encargados de proteger, estabilizar y regular los niveles de tensión y corriente, dentro de los elementos más usuales tenemos los siguientes. Ver figura 3.

- Diodos Rectificadores.
- Condensadores.
- Reguladores de tensión.
- Varistores.
- Resistencias.

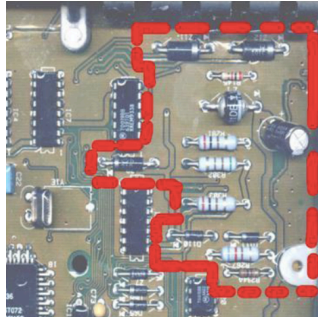


Figura 3.Circuito de alimentación ECU.
(Cise Electronics, 2011)

Una de las características con la que se puede identificar un circuito fuente es que siempre está muy cerca de los pines de conexión y además tiene los componentes de mayor tamaño puesto que manejan una cantidad de corriente considerable.

De control

Los circuitos de control dentro de un módulo electrónico están básicamente diseñados para controlar los actuadores como por ejemplo: los inyectores, las bobinas, las válvulas de marcha mínima, los relés, entre otros, estos circuitos deben cumplir con requisitos de manejo de potencia puesto que la corriente que se maneja en muchos de ellos alcanza los 5 amperios y los voltajes operados pueden llegar a picos de hasta 400 voltios, dentro de los principales componentes de estos circuitos tenemos:

- Transistores.
- Circuitos integrados de control (Drivers).

En la siguiente imagen podemos observar un circuito de control de bobinas compuesto por transistores de tipo IGBT. Ver figura 4.

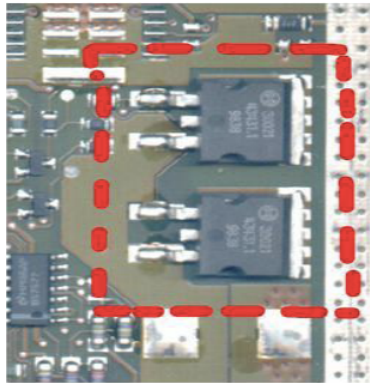


Figura 4. Circuito de control de bobinas ECU.
(Cise Electronics, 2011)

Procesamiento de Datos

En esta parte de circuito encontramos la parte lógica y operacional del módulo en donde se encuentran almacenados los datos de funcionamiento (memoria) y en donde existe un componente que es encargado de operar todos los controles y señales del módulo (procesador) estos dos componentes ayudados de muchos circuitos integrados como convertidores análogos-digitales se encargan de gestionar cada una de las funciones del módulo de control de acuerdo al requerimiento o señal enviada por parte de los sensores o sistemas que requieran una operación cualquiera del módulo. Ver figura 5.

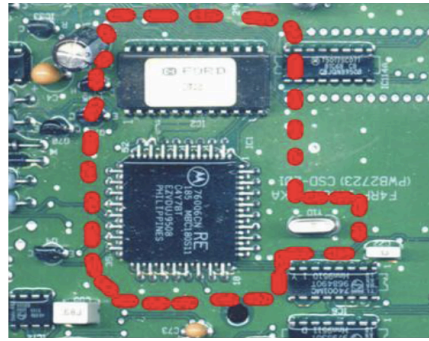


Figura 5. Elementos para el procesamiento de datos.
(Cise Electronics, 2011)

El procesador siempre se encuentra muy cercano a la memoria y cercano al procesador se va a encontrar el cristal del procesador. En algunos casos se puede encontrar que la memoria y el procesador se encuentran ubicados en un mismo componente, a este circuito integrado se le denomina micro- controlador.

2.2.3. FUNCIONAMIENTO DE LA ECU

Este dispositivo es el cerebro electrónico donde se encuentra la programación original con que funciona el motor. Básicamente, la función de la ECU es recibir información de los sensores y, en base del programa alojado en memoria, distribuirla entre los actuadores. De este modo se optimiza el rendimiento del motor entre otras funciones. La ECU es un componente que se puede dañar, romper o simplemente desprogramar; lo que origina la falla o inmovilización total del vehículo.

2.2.3.1 FUNCIONES DE LA ECU

El módulo de control electrónico realiza las siguientes funciones:

Entradas:

1. Presión del múltiple de admisión.
2. Temperatura del aire aspirado.
3. Posición de mariposa de aceleración.
4. Temperatura del líquido refrigerante del motor.
5. Contenido de oxígeno en gases escape.
6. Posición del árbol de levas.
7. Posición del cigüeñal.
8. Tensión de la batería.

Salidas:

1. Control del encendido de bobinas.
2. Control de la inyección de combustible.
3. Control de válvula del aire de ralentí.
4. Bomba de combustible.
5. Control del relé del electroventilador.

Estructura interna de la computadora:

1. Controlador de impulsos.
2. Convertidor analógico digital.
3. Microprocesador.
4. Unidad lógica de cálculo.
5. Acumulador.
6. Unidad de control.
7. Memoria RAM.
8. Memoria ROM.
9. Memoria y estructura de errores.

2.3. SENSORES

2.3.1 SENSOR DE PRESIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

Conocido también como sensor MAP por sus siglas en inglés (Manifold Absolute Pressure), este sensor se encuentra ubicado en el múltiple de admisión del motor.

Su objetivo radica en proporcionar una señal proporcional a la presión existente en el múltiple de admisión con respecto a la presión atmosférica, midiendo la presión absoluta existente en el colector de admisión, para ello genera una señal que llega hacia la ECU, reflejando la diferencia entre la presión en el interior del múltiple de admisión y la atmosférica.

Posee tres conexiones, una de ellas es la entrada de corriente que provee la alimentación al sistema, una conexión de masa y otra de salida. La conexión de masa se encuentra aproximadamente en el rango de los 0 a 0.08 voltios, la tensión de entrada es generalmente de unos 5 voltios mientras que la de salida varía entre los 0.6 y 2.8 voltios. Esta última es la encargada de enviar la señal a la unidad de mando.

Este sensor toma la presión barométrica además de la presión de la admisión obteniendo la presión absoluta de la resta de la presión barométrica y la presión creada por el vacío del cilindro. Ver figura 6.



Figura 6. Sensor de presión del múltiple de admisión.

(Serrano, 2013)

2.3.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE

El sensor de temperatura del aire conocido por IAT por sus siglas en inglés (Intake Air Temperature) tiene como función, como su nombre lo indica, medir la temperatura del aire aspirado por el motor.

Pudiéndose ajustar así la mezcla con mayor precisión, si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarreará fallas en el motor. Posee una resistencia que aumenta su voltaje proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire.

Está situado dentro de la estructura del sensor MAP y se encuentra en el múltiple de admisión. Ver figura 7.



Figura 7. Sensor de Temperatura de aire.
(Serrano, 2013)

2.3.3. SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN

Este sensor es conocido también como TPS por sus siglas en inglés (Throttle Position Sensor), está situado sobre la mariposa de aceleración.

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control. Consiste en una resistencia variable

lineal alimentada con una tensión de 5 voltios que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal.

Si no ejercemos ninguna acción sobre la mariposa entonces la señal estaría en 0.45 voltios, con una acción total sobre ésta, la señal será del máximo de la tensión con 4.6 voltios, con una aceleración media la tensión sería proporcional con respecto a la máxima, es decir 2.3 voltios. Ver figura 8.



Figura 8. Sensor de posición de mariposa de aceleración.
(Serrano, 2013)

Tiene 3 terminales de conexión, masa, voltaje de referencia y señal donde el cursor recorre una pista pudiéndose conocer según la tensión, la posición de la aleta de aceleración.

2.3.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

El sensor de temperatura de líquido refrigerante ECT por su nombre en inglés (Engine Coolant Temperature), responde a cambios que se presenten en la temperatura del anticongelante del motor. Al medir la temperatura del anticongelante del motor, la ECU sabe el promedio de temperatura del motor en general. El sensor ECT usualmente se localiza en la toma del refrigerante justo donde se encuentra el termostato.

Este sensor monitorea la temperatura del motor y manda la señal a la ECU para regular la cantidad de gasolina necesaria. Cuando el motor esta frío, es necesaria más gasolina y menos cuando está caliente. También está relacionado con el indicador del tablero indicando cuando el motor está sobrecalentado.

Cuando cierta temperatura es superada, la ECU enciende los ventiladores del radiador para enfriamiento a través de la señal enviada por este sensor.

El principio de operación está basado en un elemento resistivo tipo NTC que al aumentar la temperatura, disminuye su resistencia eléctrica, dando un comportamiento lineal y por lo tanto un valor de resistencia a cada valor de temperatura. Tiene un conector de tres terminales de conexión masa, voltaje de señal y una de salida hacia el indicador en el tablero. Ver figura 9.



Figura 9. Sensor de temperatura del líquido refrigerante.
(Serrano, 2013)

2.3.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE

Esta sonda mide el oxígeno de los gases de combustión con referencia al oxígeno atmosférico, gracias a esto la unidad de control puede regular con mayor precisión la cantidad de aire y combustible hasta en una relación 14.7:1 (a nivel del mar), contribuyendo con su medición a una mejor utilización del combustible y a una combustión menos contaminante al medio ambiente gracias al control de los gases de escape que realiza.

Situada en el tubo de escape del auto se busca en su colocación la mejor posición para su funcionamiento cualquiera sea el régimen del motor. La temperatura óptima de funcionamiento de la sonda es alrededor de los 300° C o más según Hyundai Motor Company.

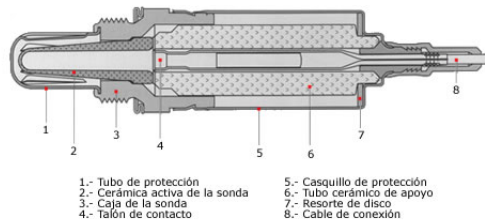


Figura 10. Diagrama del sensor de oxígeno de gases de escape.
(aficionadosalamecanica.com, 2013)

Una parte de la sonda lambda siempre está en contacto con el aire de la atmósfera (exterior al tubo de escape), mientras que otra parte de ella lo estará con los gases de escape producidos por la combustión.

Su funcionamiento se basa en dos electrodos de platino, uno en la parte en contacto con el aire y otro en contacto con los gases, separados entre sí por un electrolito de cerámica. Los iones de oxígeno son recolectados por los electrodos, cada uno de los electrodos estarán en diferentes lugares, uno al aire atmosférico y otro a los gases de escape, creándose así una diferencia de tensión entre ambos (o una diferencia nula) consistente en una tensión de 0 a 0.8 voltios. Ver figura 11.



Figura 11. Sensor de oxígeno de gases de escape.
(Serrano, 2013)

Ante una diferencia de oxígeno entre ambas secciones la sonda produce una tensión eléctrica enviándola a la unidad de control, para que ésta regule la cantidad de combustible a pulverizar.

2.3.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS

El sensor del árbol de levas es el sensor de identificación del cilindro y se utiliza a veces como referencia para medir el tiempo de la inyección secuencial del combustible. La forma de onda de la señal puede ser o una onda magnética senoidal (alterna) o como en este caso particular del oscilograma una onda tipo cuadrada. Ver figura 12.

Las características de una buena forma de onda de efecto Hall, son una conmutación limpia.



Figura 12. Sensor de posición del árbol de levas.
(Serrano, 2013)

El sensor tiene tres cables de conexión que son:

- Alimentación del sensor: 12 Voltios.
- Masa del sensor.
- Señal del sensor: 0V–5V–0V–5V

2.3.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

El CKP, por si siglas en inglés (Crankshaft Position) o sensor de posición de cigüeñal proporciona la señal con información sobre la posición del cigüeñal enviando este dato a la ECU, la cual realiza el cálculo del tiempo de inyección, de ignición y de revoluciones del motor según la señal recibida.

Es un detector magnético, el cual envía a la computadora (ECM) información sobre la posición del cigüeñal y las RPM del motor.

Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal o volante cremallera. Ver figura 13.



Figura 13. Sensor de posición del cigüeñal.
(Serrano, 2013)

2.4. ACTUADORES

2.4.1. INYECTORES

Los inyectores son electroválvulas, en su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra y que el combustible sea inyectado.

Los inyectores como se dijo anteriormente tienen una bobina en su interior. Esta bobina puede tener distintos valores de resistencia. Ver figura 14.

Por lo general en un sistema de inyección multipunto se encuentran dos tipos de bobinas de inyectores:

- Inyectores de baja resistencia: La resistencia de la bobina está comprendida entre 2 y 4 ohms.
- Inyectores de alta resistencia: La resistencia de la bobina está comprendida entre 12 y 17 ohms.



Figura 14. Inyector.
(Serrano, 2013)

Dados los avances en la electrónica, se logró incorporar un sistema que permitía inyectar el combustible en forma secuencial de acuerdo al cilindro que estaba saliendo del tiempo de escape, esto eleva aún más la eficiencia, y colocó a la ECU con completo control sobre la combustión de cada uno de los cilindros. Este tipo de inyección se llama secuencial.

Tal como se ha dicho, los inyectores de combustibles son electroválvulas, las cuales contienen el combustible a una presión que previamente fue controlada por el regulador de combustible.

Esta electroválvula es comandada directamente por el módulo electrónico de control del motor; el inyector contiene un bobinado interno el cual una vez es energizado permite el deslizamiento de un vástago, y así pasa el combustible

por medio de unas cavidades internas que finalmente lo llevan a ser pulverizado sobre la válvula dentro de múltiple de admisión. Ver figura 15.

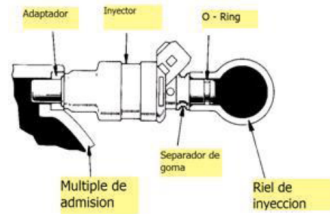


Figura 15. Diagrama de un inyector.
(Cise Electronics, 2011)

Funcionamiento

El combustible ingresa por la parte superior y pasa por un micro-filtro especial que se encuentra dentro del cuerpo del inyector, en la posición de bobinas desactivadas el resorte permite que el vástago repose en su parte inferior presionado y no permita que el combustible salga por las toberas.

Una vez que la bobina es activada, el efecto electromagnético dispone al vástago a una posición de retraído con lo cual el combustible a presión es expuesto a las toberas, con lo que se consigue su expulsión hacia el múltiple de admisión. En este proceso se logra una fina atomización necesaria para que se forme una correcta mezcla aire combustible. Ver figura 16.

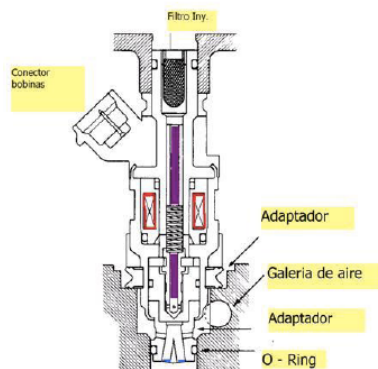


Figura 16. Estructura interna de un inyector.
(Cise Electronics, 2011)

Para la activación del inyector la ECU coloca un pulso a masa, puesto que en el circuito el inyector está fijado a un positivo de contacto. Este pulso a masa se conoce como pulso de inyección y es un dato muy importante en el análisis de los sistemas de inyección electrónica, puesto que todo el control de riqueza o pobreza para el motor está en función de cuanto tiempo actúa la ECU colocando masa a los inyectores.

2.4.2. BOBINAS DE ENCENDIDO

Sistema COP

Por su nombre en inglés (Coil On Plug), este tipo de bobinas dispone una configuración muy diferente a las demás, esta particularidad, es que no disponen de cables de altatensión, es decir van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica la resistencia a la alta tensión y se mejora la eficiencia del quemado.

La configuración más sencilla de este tipo de bobinas es en la cual se tiene dos pines de conexión, por lo tanto el comando de ellas va a estar dado por la ECU a través de pulsos, en este caso tenemos un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro. Ver figura 17.



Figura 17. Bobina independiente.

(Serrano, 2013)

En la figura 18 analizamos el esquema eléctrico de esta bobina vamos a encontrar un positivo y una señal (pulsos provenientes de la ECU).

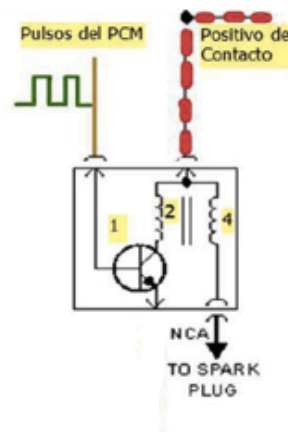


Figura 18. Esquema eléctrico de una bobina independiente.
(Cise Electronics, 2011)

En este esquema se puede apreciar que la bobina tiene 2 conectores, en los cuales se pueden encontrar un positivo de contacto o ignición, y una serie de pulsos provenientes de la ECU, cada uno de estos pulsos logra excitar la base del transistor y de esta forma lograr unir el colector con el emisor el cual está anclado a masa, de esta manera se satura la bobina y se genera la chispa.

En (1) encontramos el transistor de potencia, en (2) se tiene el devanado primario y en (4) se tiene el secundario el cuál termina con un circuito a masa a través de la bujía. Ver figura 18.

2.4.3. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ

Existe en el cuerpo de aceleración o en el múltiple de admisión un mecanismo que permite regular una entrada de aire adicional, que funciona como una regulación de la marcha mínima. Puesto que la posición de la mariposa cerrada dispone de una pequeña luz, por la cual no puede pasar aire al motor, es

necesario incorporar esta válvula para que el motor pueda seguir en marcha cuando no está oprimido el pedal del acelerador. Esta válvula es conocida como IAC por sus siglas en inglés (Idle Air Control). Ver figura 19.



Figura 19. Válvula de control de aire de ralentí.

(Serrano, 2013)

Esta válvula tiene un mecanismo interno que permite paso de aire de acuerdo a la revoluciones de marcha mínima del motor.

La ECU se encarga de controlar la válvula mediante un ciclo de trabajo, esta válvula deja pasar aire de la zona anterior a la mariposa hasta la posterior, compensando las RPM del motor de acuerdo a las condiciones de solicitud de carga en marcha lenta como por ejemplo: A/C, dirección hidráulica o carga eléctrica.

Otra condición importante es que la ECU esté completamente segura que el motor se encuentra en marcha mínima, para esto utiliza la señal del TPS, la cual se debe encontrar dentro de los valores específicos (0.45V).

2.4.5. ELECTROVENTILADOR

El electroventilador es un dispositivo eléctrico que sirve mantener la temperatura de funcionamiento del motor.

Tiene un motor eléctrico que mueve un sistema de paletas para bajar la temperatura del motor a los rangos normales de operación, que está alrededor de los 90°C, la ECU recibe la señal del sensor de temperatura del refrigerante que le indica que el motor está sobrepasando la temperatura de funcionamiento, esta procesa la información y envía una orden de activación al relé que a su vez activa el motor eléctrico. Ver figura 20.



Figura 20. Electroventilador.
(Serrano, 2013)

2.4.6. BOMBA DE COMBUSTIBLE

Suministra combustible a alta presión a la riel en todos los regímenes de funcionamiento del motor. Mantiene una reserva de combustible a presión para la puesta en marcha del motor. Ver figura 21.



Figura 21. Bomba de combustible eléctrica.
(Serrano, 2013)

La bomba funciona cuando se activa la llave de encendido, el combustible es impulsado desde el tanque, pasa por un acumulador y luego por un filtro, hasta llegar al riel de inyectores, da vuelta y retorna hacia el tanque de combustible, pero antes tiene que someterse al regulador de presión, el cual mantiene la presión en el sistema, y donde el excedente continúa su recorrido hacia el tanque. Ver figura 22.

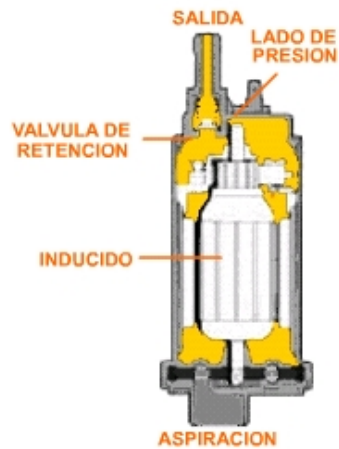


Figura 22. Diagrama de una bomba de combustible eléctrica.
(mecanicadeautos.info, 2013)

2.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

2.5.1 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

El tanque de combustible es un contenedor para almacenar gasolina. Está ubicado en la parte inferior del vehículo y tiene una capacidad de 13 galones (Hyundai Accent). Un medidor de nivel de combustible o dispositivo similar sirve para indicar la cantidad de combustible remanente y es instalado en el tanque. Placas divisorias son también instaladas en el tanque a fin de prevenir que el combustible produzca oleaje hacia atrás o hacia adelante cuando el vehículo se detiene o cuando acelera repentinamente. Ver figura 23.



Figura 23. Depósito de combustible.

(Serrano, 2013)

2.5.2. FILTRO DE COMBUSTIBLE

El filtro de combustible es un elemento encargado de proteger el sistema de alimentación, eliminando las impurezas del combustible.

Está situado en el sistema de alimentación, entre la bomba de combustible y la tubería de alimentación a los inyectores, bloquea todas las partículas mayores a 8 micras. En un sistema electrónico de inyección de combustible, el filtro de gasolina debe soportar una presión de hasta 6 bares y garantizar un umbral de filtración entre 3 y 5 micras. Un combustible filtrado favorece el aumento de las prestaciones y de la vida útil del motor. Ver figura 24.



Figura 24. Filtro de combustible.

(Serrano, 2013)

2.5.3. TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN

La tubería de alimentación es de manguera flexible; se fabrica de caucho sintético y de tejido. El grosor de la cañería o manguera depende del régimen de consumo del motor. Ver figura 25.



Figura 25. Tubería de combustible.
(Serrano, 2013)

2.5.4. RIEL DE INYECTORES

La misión de la riel es almacenar combustible a alta presión, está construida de plástico forjado para soportar las altas presiones a las que se ve sometida. El volumen de combustible que entra en una riel depende de la cilindrada del motor que va a alimentar. Ver figura 26.



Figura 26. Riel de inyectores.
(Serrano, 2013)

2.5.5. ACUMULADOR DE COMBUSTIBLE

La riel de inyectores está construida de forma tal que solo tiene entrada de combustible, no cuenta con orificio de retorno, por esto es necesario la incorporación de un acumulador de combustible que hace que la riel se mantenga siempre con la cantidad necesaria de combustible para asegurar un correcto arranque del motor bajo cualquier circunstancia. Actúa de forma similar que un regulador de presión. Ver figura 27



Figura 27. Acumulador de combustible.

(Serrano, 2013)

2.5.6. REGULADOR DE PRESIÓN

Su función es mantener constante la presión del combustible en todo el sistema de alimentación, permitiendo un funcionamiento óptimo del motor cualquiera que sea su régimen. Este dispositivo posee flujo de retorno, al sobrepasarse el límite de presión actúa liberando el circuito de retorno hacia el mismo tanque de combustible, para esto cuenta con un vástago que se comprime y se retrae y una válvula que permite o no el paso de combustible. Ver figura 28.



Figura 28. Regulador de presión.

(Serrano, 2013)

2.6. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN

2.6.1. CIRCUITO DE ENCENDIDO

Estos circuitos permiten producir altos voltajes para generar la chispa en las bujías, estos pueden ser de hasta 40.000 voltios, además de que permiten tener mejor respuesta a altas revoluciones.

Bobina de encendido

La finalidad de esta es elevar la tensión eléctrica a partir de una baja tensión, para conseguir una diferencia de tensión que creará la chispa en el electrodo de la bujía. La bobina de ignición suministra continuamente voltaje a las bujías. El módulo de control del motor comanda el circuito de la bobina, esto permitirá que la corriente fluya a través de los bobinados para que el tiempo de encendido sea el adecuado.

Cuando la ECU comanda el circuito de ignición para que se apague, esto interrumpirá el flujo de corriente a través de los devanados de la bobina primaria. El campo magnético creado por los devanados de la bobina primaria se inducirá a través de los devanados de la bobina secundaria, los cuales

inducen el pico del voltaje. El voltaje de la bobina secundaria viaja del terminal de salida de la bobina hacia la bujía y de la apertura de la bujía al bloque del motor.

Condensador

El condensador es un componente eléctrico que contiene dos conductores, que son separados por un dispositivo llamado dieléctrico. Los dieléctricos son aislantes que se polarizan cuando se les aplica un campo eléctrico. Cuando el voltaje fluye a través de los dos conductores, un campo eléctrico se genera en los dieléctricos y estos almacenan energía. Ver figura 29.



Figura 29. Condensador.
(Serrano, 2013)

Bujía

La misión de las bujías es transmitir energía eléctrica y producir la chispa por medio de sus electrodos para que pueda realizarse la inflamación de la mezcla. Una cantidad suficiente de voltaje se debe proveer al sistema de ignición para que pueda generar la chispa a través de la bujía.

La bujía está formada por un cuerpo metálico que se enrosca en la culata y que tiene unido un electrodo de masa. En el interior del cuerpo está el electrodo positivo recubierto por un aislante cerámico, los extremos del electrodo positivo

están descubiertos, el superior permite la conexión con la bobina y el inferior permite el salto de la chispa al electrodo negativo. Ver figura 30.



Figura 30. Bujía.
(Serrano, 2013)

El tipo de bujía que utiliza este sistema es BKR5-11 y nomenclatura es descrita a continuación. Ver figura 31.

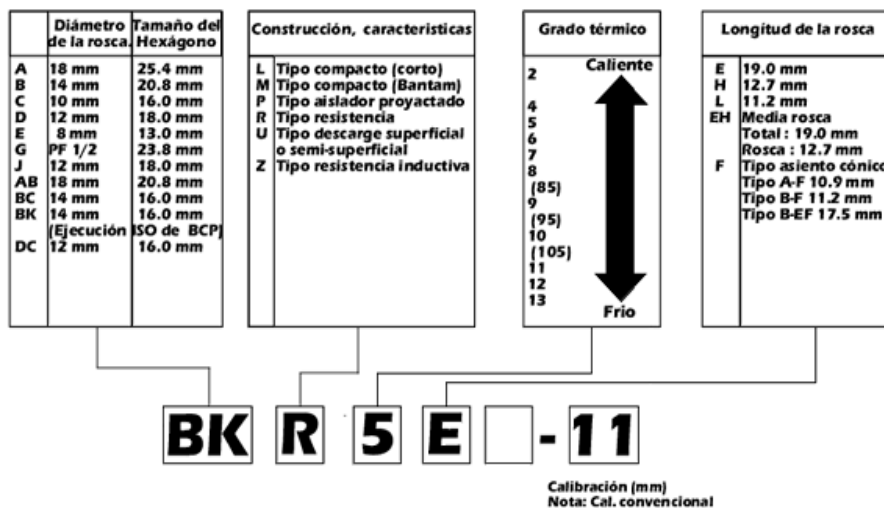


Figura 31. Nomenclatura de la bujía.
(todoparaharley.com, 2013)

Indicador de Revoluciones

El indicador de revoluciones sirve para indicar, en forma directa, la velocidad de rotación del motor, independiente de la velocidad del vehículo, está conectado de forma electrónica al motor del automóvil.

En el tacómetro electrónico la velocidad es determinada por la activación de las bobinas de encendido, la ECU procesa esta información y envía una señal la cual es convertida dentro del tacómetro para ser indicada a través de una aguja que gira sobre un semicírculo de números. Ver figura 32.



Figura 32. Indicador de revoluciones.
(Serrano, 2013)

2.6.2. CIRCUITO DE ARRANQUE

Batería

Es la fuente de poder para el sistema eléctrico del vehículo, suministra energía para arrancar el sistema de inyección y para hacer funcionar los demás sistemas del vehículo.

Interruptor de arranque

Este interruptor permite cortar la corriente al cerrarlo y al abrirlo deja circular la corriente hacia el sistema de inyección.

Relé de arranque

Tiene dos funciones, como un relé normal, es decir para conectar y desconectar un circuito eléctrico. También tiene la misión de activar la ECU para que el sistema de inyección pueda arrancar.

2.7. COMPONENTES E INSTRUMENTOS DE SIMULACIÓN

2.7.1. MOTOR ELÉCTRICO

Su función es la de proporcionar un giro que simule al que realiza un motor convencional, para lograr esto se utilizó un motor eléctrico de velocidad variable el cual es activado mediante un pedal, dentro del pedal encontramos un mecanismo de resistencia variable que restringe o aumenta el flujo de energía hacia el motor lo que permite hacerlo girar a diferente régimen, otra ventaja que ofrece este tipo de motor es que nos permite simular una aceleración progresiva igual a la de un motor de serie ya que sus resistencia varía de acuerdo a la posición que tenga el pedal, es decir, si aceleramos levemente el motor gira a bajas rpms, pero si lo aceleramos a fondo este alcanzará altas rpms. Ver figura 33.



Figura 33. Motor eléctrico y pedal.

(Serrano, 2013)

2.7.2. RUEDA DENTADA

Este componente representa a la rueda dentada que se encuentra ubicada en la parte posterior del cigüeñal del motor, esta rueda está fabricada en aluminio cuenta con 58 dientes y un espacio faltante de dos dientes el cual indica el punto muerto superior en el cilindro número uno, la función principal que cumple es indicar al CKP que existe giro en el motor, para que este envíe una señal a la ECU y esta con su programación pueda activar todos los componentes necesarios para el encendido desde cero o para que el motor se mantenga en funcionamiento.

Además en esta rueda se ha acoplado un eje que nos permite la simulación del movimiento y de la señal que recibe el sensor CMP, ya que por cada vuelta del motor el CMP cuenta dos vueltas en el árbol de levas. Ver figura 34.



Figura 34. Rueda dentada.

(Serrano, 2013)

2.7.3. CUERPO DE ACELERACIÓN

El cuerpo de aceleración es donde está ubicada la aleta de aceleración y el sensor TPS, en un motor a gasolina convencional es allí por donde ingresa el

aire al múltiple para posteriormente ser combustionado, el sensor TPS lee la posición de la aleta y le informa a la ECU para que esta realice los cambios necesarios; observar la posición de la aleta es muy fácil en un motor de serie, pero no podemos hacerlo siempre, ya que se necesita que el aire que ingresa al motor sea filtrado previamente para evitar daños en el interior del mismo.

El cuerpo de aceleración representado en este proyecto nos permite observar sin ningún inconveniente el movimiento de la aleta sin dañar a ningún elemento del motor, además su mecanismo de accionamiento está conectado al pedal del motor eléctrico logrando así mostrar una correcta posición de aceleración dependiendo de la carga del motor. Ver figura 35.



Figura 35. Cuerpo de aceleración.
(Serrano, 2013)

2.7.4. PROBETAS

El conjunto de probetas representa los cilindros de un motor, a través de estos elementos podemos observar lo que ocurre cuando un inyector se activa, además podemos darnos cuenta de cual es el orden que tiene programado la ECU para su activación, en las probetas podemos medir cuanto combustible se

consume durante cierto tiempo y a determinada carga de aceleración. Ver figura 36.



Figura 36. Probeta.
(Serrano, 2013)

3. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO Y UBICACIÓN DE SUS ELEMENTOS

3.1. DISEÑO

En el proceso de diseño del módulo se tomaron en cuenta consideraciones en lo funcional, lo estético y en la seguridad. Este proceso tomó fases de investigación, análisis, pruebas, ajustes y modelado utilizando programas de diseño informático en tres dimensiones, se integraron los requisitos técnicos con la ergonomía que comprende: materiales, forma, color, volumen y espacio; todo esto se lo hizo pensando en que las prácticas a realizarse sean lo más cómodas y fiables. Ver figura 37.

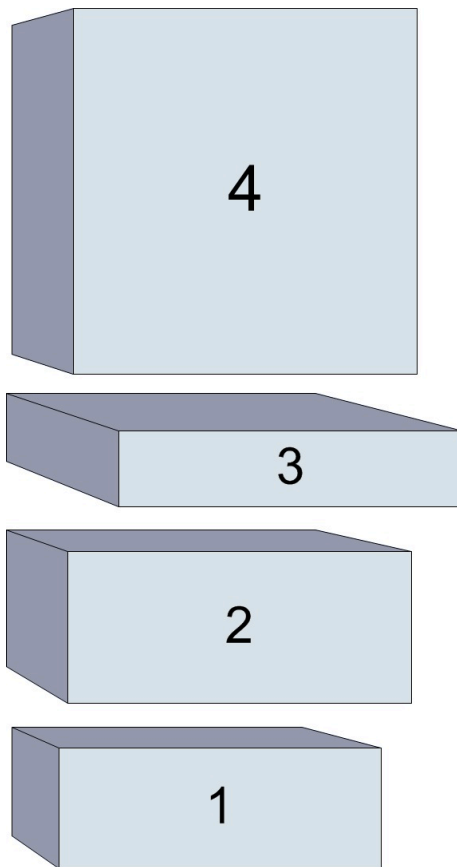


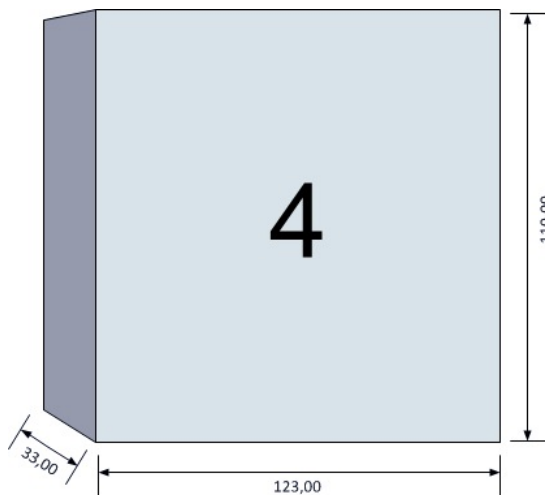
Figura 37. Partes del módulo.

(Serrano, 2013)

El módulo está distribuido en cuatro partes, donde se consideró la mejor ubicación para sus elementos, ya que la estructura debe soportar componentes pesados como la batería y el tanque de combustible. La primera parte corresponde a la parte inferior del módulo, esta se encuentra reforzada y es donde también se ubica el pedal de accionamiento del acelerador, la segunda parte corresponde al espacio donde se ubica la batería y el tanque de combustible, la tercera es donde están los controles y por último la cuarta es donde están ubicados el arnés y los componentes del sistema de inyección.

3.2. MEDIDAS Y TAMAÑO

Para el dimensionamiento del banco, se tomó en cuenta factores importantes como el peso y la medidas de los elementos que componen el sistema, también se calculó en base a la medida del arnés y según su disposición en un motor real; además de los factores descritos anteriormente se utilizó la distribución de espacios todo esto para que ningún componente quede sobrepuesto de otro y para que en lo visual todo quede equitativamente distribuido. Ver figura 38.



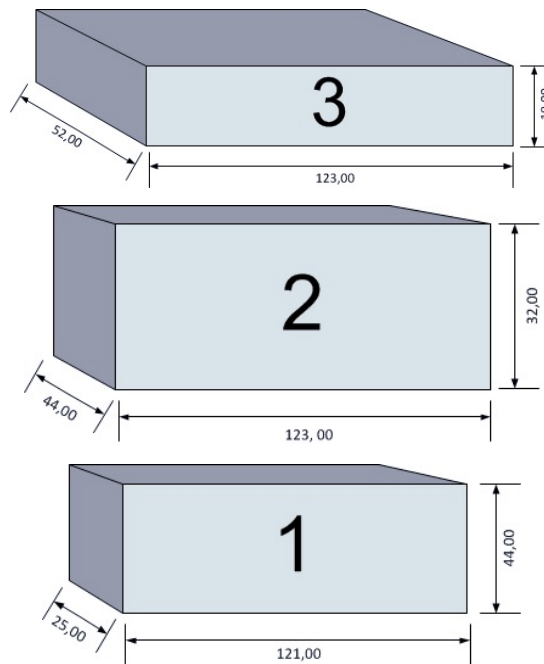


Figura 38. Medidas del módulo.

(Serrano, 2013)

La estructura resultante alcanza 1.86 m de altura, medida que una persona estándar puede visualizar correctamente sin hacer ningún esfuerzo. Las dimensiones en planta son de 1,23 m de largo por 52 cm de ancho, la altura de los controles está a 76 cm del suelo, medida que se utiliza en la fabricación de muebles la cual oscila entre 75 y 80 cm, con esto se logra un módulo que permite una fácil manipulación y movimiento. Ver tabla 1.

Tabla 1. Medidas del módulo.

Altura	1.86 m
Largo	1.23 m
Ancho	52 cm
Peso	44 kg

(Serrano, 2013)

3.3. APLICACIÓN Y UTILIDAD

3.3.1. APLICACIÓN

El banco didáctico, tendrá aplicación directa en el laboratorio de autotrónica para práctica, observación y aprendizaje de los estudiantes. En este banco se podrá observar como trabaja el sistema de inyección y sus diferentes componentes, además se podrá comprobar los voltajes y rangos de trabajo de sensores y actuadores además de las fallas que se presentan al retirar o interrumpir los elementos del sistema, para que de esta manera los alumnos puedan desarrollar sus capacidades de diagnóstico y tengan nociones del funcionamiento del sistema.

3.3.2 UTILIDAD

La utilidad del banco didáctico se encuentra determinada por factores que intervienen directamente en su manejo, como son:

El conocimiento que se tenga acerca del principio de funcionamiento del sistema de inyección.

El método de enseñanza que se emplee, es decir, dependerá de la importancia que el profesor de a la enseñanza práctica.

El equipo auxiliar de diagnóstico y verificación que se utilice como apoyo en las prácticas.

La enseñanza se consolida con la práctica realizada en los talleres o laboratorios automotrices, y por la diversidad de trabajos realizados en el patio. La práctica no siempre va de la mano con el proceso logrado en las aulas, es

por esto que se debe poner especial atención en lo que se puede lograr en los laboratorios.

Para acercar a los estudiantes un poco más hacia la realidad y que se pueda mejorar el laboratorio de autotrónica se ha creado la necesidad de construir el “Banco didáctico de simulación” el mismo que será de gran utilidad para realizar prácticas en las que se obtendrán datos reales a distintos regímenes y condiciones de funcionamiento. Puesto que el banco ha sido diseñado para lograr que el alumno pueda entender y experimentar el principio de funcionamiento de un sistema de inyección logrando así el complemento óptimo para la enseñanza en las aulas.

3.4. CONSTRUCCIÓN

El banco didáctico, está compuesto por un sistema de inyección electrónica que trabajará a través de simulación, este sistema está montado en una estructura de madera de tipo melamínico.

El banco está formado por los siguientes materiales:

Estructura

Plancha de melamínico 15mm.

Plancha de madera triplex 5mm.

PVC para melamínico.

Pernos.

Soporte de rueda dentada

Porta rodamiento.

Rodamiento 6011.

Platinas en “L” de 2 mm.

Pernos.

Soporte probetas

Moldes de madera triplex.

Bases de probeta.

Pernos.

Soportes ECU, sensores y actuadores

Platina 2mm

Soportes de tubería plástica

Pernos

3.4.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

La estructura está construida en madera tipo melamínico por su facilidad de trabajo, a fin de garantizar la accesibilidad y facilidad para realizar las prácticas sin problemas.

El mismo consta de piezas previamente cortadas, estas se encuentran unidas entre sí mediante pernos autoroscantes para madera, cuenta con cuatro puntos de apoyo sobre el piso, y con el objeto de poder trasladar la estructura de un lugar a otro, se han colocado en las bases de la estructura ruedas en cada una de sus esquinas.

Medición y corte

El proceso de medición se lo realizó de acuerdo a las medidas obtenidas en el diseño del módulo, las formas que tienen las piezas y accesorios complementarios que forman la estructura fueron dibujadas y calculadas de acuerdo al diseño inicial.

Posterior al proceso de medición se realizó el corte de las piezas previamente dibujadas, esto se lo realizó con la ayuda de una sierra de mesa la cual nos permite un corte preciso y no produce daño a los filos de la madera; para el corte de piezas más pequeñas y de mayor complejidad se utilizó una caladora, la misma que al usar sierras de precisión nos permite un mejor acabado.

Unión y Acabados

Para la unión de las piezas se utilizó pernos autoroscantes de 2" para madera, debido a la facilidad y suavidad del material se utilizaron herramientas básicas para este proceso, además, para asegurar la unión se aplicó cola en todas las uniones. El último paso del proceso constructivo es el acabado que consiste en aplicar cinta de PVC en todos los lugares donde la madera queda expuesta, para esto se utiliza cemento de contacto y un tiempo de secado de 30 minutos.

Tablero de control

Está construido en la misma estructura de madera, es donde se encuentran los elementos de control y sus respectivas conexiones eléctricas, se apoya sobre la estructura principal en tres puntos de apoyo dos laterales y un frontal.

3.5. DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL MÓDULO

3.5.1. SISTEMA DE INYECCIÓN

La unidad de control electrónica junto a los demás componentes del sistema de inyección (sensores y actuadores) forma un conjunto que se encuentra ubicado en la parte más grande y sobresaliente del módulo ya que es componente principal del proyecto de tesis. Este sistema está dispuesto de manera que cada

uno de sus subsistemas tenga un desempeño ideal, garantizando así la vida útil de proyecto. Ver figura 39.



Figura 39. Sistema de inyección ubicado en el módulo.
(Serrano, 2013)

3.5.2. CAJA DE FUSIBLES

Por razones de facilidad de acceso y de reemplazo la caja de fusibles está ubicada en la parte trasera del módulo y se puede ingresar a esta de forma directa, en el caso de existir alguna anomalía. Además en esta parte se encuentra el cableado principal y los relés de mando aprovechando adecuadamente el espacio existente. La caja de fusibles y los relés están ubicados adecuadamente para facilitar su visualización. Ver figura 40.

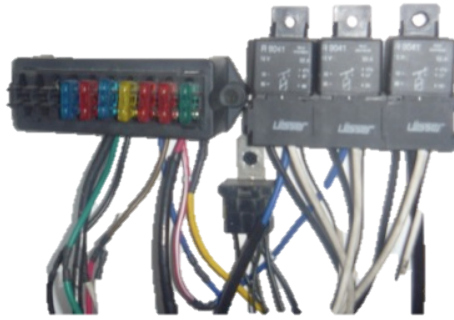


Figura 40. Fusibles.
(Serrano, 2013)

3.5.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación está configurado a través de la parte trasera de la maqueta, atraviesa cada uno de los componentes del sistema de inyección, este está activado mediante un relé para protegerlo. El tipo de foco utilizado es un LED de 12V. Ver figura 41.



Figura 41. Led de iluminación.
(www.hero-ledstore.com, 2013)

3.5.4. TABLERO DE INSTRUMENTOS

En el tablero de instrumentos están ubicados los mandos que gobiernan cada una de las funciones del módulo, es por esto que es necesario que el acceso a esta parte sea cómodo, fácil y que se pueda regular cada una de las acciones que se va a realizar. Por motivos de accesibilidad y estética los elementos del

tablero de instrumentos están en la parte delantera de la maqueta de madera, logrando optimizar los espacios, las distancias y las conexiones existentes entre elementos. Ver figura 42.



Figura 42. Tablero de instrumentos.

(Serrano, 2013)

3.5.5. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

Se consideró que lo más conveniente fue colocar el tanque de combustible en la parte inferior de nuestra maqueta didáctica, tomando en cuenta dos factores principales; el primero que es la seguridad de los operarios de la maqueta en todas las etapas de simulación, y el segundo que no exista interferencia del sistema de alimentación con los demás sistemas y componentes del módulo.

3.5.6. BATERÍA

La disposición de la batería fué escogida para facilitar la alimentación de los elementos eléctricos y electrónicos que se emplearon en la realización de la maqueta, la ubicación de la batería garantiza que no sufra cambios en su temperatura, debido a que no está expuesta a mayores cambios de esta, también es importante señalar que la sujeción de la batería y su ubicación elimina vibraciones u oscilaciones producidas por los elementos móviles del motor.

3.5.7. CUERPO DE ACELERACIÓN

Está dispuesto en la parte inferior izquierda de la maqueta en la parte donde está todo el sistema, se lo ubicó en este lugar por estar alineado con el pedal de accionamiento y porque facilita el movimiento del cable de conexión que puede salir y retornar sin ningún problema.

3.5.8. PROBETAS

El conjunto formado por cuatro probetas que representan cada uno de los cilindros del motor se encuentra en la parte central del módulo, está sujeto a la estructura por medio de moldes que están unidos a la madera, los tubos se unen a sus bases por medio de pernos autoroscantes. Ver figura 43.



Figura 43. Probetas ubicadas en el módulo.

(Serrano, 2013)

3.5.9. MOTOR ELÉCTRICO

Un soporte metálico con platinas ubicado en la parte posterior y unido mediante pernos a la estructura, es el encargado de sostener el motor y permitir el giro del eje que está conectado a la rueda dentada, para evadir las vibraciones generadas en el motor y el eje, se colocó un rodamiento en el soporte, este absorbe las vibraciones y permite un giro balanceado del eje.

3.5.10. PEDAL

El pedal de accionamiento del sistema está ubicado en la parte inferior del módulo para que los operadores pueden fácilmente accionarlo con tan solo pisar con el pie, este pedal está unido a la estructura mediante platinas y está sujetado con pernos.

3.5.11. RUEDA DENTADA

La rueda dentada se encuentra en la parte central donde está ubicado el sistema de inyección, la misma que está unida a un eje que permite su giro mediante una placa y pernos, la rueda no está unida directamente a la estructura, sino, se sostiene en un soporte que mediante pernos está sujeto en la parte trasera del módulo.

3.5.12. BOMBA DE RETORNO DE COMBUSTIBLE

Está sujeta en la parte trasera de la estructura, justo por detrás de donde se encuentran las probetas, una platina y dos pernos permite su correcta sujeción, también forman parte de este conjunto tuberías que permiten el retorno del combustible hacia el tanque, y una válvula antiretorno para evitar que la bomba se quede sin combustible y por ende que no sufra daños. Ver figura 44.



Figura 44. Bomba de retorno de combustible.
(Serrano, 2013)

3.6. CONEXIONES ELÉCTRICAS

3.6.1. TERMINALES DEL CONECTOR DE LA ECU

La unidad de control electrónica del motor cuenta con un conjunto de terminales o “pines” que son los que llevan o traen la información hacia la misma, la cual es procesada para que el motor tenga un correcto funcionamiento.

Este elemento está unido a un conector plástico que ofrece protección contra la suciedad y humedad, además asegura la correcta conexión con el arnés de cables que es por donde se transmite la información. Ver figura 45.

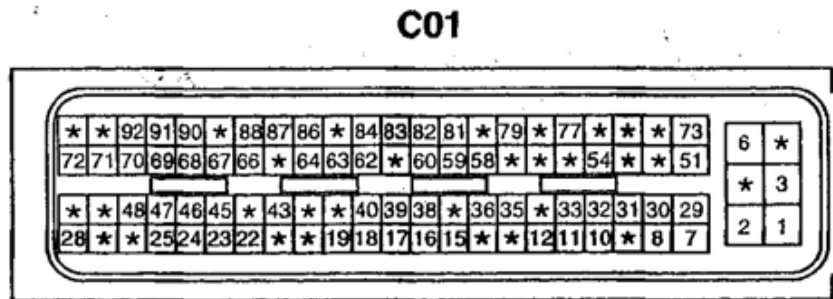


Figura 45. Conector principal ECU.
(Hyundai Motor Company, 2005)

A continuación se muestra cada terminal con su respectivo nombre. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Terminales de la ECU.

TERMINAL	NOMBRE	TERMINAL	NOMBRE
1	Activación CIL 1	48	Testigo indicador de INMO
2	Masa	49	-
3	Activación CIL 3	50	-
4	-	51	Masa
5	-	52	-
6	Entrada de activación relé principal	53	-
7	Activación CIL 4	54	Señal sensor 02
8	Presostato A/C	55	-
9		56	-
10	Señal interruptor EPS	57	-
11	-	58	Velocidad rueda "A" (ABS)
12	Puesta a masa sensor TPS	59	Alimentación
13	-	60	Alimentación sensor TPS
14	-	61	-
15	Puesta a masa sensor MAP	62	CAN bajo
16	Puesta a masa de motor	63	Señal sensor CMP

17	Puesta a masa sensor CMP	64	Señal de velocidad
18	línea INMO	65	-
19	Señal sensor MAP	66	Señal de activación relé luneta
20	-	67	Señal de RPM
21	-	68	Control de inyector N.- 4
22	Control del relé principal	69	-
23	Control del relé del ventilador	70	Indicador luz MIL
24	Control inyector N.- 3	71	Calefacción sensor
25	Control IAC (cerrar)	72	Calefacción sensor 02 (-)
26	-	73	Masa
27	-	74	-
28	Control del relé del ventilador	75	-
29	Activación CIL 2	76	-
30	Señal ON A/C	77	Señal sensor ECT
31	Interruptor de faros	78	-
32	-	79	Velocidad rueda "B" (ABS)
33	Masa	80	-
34	-	81	Alimentación sensor MAP
35	Puesta a masa sensor ECT	82	Voltaje de batería
36	-	83	Entrada ON/START

37	-	84	CAN alto
38	Puesta a masa sensor 02	85	-
39	Señal sensor TPS	86	Puesta a masa sensor CKP
40	-	87	Señal sensor CKP
41	-	88	Señal de consumo de corriente
42	-	89	-
43	Señal sensor IAT	90	Control IAC (abrir)
44	-	91	Control de inyector N.- 1
45	Control de relé A/C	92	CVVT
46	Control de relé de bomba	93	-
47	Control inyector N.- 2	94	-

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.6.2. CABLEADO

El sistema eléctrico de un automóvil cuenta con varios mazos de cables, en este caso se está usando el mazo número uno llamado “mazo de control del motor” identificado con la letra “E”, se encuentra ubicado en el compartimiento del motor, está formado por varios grupos de cables, conectores y uniones de cableado.

A continuación se muestra un gráfico del mazo de cables donde también se indican sus conectores que serán descritos posteriormente. Ver figura 46.

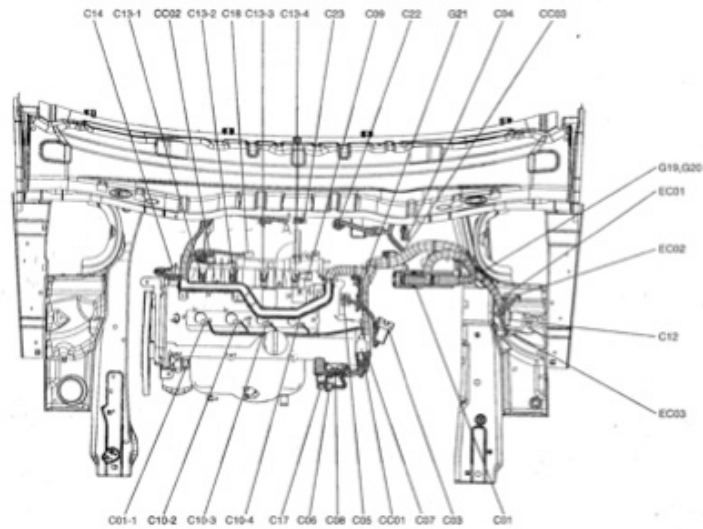


Figura 46. Conectores presentes en el mazo de cables.
(Hyundai Motor Company, 2005)

3.6.3. CONECTORES

La diferenciación entre los conectores macho y hembra se determina por la forma del terminal y más no por el conector. Los terminales machos se numeran de izquierda a derecha y los terminales hembra viceversa. Ver figura 47.

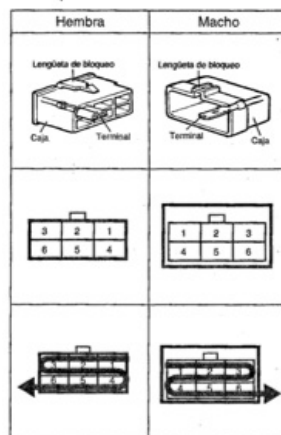


Figura 47. Vista y orden de numeración de los conectores.
(Hyundai Motor Company, 2005)

3.6.4. CÓDIGO DE COLORES

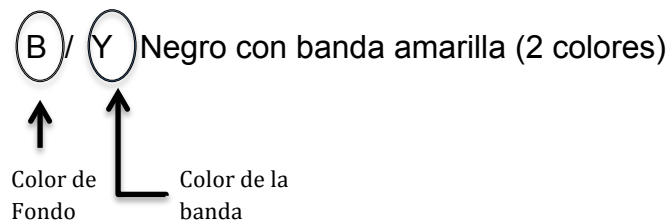
Abreviaturas del color de los cables

Las siguientes abreviaturas se utilizan para identificar los colores de los cables en los esquemas de los circuitos. Ver tabla 3.

Tabla 3. Código de colores.

SÍMBOLO	COLOR DEL CABLE	□
B	Negro	■
Br	Marrón	■
G	Verde	■
Gr	Gris	■
L	Azul	■
Lg	Verde claro	■
T	Tawny(tostado)	■
O	Naranja	■
P	Rosa	■
R	Rojo	■
W	Blanco	□
Y	Amarillo	■
Pp	Púrpura	■
LI	Azul claro	■

(Hyundai Motor Company, 2005)



3.7. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS SENSORES

3.7.1. SENSOR DE PRESIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

El sensor MAP está conformado por un conector de cuatro cables. Ver figura 48.

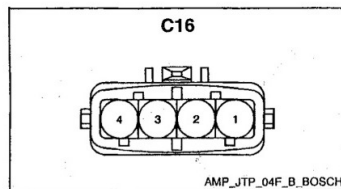


Figura 48. Conector sensor MAP.
(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se puede observar la conexión del sensor MAP con respecto a la ECU. Ver tabla 4

Tabla 4. Cables sensor MAP.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Masa	Azul	19
2	Alimentación	Naranja	81
3	Señal IAT	Verde	43
4	Señal	Rosado	15

(Hyundai Motor Company, 2005)

El circuito eléctrico del sensor de presión absoluta se lo puede apreciar en la figura que se ilustra a continuación. Ver figura 49.

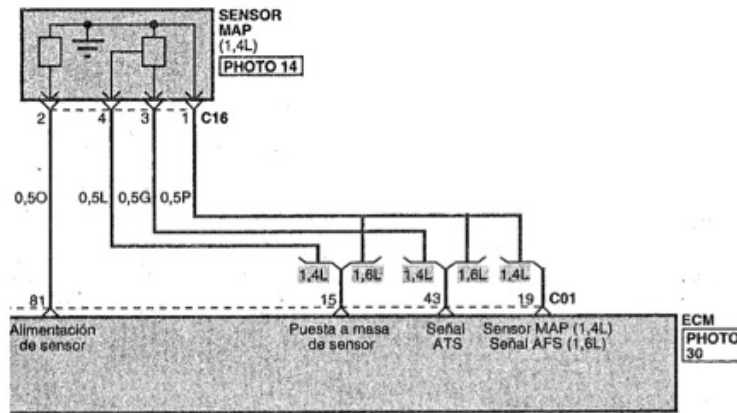


Figura 49. Conexión eléctrica sensor MAP.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.7.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE

El sensor de IAT se encuentra incorporado dentro de la estructura del sensor MAP, donde comparte la puesta a masa del sensor y donde su señal hacia la ECU es independiente.

3.7.3 SENSOR DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN

El sensor TPS está formado por un conector de tres cables. Ver figura 50.

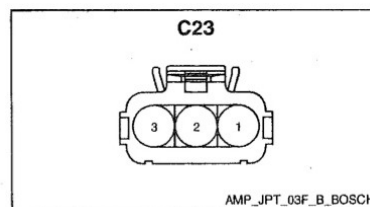


Figura 50. Conector sensor TPS.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se puede apreciar la conexión del sensor TPS con respecto a la ECU. Ver tabla 5.

Tabla 5. Cables sensor TPS.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Señal	Amarillo	39
2	Alimentación	Verde	60
3	Masa	Azul	12

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la figura siguiente se puede observar el circuito eléctrico del sensor de posición de la mariposa de aceleración. Ver figura 51.

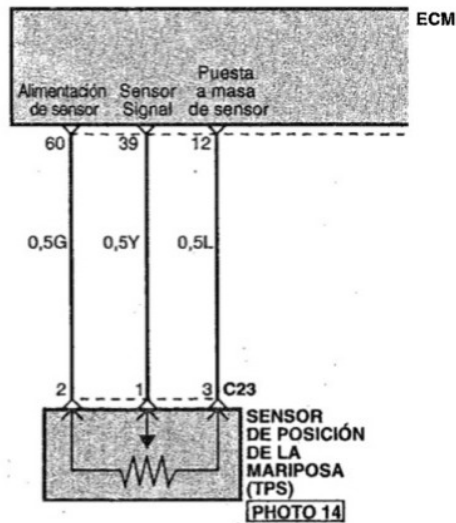


Figura 51. Conexión eléctrica sensor TPS.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.7.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

El sensor ECT cuenta con un conector de tres cables. Ver figura 52.

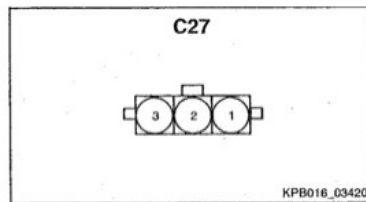


Figura 52. Conector sensor ECT.

(Hyundai Motor Company, 2005)

La siguiente tabla indica la conexión del sensor ECT con respecto a la ECU. Ver tabla 6.

Tabla 6. Cables sensor ECT.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Señal	Rosado	77
2	Señal Tablero	Verde	
3	Masa	Negro	35

(Hyundai Motor Company, 2005)

El circuito eléctrico del sensor de temperatura del refrigerante se puede observar en la siguiente figura. Ver figura 53.

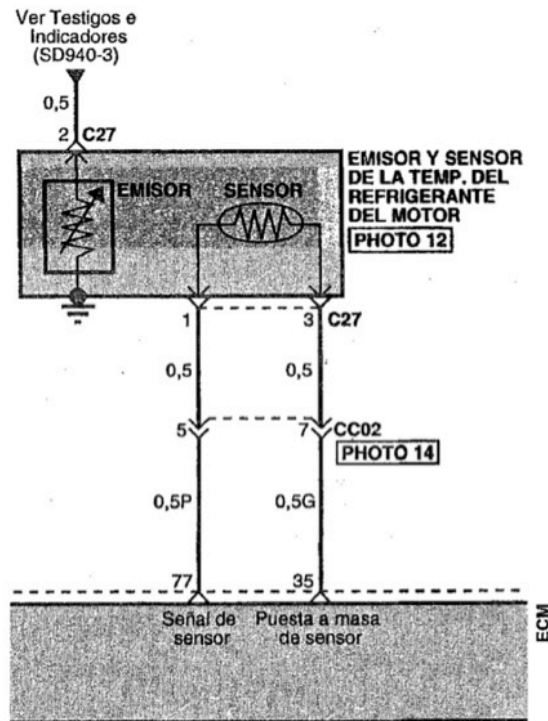


Figura 53. Conexión eléctrica sensor ECT.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.7.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE

El sensor O2 está conformado por un conector de cuatro cables. Ver figura 54.

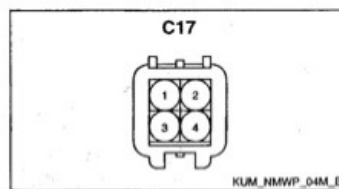


Figura 54. Conector sensor O2.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se indica la conexión que posee el sensor O2 con respecto a la ECU. Ver tabla 7.

Tabla 7. Cables sensor O2.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Masa	Azul	38
2	Señal	Negro	54
3	Calefacción -	Rojo	72
4	Calefacción +	Blanco	

(Hyundai Motor Company, 2005)

El circuito eléctrico del sensor de oxígeno se puede observar en la siguiente figura. Ver figura 55.

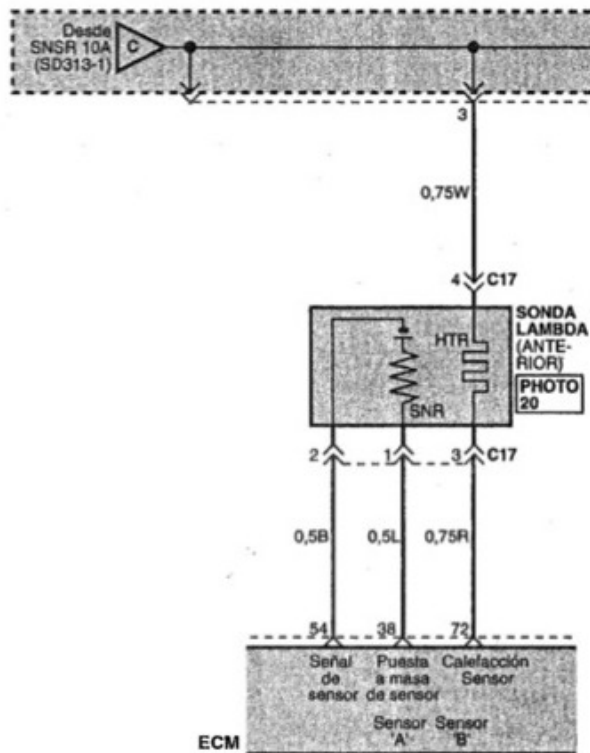


Figura 55. Conexión eléctrica sensor O2.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.7.6. SENSOR DE POSICIÓN DE ÁRBOL DE LEVAS

El sensor CMP tiene un conector de tres cables. Ver figura 56.

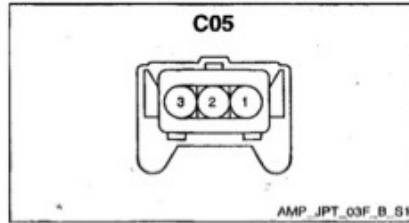


Figura 56. Conector sensor CMP.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se puede observar la conexión del sensor CMP con respecto a la ECU. Ver tabla 8.

Tabla 8. Cables sensor CMP.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Alimentación	Blanco	
2	Señal	Azul	63
3	Masa	Negro	17

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente figura se observa el circuito eléctrico del sensor de posición del árbol de levas. Ver figura 57.

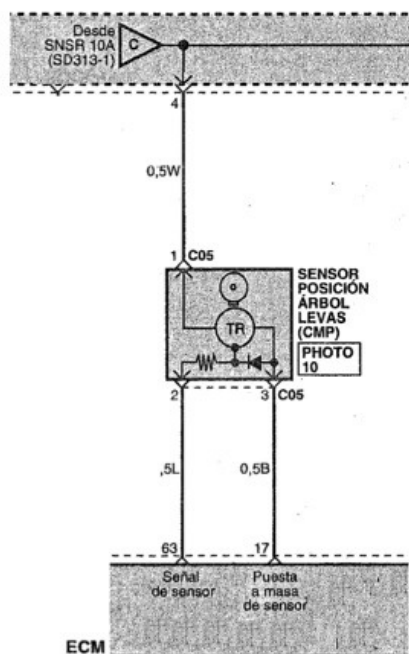


Figura 57. Conexión eléctrica sensor CMP.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.7.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

El sensor CKP cuenta con un conector de dos cables. Ver figura 58.

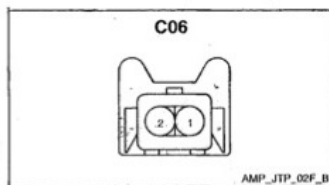


Figura 58. Conector sensor CKP.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se aprecia la conexión del sensor CKP con respecto a la ECU. Ver tabla 9.

Tabla 9. Cables sensor CKP.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Señal	Café	87
2	Masa	Blanco	86

(Hyundai Motor Company, 2005)

Aquí se puede observar el circuito eléctrico del sensor de posición del cigüeñal. Ver figura 59.

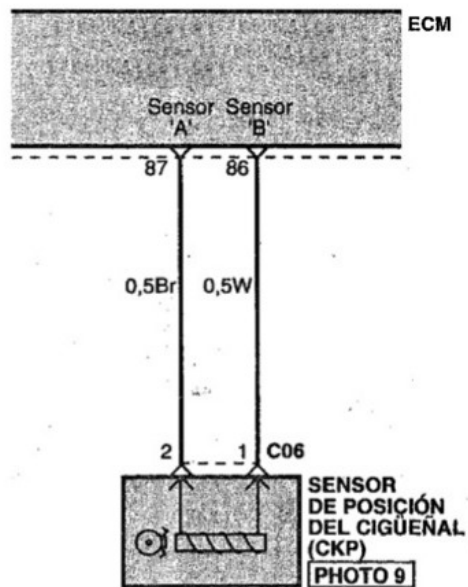


Figura 59. Conexión eléctrica sensor CKP.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.8. CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LOS ACTUADORES

3.8.1. INYECTORES

Los inyectores constan de un conector de dos cables. Ver figura 60.

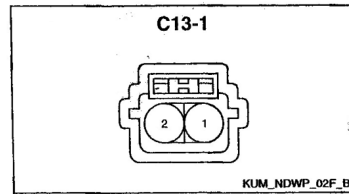


Figura 60. Conector de inyectores.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se puede observar la conexión de los inyectores con respecto a la ECU. Ver tabla 10.

Tabla 10. Cables de inyectores.

INYECTOR	CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	1	Señal	Verde	91
	2	Alimentación	Café	
2	1	Señal	Negro	47
	2	Alimentación	Blanco	
3	1	Señal	Rojo	24
	2	Alimentación	Blanco	
4	1	Señal	Blanco	68
	2	Alimentación	Blanco	

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la figura siguiente se puede observar el circuito eléctrico de los inyectores. Ver figura 61.

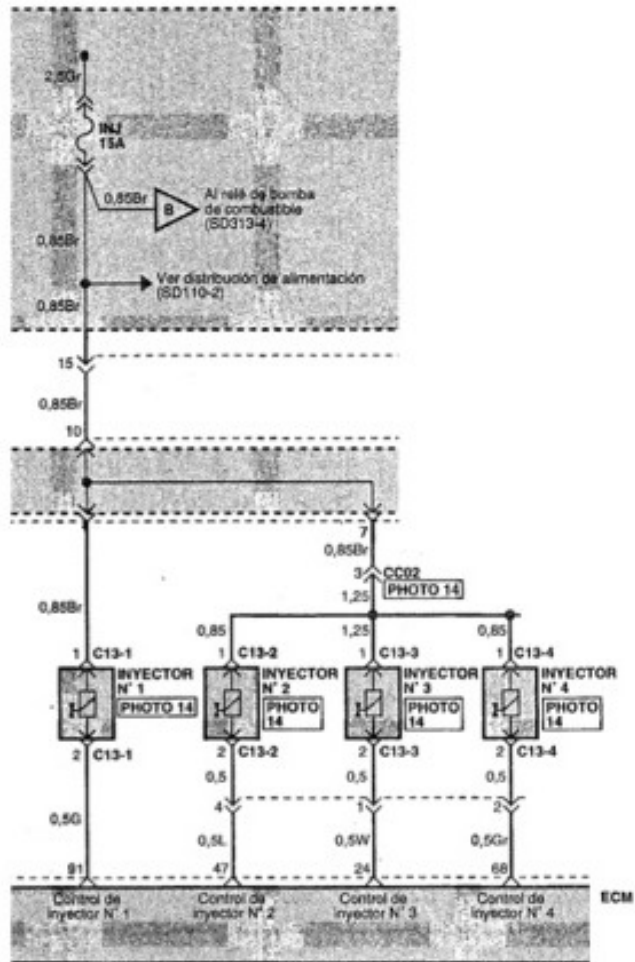


Figura 61. Conexión eléctrica de inyectores.

3.8.2. BOBINAS DE ENCENDIDO

Las bobinas de encendido cuentan con un conector de dos cables. Ver figura 62.

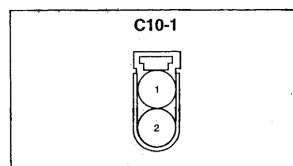


Figura 62. Conector de bobinas.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente tabla se puede observar la conexión de las bobinas con respecto a la ECU. Ver tabla 11.

Tabla 11. Cables de bobinas.

BOBINA	CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	1	Señal	Rosado/Negro	1
	2	Alimentación	Negro/Blanco	
2	1	Señal	Verde/Negro	29
	2	Alimentación	Negro/Blanco	
3	1	Señal	Blanco	3
	2	Alimentación	Negro/Blanco	
4	1	Señal	Plomo	7
	2	Alimentación	Negro/Blanco	

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la siguiente gráfica se puede observar el circuito eléctrico del sistema de bobinas independientes. Ver figura 63.

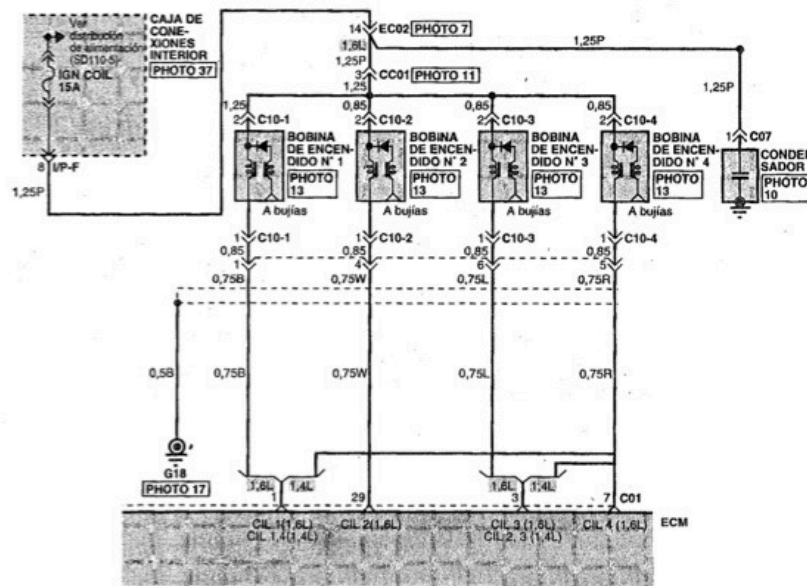


Figura 63. Conexión eléctrica de las bobinas.

(Hyundai Motor Company, 2005)

Adicional al conjunto de bobinas se encuentra el condensador que tiene un conector de un cable. Ver figura 64.

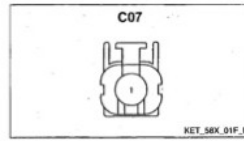


Figura 64. Conector de condensador.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.8.3. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ

La válvula IAC está formada por un conector de tres cables. Ver figura 65.

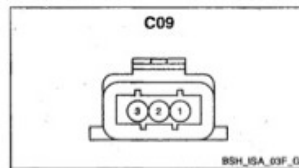


Figura 65. Conector IAC.

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la tabla siguiente se puede observar la conexión de la válvula IAC con respecto a la ECU. Ver tabla 12.

Tabla 12. Cables IAC.

CABLE	DESCRIPCIÓN	COLOR	PIN
1	Señal Abrir	Rosado	90
2	Alimentación	Blanco	
3	Señal Cerrar	Plomo	25

(Hyundai Motor Company, 2005)

La siguiente figura describe el circuito eléctrico de la válvula de control de aire de ralentí. Ver figura 66.

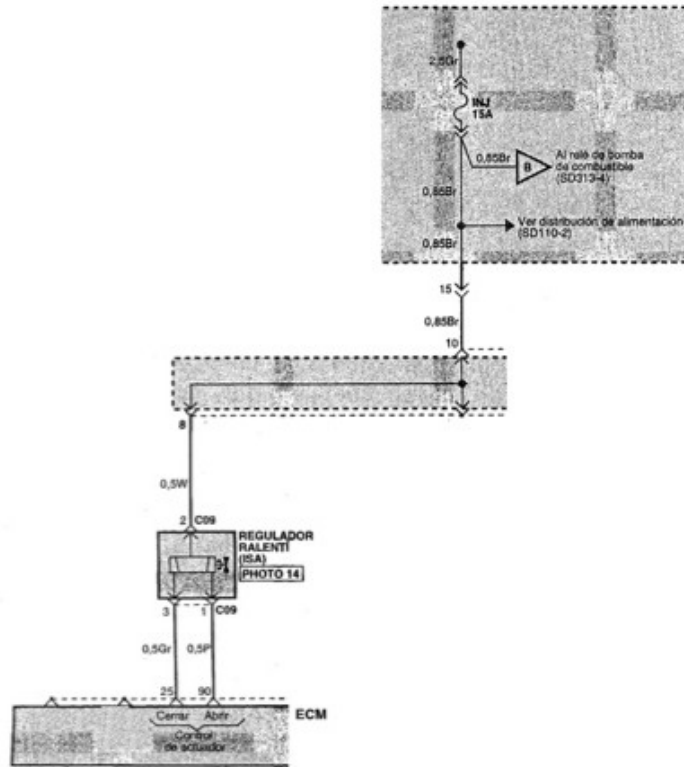


Figura 66. Conexión eléctrica válvula IAC.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.8.4. RELÉ DE ELECTROVENTILADOR

El relé del electroventilador está comandado por el pin # 28 de la ECU, esta envía una señal negativa hacia el # 85 del relé, haciendo que se cierre el circuito de activación y permitiendo el paso de corriente positiva hacia el motor del electroventilador.

Este relé está conformado por 4 pines que se los describe a continuación. Ver tabla 13.

Tabla 13. Cables relé de electroventilador.

CABLE	DESCRIPCIÓN	PIN
1	Corriente Positiva 30 A	30
2	Corriente Positiva 10 A	86
3	Corriente Negativa desde ECU	85
4	Salida Corriente Positiva	87

(Hyundai Motor Company, 2005)

El siguiente gráfico se describe el circuito eléctrico del relé del electroventilador.
Ver figura 67.

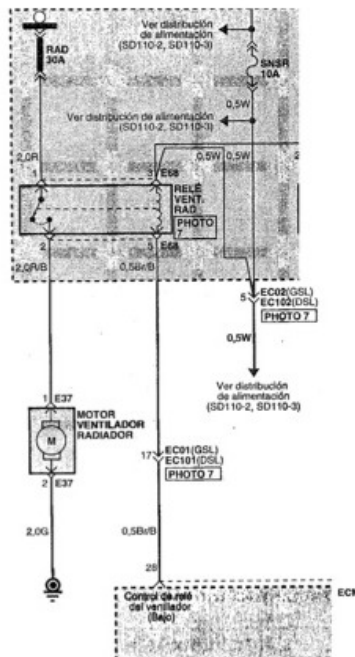


Figura 67. Conexión eléctrica relé del electroventilador.

(Hyundai Motor Company, 2005)

3.8.5. RELÉ DE BOMBA

El relé de la bomba de combustible está comandado por el pin # 46 de la ECU, esta envía una señal negativa hacia el # 85 del relé, haciendo que se cierre el

circuito de activación y permitiendo el paso de corriente positiva para la activación de la bomba.

Este relé está conformado por 4 pines que se los describe en la siguiente tabla. Ver tabla 14.

Tabla 14. Cables relé de bomba.

CABLE	DESCRIPCIÓN	PIN
1	Corriente Positiva 30 A	30
2	Corriente Positiva 87 Main	86
3	Corriente Negativa desde ECU	85
4	Salida Corriente Positiva	87

(Hyundai Motor Company, 2005)

En la figura siguiente se aprecia el circuito eléctrico del relé y de la bomba de combustible. Ver figura 68.

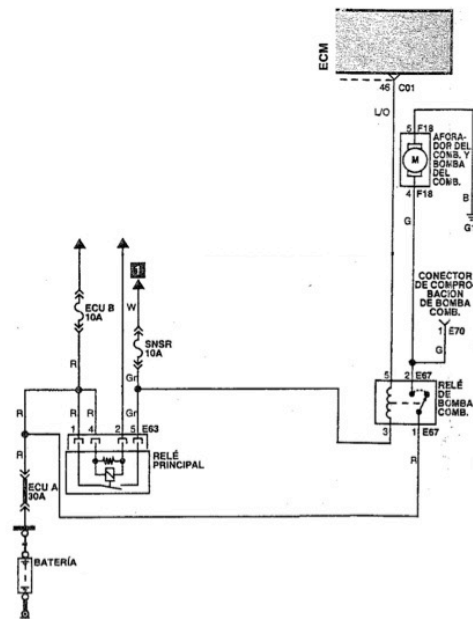


Figura 68. Conexión eléctrica relé de bomba.

(Hyundai Motor Company, 2005)

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. PRUEBAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Tanque de combustible

El tanque de combustible es un contenedor para almacenar gasolina y se encuentra localizado en la parte inferior de la maqueta, tiene una capacidad de 16 litros, está compuesto por un polímero similar al de los recipientes que se utilizan para transportar combustible, este material es altamente resistente al óxido y a la corrosión. Consta de un solo cuerpo, en la parte superior se encuentra alojado en conjunto el filtro de combustible y la bomba, en la parte lateral está localizado un conducto y una tapa de ingreso de combustible.

Para verificar que no existan fugas se realiza una prueba de estanqueidad que consiste en llenar el tanque completamente de combustible verificando que éste no pueda escaparse, dado que el tanque de combustible por su ubicación y por uso no sufrirá mayor movimiento no existe riesgo de derrame de combustible, además, debido a que el combustible no se consume por combustión, no es necesario llenar el tanque hasta su máxima capacidad ya que el combustible luego de llenar las probetas retorna hacia el tanque.

Voltaje

Con la batería conectada correctamente y con el interruptor de corriente del sistema en posición de encendido, se verifica usando un multímetro que el relé de activación esté correctamente alimentado, esto quiere decir que en su terminal # 30 marque 12 voltios.

Presión

Para medir la presión de combustible en el circuito de alimentación, se coloca un manómetro medidor de presión en la línea de combustible, posterior a esto se coloca el interruptor del sistema en posición encendido, y se procede a unir los terminales # 30 con # 87 de relé de activación de bomba, la bomba eléctrica se activará continuamente y esto nos permite observar el valor de presión. La presión en la línea de combustible debe estar entre 48 y 50 psi.

Caudal

Esta prueba nos indica cuanto combustible envía la bomba en cierto tiempo, para comprobarlo, necesitamos desconectar la línea de combustible en el mismo punto donde colocamos el manómetro de presión, tomamos la parte de línea que viene desde la bomba y hacemos funcionar la bomba mediante la activación de su relé, tomamos un recipiente graduado y lo llenamos de combustible, la medida debe indicar 0.8 a 1 litro luego de 30 segundos de flujo.

4.2. PRUEBAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Continuidad

Con la ayuda de un multímetro en la función de continuidad, se procede a verificar que no exista fallas o interrupciones en el cableado, se comienza probando los fusibles que protegen el sistema, luego se continúa con el cableado que llega y sale de los relés de activación de los diferentes componentes, posteriormente se chequea los cables que alimentan la ECU, los sensores y actuadores, para esto nos podemos ayudar con los datos de la tabla 2, los cuales nos indican que pin corresponde a cada cable.

Además de comprobar los cables de carga positiva se debe también comprobar que los cables de carga negativa ya que estos son parte fundamental para el correcto funcionamiento del sistema.

Voltaje

Esta prueba se la realiza con el interruptor principal en posición de encendido y con el apoyo de un multímetro en función voltaje de corriente directa, debemos verificar que el voltaje en los fusibles y en los relés de activación sea correcto, este debe ser de 12 voltios, luego se continúa comprobando el voltaje en los diferentes cables del sistema como son el de alimentación de la ECU que es la que permite que los otros componentes del sistema entren en funcionamiento, este también es de 12 voltios. La prueba de los voltajes de sensores y actuadores será descrita posteriormente en “pruebas de sensores y actuadores”.

4.3. PRUEBAS EN SENSORES Y ACTUADORES

4.3.1. SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

Tipo: Sensor de presión piezoresistivo

Cuenta con tres conexiones, una de masa, una corriente de alimentación, y otra de señal de salida. La tensión de masa no debe superar los 0.07 V, el voltaje de alimentación del sensor es de 5V mientras que la señal varía entre los 0.79 y 4.0 V.

Diagnóstico

Se comienza con una inspección visual del sensor comprobando que no existan roturas o impurezas que afecten su funcionamiento.

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa.
- El voltaje de alimentación suministrado al sensor (cable que conecta el terminal # 19 de la ECU con el sensor).

El funcionamiento y la calibración del sensor se verifican exponiéndolo a diferentes presiones, a la vez que se lo compara con las especificaciones dadas por el fabricante ya que a mayor presión mayor es el voltaje de salida. Ver tabla 15.

Tabla 15. Especificación sensor MAP.

Presión (kPa)	Voltaje de salida (V)
20.0 kPa	0.79 V
46.66 kPa	1.84 V
101.32 kPa	4.00 V

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.2. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE

Tipo: Termistor.

Este sensor se encuentra construido dentro del sensor MAP, tiene dos conexiones, la corriente de masa es la misma que usa el MAP, esta es de máximo 0.07 V, ya que es un semiconductor de resistencia termosensible de coeficiente de temperatura negativo (NTC), la señal que genera varía dependiendo de la resistencia del elemento del sensor empezando en un valor de 38.88 k Ω y terminando en 0.28 k Ω al alcanzar su máxima temperatura.

Diagnóstico

Se realiza una inspección visual del sensor para comprobar que no existan partes faltantes o suciedad que afecten su funcionamiento.

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan fallas e interrupciones en el cableado de la corriente de masa.

El funcionamiento y la calibración del sensor se lo comprueba exponiéndolo a diferentes temperaturas de aire, a la vez que se lo compara con las especificaciones de resistencia. Ver tabla 16.

Tabla 16. Especificación sensor IAT.

Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
-40	38.88 - 50.77 kΩ
-20	13.20 - 16.83 kΩ
0	5.12 - 6.12 kΩ
20	2.20 - 2.69 kΩ
40	1.02 - 1.27 kΩ
60	0.57 - 0.60 kΩ
80	0.28 - 0.35 kΩ

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.3. SENSOR DE MARIPOSA DE ACELERACIÓN

Tipo: Sensor de resistencia variable

Es un sensor que en su interior cuenta con una resistencia y una pista giratoria, a medida que esta se desplaza la tensión de la señal se ve afectada por la variación de resistencia. Tiene tres conexiones, una de corriente negativa, una tensión de alimentación, y otra de señal de salida. La tensión de masa no debe ser mayor a 0.07 V, el voltaje de alimentación del sensor es de 5V, mientras que la señal varía entre los 0.2 y 4.0 V.

Diagnóstico

Se realiza una inspección visual del sensor, se hace girar la pista del sensor y se comprueba que esta regrese a su posición original, también es necesario comprobar que no existan impurezas que afecten su funcionamiento.

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa.
- El voltaje de alimentación que llega hacia el sensor (cable que conecta el terminal # 60 de la ECU con el sensor).

La calibración y el funcionamiento del sensor se lo diagnostica girando la pista que se encuentra sobre el resistor y observando que en la variación de voltaje no existan saltos o interrupciones bruscas, a la par se comparan los valores dados con las especificaciones del fabricante. Ver tabla 17.

Tabla 17. Especificación sensor TPS.

Ángulo de mariposa	Voltaje de salida (V)
C.T	0.2 - 0.9 V
W.O.T	Min 4.0 V
Elementos	Especificación
Resistencia del sensor k Ω	1.6 - 2.4 k Ω

(Hyundai Motor Company, 2005)

Donde:

C.T = mariposa completamente cerrada.

W.O.T = mariposa completamente abierta.

4.3.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

Tipo: Termistor.

Cuenta con tres conexiones, una corriente negativa de 0.07 V, una corriente que va hacia el tablero de instrumentos y una señal que es generada por un semiconductor de resistencia termosensible de coeficiente de temperatura negativo (NTC), este semiconductor está encapsulado en un cuerpo de bronce que asegura una buena conductividad térmica. La señal que este sensor genera depende de la temperatura ya que si esta aumenta la resistencia baja.

Diagnóstico

Se comienza con una inspección visual del sensor, verificando que no existan impurezas que puede afectar o variar su funcionamiento.

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa.

El funcionamiento del sensor se lo comprueba exponiéndolo a diferentes temperaturas, a la vez que se lo compara con las especificaciones de resistencia del fabricante. Ver tabla 18.

Tabla 18. Especificación sensor ECT.

Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
-40	48.14 kΩ
-20	14.13 - 16.83 kΩ
0	5.79 kΩ
20	2.31 - 2.59 kΩ
40	1.15 kΩ
60	0.59 kΩ
80	0.32 kΩ

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.5. SENSOR DE OXÍGENO DE GASES DE ESCAPE

Tipo: Zirconio (ZrO₂).

Opera básicamente leyendo la diferencia entre la presión de oxígeno del aire atmosférico y la presión de oxígeno de los gases de escape. Tiene cuatro conexiones, dos de ellas son de la resistencia calefactora que tiene en su interior cuya tensión es de 12 V, otra es de masa y la última es la señal que fluctúa entre 0.0 y 1.0 V.

Diagnóstico

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa del sensor.
- El voltaje de alimentación que llega hacia el calefactor del sensor sea de 12V.

La calibración y el funcionamiento del sensor se lo diagnostica en dos etapas, la primera consiste en comprobar que la resistencia en su interior se caliente, esto se lo hace a simple tacto usando equipo de protección para evitar quemaduras, en la segunda etapa se lo expone a gases de escape y se compara con las especificaciones del fabricante. Ver tabla 19.

Tabla 19. Especificaciones sensor O₂.

Relación A/F	Voltaje de salida (V)
Rico	0.6 - 1.0 V
Pobre	0 - 0.4 V

Elementos	Especificación
Resistencia calefactor kΩ	Aprox. 9 Ω (20°C)

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS

Tipo: Efecto hall.

Tiene una conexión de tres cables, debido a que es un sensor de efecto hall su tensión de alimentación no la recibe de ECU sino directamente desde la batería, además tiene una corriente de masa y una señal que se utiliza para detectar el punto muerto superior de cada cilindro, y que es utilizada para controlar el encendido.

Diagnóstico

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa del sensor.
- El voltaje de alimentación que llega hacia el sensor sea de 12 V.

El funcionamiento del sensor se lo verifica sometiéndolo al giro de un eje que tenga un ciclo que se repita constantemente y se comprueba que su señal de salida sea 0V–5V–0V–5V su frecuencia varía dependiendo de la velocidad de giro del eje.

4.3.7. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

Tipo: Sensible a campos magnéticos

Tiene dos cables, tiene una corriente negativa de masa y una señal que se utiliza para detectar la posición del pistón y que la ECU utiliza para controlar la inyección de combustible.

Diagnóstico

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de la conexión a masa del sensor.

La calibración y el funcionamiento del sensor se comprueban sometiéndolo al giro de una rueda dentada que tenga un faltante de uno o dos dientes, se verifica que genere una señal analógica de 5V y que en su faltante exista una caída de voltaje.

4.3.8. INYECTORES

Los inyectores son comandados con el método de conexión a masa, donde un transistor comandado por la ECU es utilizado para cerrar el circuito a tierra y así accionar la bobina de los inyectores permitiendo que estos se abran.

Diagnóstico eléctrico

La verificación de la resistencia se la debe realizar a cada uno de los inyectores, para esto ubicamos el multímetro en la función de resistencia y evaluamos su valores, verificamos que los resultados cumplan con las especificaciones dadas por el fabricante. Ver tabla 20.

Tabla 20. Especificación de Inyectores.

Elementos	Especificación
Resistencia de la bobina k Ω	13.8 - 15.2 k Ω (20°C)

(Hyundai Motor Company, 2005)

Diagnóstico hidráulico.

Esta operación nos permite evaluar el correcto funcionamiento de los inyectores, esto se lo realiza en un banco de inyectores dispuesto para esta operación.

Prueba de estanqueidad.

Esta prueba sirve para comprobar el correcto sellado del inyector cuando es sometido a presión y no es activado de ninguna manera, para esta prueba se eleva la presión del riel en el banco, y no se activa el inyector. Si el inyector empieza a gotear, esto nos indica que existe una fuga en la válvula del mismo ya que debe existir un sellado perfecto en el mismo. Ver figura 69.

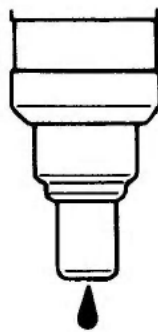


Figura 69. Estanqueidad.

(Cise Electronics, 2011)

Prueba de Atomización

En esta prueba se evalúa el correcto abanico de atomización de cada uno de los inyectores, lo que se busca es que ninguno presente diferencia con respecto a otro, ni que tampoco se genere goteo en medio del abanico. En la imagen inferior se muestra como se debe presentar una evaluación visual de un abanico de inyección correcto. Ver figura 70.

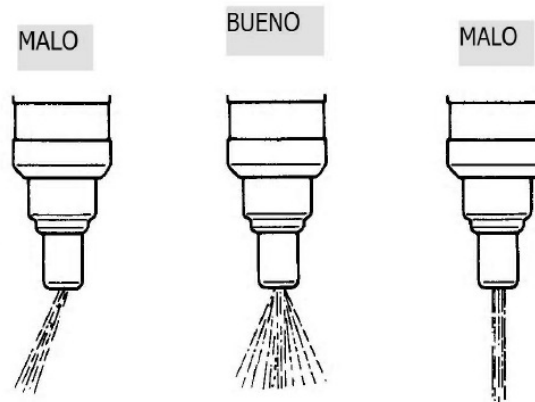


Figura 70. Atomización.
(Cise Electronics, 2011)

Prueba de volumen

En esta prueba se busca evaluar la diferencia de volumen que existe entre el llenado de un inyector con respecto a otro, para realizar esta operación se colocan los inyectores en el banco bajo un nivel de presión constante en la riel. Se programa una activación de igual tiempo para todos, de esta forma en un tiempo determinado se deben observar las diferencias en los volúmenes de inyección vertidos en cada probeta. La diferencia en porcentaje no debe ser superior al 10 %.

4.3.9. BOBINAS DE ENCENDIDO

Esta configuración de bobinas es la más sencilla de este tipo, en la cual se tiene dos pines de conexión, donde tenemos un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro.

Diagnóstico

La verificación de la resistencia se la debe realizar en cada una de las bobinas, con la ayuda de un multímetro en la posición de resistencia evaluamos su valores, verificamos que los resultados cumplan con las especificaciones dadas por del fabricante. Ver tabla 21.

Tabla 21. Especificación de bobinas.

Elementos	Resistencia
Bobina primaria	$0.62 \Omega \pm 10\%$ (20°C)
Bobina secundaria	–

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.10. VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE RALENTÍ

Tipo: Bobina doble.

La válvula IAC trabaja de forma bidireccional y ofrece control en 2 sentidos (abrir y cerrar). El control de corriente en las bobinas suministrado por la ECU, en su interior cuenta con una cortina metálica que permite o restringe el paso de aire, la válvula IAC se mueve para regular el aire en ralentí dependiendo de las condiciones de funcionamiento del motor.

Cuenta con tres conexiones, una alimentación cuya tensión es de 12 V y que es compartida por ambas bobinas, además tiene dos señales negativas de activación, una de abrir y otra de cerrar.

Diagnóstico

Se comienza con una inspección visual comprobando que no existan impurezas dentro de su cámara que afecten su normal funcionamiento.

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- No existan interrupciones o fallas en el cableado de alimentación.
- Con la ayuda de un generador de pulsos se aplica tensión en los terminales # 1 y # 3 del actuador y se comprueba que exista movimiento de la cortina metálica en su interior.

La verificación de la resistencia se las debe realizar en cada una de las bobinas, con la ayuda de un multímetro en la función de resistencia evaluamos su valores, verificamos que los resultados cumplan con las especificaciones dadas por del fabricante. Ver tabla 22.

Tabla 22. Especificación de la IAC.

Elementos	Especificación
Resistencia de la bobina cierre k Ω	14.6 - 16.2 k Ω (20°C)
Resistencia de la bobina apertura k Ω	11.1 - 12.7 k Ω (20°C)

(Hyundai Motor Company, 2005)

La siguiente tabla muestra la velocidad del aire que pasa de acuerdo al porcentaje de apertura de la electroválvula. Ver tabla 23.

Tabla 23. Rendimiento de la IAC.

Rendimiento %	Velocidad de flujo de aire m²/h
15.00%	1.0 - 2.0 m ² /h
35.00%	7.00 - 12.2 m ² /h
70.00%	38.0 - 50.0 m ² /h
96.00%	55.0 - 65.00 m ² /h

(Hyundai Motor Company, 2005)

4.3.11. BOMBA DE COMBUSTIBLE

La prueba de funcionamiento de la bomba se la realiza al momento de comprobar el sistema de alimentación descrito anteriormente, ya que si la presión y el caudal son correctos esto quiere decir que la bomba funciona correctamente.

4.3.12. ELECTROVENTILADOR

Tipo: Motor eléctrico.

El electroventilador en su interior cuenta con un motor eléctrico el cual al ser accionado mediante una corriente permite el movimiento de su conjunto de aspas. Tiene un conector de dos pines, uno debe tener una tensión de 12V y otro es de masa.

Diagnóstico

Con el interruptor del sistema en posición de encendido se verifica que:

- El conector esté correctamente unido al electroventilador.
- No existan interrupciones o fallas en el cableado de alimentación y de masa.

Para comprobar su funcionamiento es necesario acudir al relé de activación y unir los terminales # 30 y # 87, verificar que el electroventilador se accione hasta el momento en que dejemos de unir los terminales.

4.4. CUADRO DE RESUMEN DE ESPECIFICACIONES

MAP	Presión (kPa)	Voltaje de salida (V)
	20.0 kPa	0.79 V
	46.66 kPa	1.84 V
	101.32 kPa	4.00 V

O2	Relación A/F	Voltaje de salida (V)
	Rico	0.6 - 1.0 V
	Pobre	0 - 0.4 V
	Elementos	Especificación
Resistencia calefactor kΩ	Aprox. 9 Ω (20°C)	

IAT	Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
	-40	38.88 - 50.77 kΩ
	-20	13.20 - 16.83 kΩ
	0	5.12 - 6.12 kΩ
	20	2.20 - 2.69 kΩ
	40	1.02 - 1.27 kΩ
	60	0.57 - 0.60 kΩ
80	0.28 - 0.35 kΩ	

CMP	Elementos	Voltaje de salida (V)
	Efecto Hall	0V-5V-0V-5V

CKP	Elementos	Voltaje de salida (V)
	Sensor Inductivo	Señal analógica 5V

INY	Elementos	Especificación
	Resistencia de la bobina kΩ	13.8 - 15.2 kΩ (20°C)

TPS	Ángulo de mariposa	Voltaje de salida (V)
	C.T	0.2 - 0.9 V
	W.O.T	Min 4.0 V
	Elementos	Especificación
Resistencia del sensor	1.6 - 2.4 kΩ	

COP	Elementos	Resistencia
	Bobina primaria	0.62 Ω ±10% (20°C)
	Bobina secundaria	-

Donde:

C.T = mariposa completamente cerrada.

W.O.T = mariposa completamente abierta.

ECT	Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
	-40	48.14 kΩ
	-20	14.13 - 16.83 kΩ
	0	5.79 kΩ
	20	2.31 - 2.59 kΩ
	40	1.15 kΩ
	60	0.59 kΩ
	80	0.32 kΩ

IAC	Elementos	Especificación
	Resistencia de la bobina cierre kΩ	14.6 - 16.2 kΩ (20°C)
	Resistencia de la bobina apertura kΩ	11.1 - 12.7 kΩ (20°C)
	Rendimiento %	Velocidad de flujo de aire m2/h
	15.00%	1.0 - 2.0 m2/h
	35.00%	7.00 - 12.2 m2/h
	70.00%	38.0 - 50.0 m2/h
	96.00%	55.0 - 65.00 m2/h

5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

5.1. INTRODUCCIÓN

Los manuales de prácticas son textos de gran utilidad para que los estudiantes puedan aprender y entender el funcionamiento del sistema de inyección electrónica de un vehículo de una manera simple y didáctica.

Este manual pone a disposición un material que le permitirá al estudiante comprender la ventajas que representa la inyección electrónica en la actualidad, además se podrá analizar la lógica y la programación de funcionamiento del mencionado sistema, la unidad de control electrónica, los sensores, los actuadores y demás elementos involucrados dentro del funcionamiento del sistema.

5.2. OBJETIVOS DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

- Mostrar, conocer, entender y analizar el funcionamiento del sistema de gestión electrónica de inyección y brindar un soporte en lo práctico tanto al profesor como al alumno en el proceso de aprendizaje.
- Completar el conocimiento teórico involucrando al estudiante hacia la parte experimental para que este pueda conocer la estructura y el funcionamiento de cada componente involucrado en un sistema de inyección electrónica.

5.3. INFORMACIÓN GENERAL

- Este manual contiene instrucciones para la operación y el mantenimiento del módulo.
- El módulo debe tener un mantenimiento correcto para lograr un óptimo rendimiento.
- El módulo debe conservarse limpio para poder percibir cualquier fuga, perno no sujeto, o mala conexión.
- Inspeccione el módulo antes de arrancar el sistema. Realice una inspección completa para detectar cualquier fuga o avería que se pueda haber producido.
- Revise el lugar donde está ubicado el módulo, las fugas se detectan fácilmente en el suelo que en el propio módulo.

5.4. LUGAR DE INSTALACIÓN

- Tomar en cuenta las normas vigentes sobre seguridad en el trabajo al momento de escoger el sitio para la instalación.
- Ubicar la maqueta en un lugar de trabajo adecuado.

IMPORTANTE: al momento de escoger la ubicación, se aconseja un lugar con valor de alumbrado mínimo de ambiente de 300 lux.

5.4.1. CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO

- Temperatura: 0°C - 40° C.
- Humedad relativa: 20% - 80%.

5.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones de la maqueta

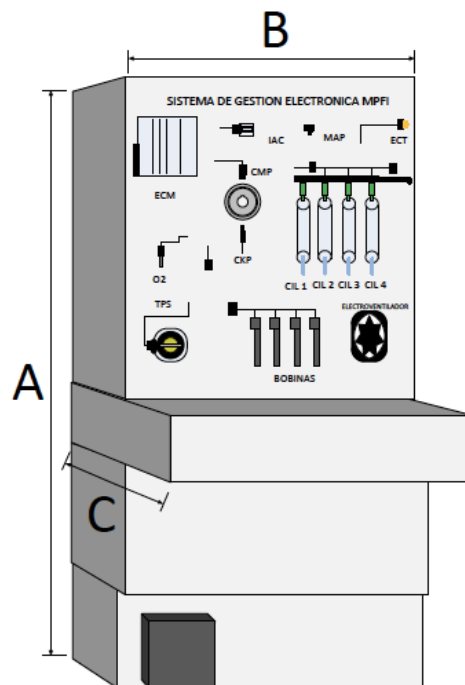


Figura 71. Medidas de la maqueta.

(Serrano, 2013)

A: 1.86 m

B: 1.23 m

C: 52 cm (medida más extensa de profundidad)

Peso

Equipamiento estándar: 40 kg

Volúmenes de líquidos

Depósito de combustible: 3.5 galones (14 litros)

Probetas: 100 ml

Motor

Tipo: Eléctrico A/C 110V / 100W

Fabricante: Jontex

Velocidad del motor: 0- 4000 RPM

Sistema de Inyección

Tipo: G4EE – GLS 1,4

Fabricante: Hyundai

5.6. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

El usuario debe leer las instrucciones de seguridad, manejo y mantenimiento de la máquina antes de empezar a utilizarla.



ATENCIÓN

- Se recomienda capacitar a los operarios en la manipulación y mantenimiento del módulo como indica el manual de instrucciones.
- El manual de seguridad suministrado con el módulo debe ser leído por todos los operarios, siga siempre las instrucciones de seguridad. No quite el manual de la maqueta.
- Recomendamos que el operador lea atentamente las instrucciones de seguridad contenidas en este manual.
- Leer el manual completo antes de poner en marcha el motor y antes de llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento.
- Sustituya inmediatamente el manual de instrucciones si se pierde, o está borroso y no se puede leer.

5.7. SEÑALIZACIÓN

Adhesivos de seguridad

Asegúrese siempre de que todos los adhesivos de seguridad estén completamente legibles, elimine la suciedad, o pida nuevos adhesivos si se encuentran deteriorados.

Niveles de peligro

PELIGRO

Peligros inmediatos que provocan graves lesiones.

Peligro: Superficies calientes en el sensor de oxígeno. Acudir a manual de instrucciones. Ver figura 72.



Figura 72. Peligro Caliente.
(weneedsings.com, 2013)

Peligro: Alta descarga en electrodo de bujías. Acudir a manual de instrucciones. Ver figura 73.



Figura 73. Peligro alto voltaje.
(consejocolombianodeseguridad.org.co, 2013)

Peligro: Corte en las aspas del electroventilador. Acudir a manual de instrucciones. Ver figura 74.



Figura 74. Peligro de corte.

ATENCIÓN O INFORMACIÓN

Atención: Acudir al manual antes de realizar alguna práctica. Ver figura 75.

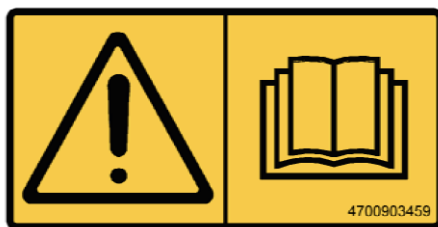


Figura 75. Atención refiérase al manual.
(Hyundai Motor Company, 2005)

ADVERTENCIA

Señales de peligros donde elementos no pueden ser tocados manualmente.

Advertencia: Componentes giratorios. Mantenga las manos a una distancia prudente de la zona de riesgo. Ver figura 76.



Figura 76. Advertencia componentes giratorios.

5.8. TABLERO DE CONTROL



Figura 77. Tablero de control.

(Serrano, 2013)

A. Toma para medir el voltaje de la batería.

B. Interruptor principal.

C. Interruptor de luces LED.

D. Tacómetro (Indicador de Revoluciones).

E. Control del electroventilador.

F. Toma para medidor de presión de combustible.

G. Pulsador retorno de combustible hacia el tanque.

H. Tapa de ingreso de combustible al tanque.

5.9. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN DEL MÓDULO

5.9.1. DE ENCENDIDO

Aprenda a conocer su módulo. El hecho de que los operarios conozcan el funcionamiento del módulo asegura mejores prestaciones.

Memorice la ubicación y la función de cada uno de los mandos. Compruebe el correcto funcionamiento del sistema, observe que el módulo esté instalado adecuadamente, que se le dé un correcto uso y mantenimiento.

ATENCIÓN: Para el traslado o movimiento del módulo el tanque de combustible debe estar vacío, luego de escoger un lugar adecuado en el que el módulo no sufra movimientos, se procede a llenar el tanque mediante su conducto de llenado. Cuando el módulo esté en operación, este no debe ser movido o trasladado.

Pasos para el encendido del sistema

1. Observe primero que no existan fugas o partes faltantes.
2. Revisar que los terminales de la batería estén bien sujetos.

3. Mover el interruptor principal a posición de encendido.
4. Observar que la luz del interruptor del sistema se encienda.
5. En caso de observar alguna anomalía apague el sistema.

5.9.2. DE MANEJO

ATENCIÓN: El motor no debe estar acelerado a fondo mucho tiempo ya que al ser motor eléctrico puede sufrir un recalentamiento y esto puede afectar su funcionamiento.

1. Una vez que el sistema está encendido procedemos a observar los indicadores del panel de control.
2. Ubicamos el pedal de aceleración.
3. Pisamos progresivamente el pedal y observamos que la rueda dentada empiece a girar.
4. Una vez que la rueda esté girando observamos que el sistema empieza a inyectar combustible y a generar chispa en las bujías.
5. Con el sistema funcionando y con la ayuda de instrumentos de diagnóstico podemos realizar cualquier medición necesaria, sea esta en sus sensores o en sus actuadores.

5.9.3. DE MANTENIMIENTO

Tabla 24. Mantenimiento del módulo.

Guía de Mantenimiento del módulo	
Tiempo	Descripción
10 Horas	Revisión de fugas en sistema de combustible
	Revisión de conexiones eléctricas
20 Horas	Revisión del voltaje de la batería
	Revisión del depósito de combustible
	Revisión de fugas
50 Horas	Revisión del nivel de combustible
	Revisión del nivel de electrolito de batería
	Reajuste de aprietes de pernos y abrazaderas
100 Horas	Revisión y apriete de bornes de batería
	Revisión de relés y fusibles
	Revisión del estado del cableado
	Reajuste de sockets
	Reajuste de contactos de acelerador
500 Horas	Limpieza del tanque de combustible
	Revisión del estado filtro de combustible
	Limpieza cuerpo de aceleración
	Limpieza y calibración de bujías
	Comprobación del estado del motor eléctrico
	Revisión del rodamiento de rueda dentada
	Revisión del estado de las mangueras

(Serrano, 2013)

5.10. INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO

Los instrumentos de diagnóstico se utilizan para controlar o detectar fallas en el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica, poniendo de manifiesto las posibles averías de manera que se pueda diagnosticar de una forma rápida y con exactitud la causa de falla, para su reparación o cambio correspondiente.

5.10.1. COMPROBADOR DE CORRIENTE

ATENCIÓN: Usar el comprobador solo en circuitos sin unidades de control. Varios circuitos incluyen módulos de control tales como la ECM, el voltaje en estos circuitos solo debe verificarse con un voltímetro.

Un comprobador de corriente o luz de prueba se utiliza para verificar el voltaje. Un comprobador de corriente consta en una bombilla de 12V conectada a dos cables. Su funcionamiento consiste en conectar un extremo de este y con el otro tocar varios puntos del circuito por donde pasa corriente, cuando la bombilla se enciende indica que existe tensión en ese punto. Ver figura 78.

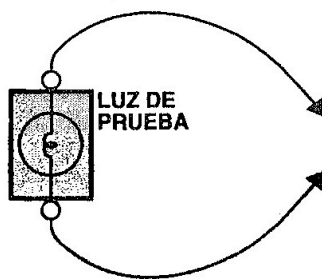


Figura 78. Comprobador de corriente.
(Hyundai Motor Company, 2005)

Su circuito de utilización es el que se encuentra antes del circuito controlado por la ECM, donde se puede comprobar que exista tensión tanto en los fusibles como en relés de control.

5.10.2. MULTÍMETRO

El multímetro es una herramienta de diagnóstico utilizada para comprobar y detectar fallas eléctricas, con el multímetro se pueden realizar mediciones de voltaje, amperaje, resistencia, etc. además nos permite comprobar la continuidad en los circuitos eléctricos.

Utilización

Identificar las funciones del multímetro y seleccionar la que se necesite.

Verificar el correcto funcionamiento del multímetro, así como sus escalas de medida.

Para realizar mediciones de voltaje debemos colocar el instrumento en paralelo a la fuente de voltaje.

Si deseamos medir valores de resistencia, y de continuidad debemos desconectar toda fuente de voltaje ya que el circuito eléctrico puede sufrir daños. Ver figura 79.



Figura 79. Multímetro.

(profehussein.blogspot.com, 2013)

5.10.3. OSCILOSCOPIO



Es un instrumento de diagnóstico usado en el campo de la electrónica, nos permite un control visual del ciclo completo de funcionamiento de un circuito.

A través de su pantalla podemos ver representado un análisis detallado, cualitativo y cuantitativo del funcionamiento, un oscilograma permite diagnosticar de forma rápida y concreta el estado de cada uno de los componentes del circuito. Ver figura 80.



Figura 80. Osciloscopio.
(patiotuerca.com, 2013)

5.11. GUÍAS DE PRÁCTICA

	Módulo de Simulación de Inyección Electrónica PRÁCTICA # 1	
---	---	---

Fecha: _____

Nombre: _____

Materia: _____

Nivel: _____

Profesor: _____

Tema:	Introducción a la Electrónica.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• Conocer las unidades de medida y sus valores.• Identificar y utilizar los instrumentos de diagnóstico.• Comprender los conceptos sobre tensión, resistencia y continuidad.
Tipo de actividad:	Investigación, lectura y análisis.
Equipos:	Multímetro, osciloscopio.
Tiempo:	30 a 45 minutos.

Actividades

1. Investigar y discutir sobre los conceptos de tensión, resistencia y continuidad.
2. Investigar y experimentar las funciones que realiza cada instrumento de diagnóstico.
3. Describir las mediciones que se pueden realizar en el módulo.
4. Realizar un informe.
5. Sacar conclusiones.



Módulo de Simulación de Inyección Electrónica



PRÁCTICA # 2

Fecha: _____

Nombre: _____

Materia: _____

Nivel: _____

Profesor: _____

Tema:	Introducción a la Inyección Electrónica.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• Describir las partes del sistema.• Identificar los componentes y su función.• Comprender los conceptos y principio de funcionamiento de la inyección electrónica.
Tipo de actividad:	Investigación, observación, y análisis.
Equipos:	Manual de prácticas.
Tiempo:	30 a 45 minutos.

Actividades

1. Investigar y discutir sobre el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.
2. Investigar y discutir las funciones que realiza cada componente del sistema de inyección.
3. Describir los conectores y la función que tiene cada cable. Utilizar el manual de prácticas como herramienta de ayuda.
4. Realizar un informe y una exposición correspondiente.
5. Sacar conclusiones.



Módulo de Simulación de Inyección Electrónica



PRÁCTICA # 3

Fecha: _____

Nombre: _____

Materia: _____

Nivel: _____

Profesor: _____

Tema:	Identificación y funcionamiento de los sistemas auxiliares.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• Conocer los sistemas auxiliares al sistema de inyección.• Describir los componentes de los sistemas.• Identificar los componentes de los sistemas.• Conocer las funciones de los sistemas auxiliares.• Comprender la función y los componentes de los sistemas auxiliares.
Tipo de actividad:	Investigación, observación, y análisis.
Equipos:	Comprobador de corriente, manómetro de presión.
Tiempo:	30 a 45 minutos.

Actividades

1. Investigar y discutir sobre los sistemas auxiliares presente en la inyección electrónica.
2. Reconocer el lugar de ubicación de los componentes de los sistemas auxiliares.
3. Discutir acerca de las mediciones que se pueden realizar a los componentes de los sistemas auxiliares.
4. Realizar pruebas con el comprobador de corriente en el sistema eléctrico y con el manómetro en el sistema de alimentación de combustible.
5. Elaborar un informe.
6. Sacar conclusiones.



Módulo de Simulación de Inyección Electrónica



PRÁCTICA # 4

Fecha: _____

Nombre: _____

Materia: _____

Nivel: _____

Profesor: _____

Tema:	Identificación y funcionamiento de los sensores.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• Conocer los sensores de entrada.• Identificar la ubicación de los sensores en el módulo.• Realizar pruebas eléctricas y electrónicas en los sensores.• Verificar el correcto funcionamiento de los sensores.• Comprender el funcionamiento y el papel que cumplen en el sistema.
Tipo de actividad:	Observación, lectura, análisis y comprobación.

Equipos:	Multímetro, osciloscopio.
Tiempo:	60 minutos.

Actividades

1. Investigar y discutir sobre la función y el funcionamiento de los sensores de entrada.
2. Discutir acerca de las mediciones que se pueden realizar a los sensores.
3. Reconocer el lugar de ubicación de los sensores en el módulo.
4. Realizar pruebas con multímetro y osciloscopio en cada uno de los sensores e investigar las posibles fallas de los sensores.
5. Realizar un informe, una tabla de datos obtenidos y compararlos con los del fabricante.
6. Establecer conclusiones.



Módulo de Simulación de Inyección Electrónica



PRÁCTICA # 5

Fecha: _____

Nombre: _____

Materia: _____

Nivel: _____

Profesor: _____

Tema:	Identificación y funcionamiento de los actuadores.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• Conocer los actuadores de salida.• Identificar la ubicación de los actuadores en el módulo.• Realizar pruebas eléctricas y electrónicas en los actuadores.• Verificar el correcto funcionamiento de los actuadores.• Comprender el funcionamiento y el papel que cumplen en el sistema.
Tipo de actividad:	Observación, lectura, análisis y comprobación.

Equipos:	Multímetro, osciloscopio.
Tiempo:	60 minutos.

Actividades

1. Investigar y discutir sobre la función y el funcionamiento de los actuadores de salida.
2. Discutir acerca de las mediciones que se pueden realizar a los actuadores.
3. Reconocer el lugar de ubicación de los actuadores en el módulo.
4. Realizar pruebas con multímetro y osciloscopio en cada uno de los actuadores e investigar las posibles fallas de los actuadores.
5. Realizar un informe, una tabla de datos obtenidos y compararlos con los del fabricante.
6. Sacar conclusiones.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó un módulo didáctico en el cual mediante simulación se puede observar y comprobar el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.
- Se determinaron los materiales y sus cantidades de acuerdo a las necesidades de diseño del módulo implementando todo lo necesario para el correcto funcionamiento del mismo.
- Se construyó un módulo de entrenamiento didáctico bajo requisitos técnicos, ergonómicos y de seguridad, además se tomó en cuenta el volumen y el espacio, todo esto con la finalidad que las prácticas a realizarse sean lo más cómodas y fiables.
- Se obtuvo un amplio y detallado conocimiento acerca del funcionamiento y de las pruebas que se pueden realizar a los diferentes componentes del sistema de inyección.
- Se desarrolló un manual de operación del módulo y guías prácticas para que el estudiante pueda completar su aprendizaje mediante el uso del banco de simulación.

6.2. RECOMENDACIONES

- Realizar las prácticas siempre con la ayuda del docente instructor, ya que existen elementos de precaución.
- Por ninguna razón se deberá hacer uso del banco didáctico sin el previo análisis detallado en el manual de operación.
- Inspeccionar el módulo antes de ponerlo en funcionamiento y realizar una inspección completa para detectar cualquier fuga o avería que se pueda haber producido.
- El módulo de entrenamiento didáctico está conformado de diferentes sistemas los cuales por su disposición y funcionamiento puede generar riesgo de accidentes para lo cual se recomienda tomar precauciones para evitar lesiones.
- Se recomienda que se elaboren otros módulos de vehículos diferentes.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CKP	Sensor de posición del cigüeñal.
CMP	Sensor de posición del árbol de levas.
COP	Bobina de encendido independiente.
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante del motor.
ECU	Unidad de control del motor.
IAC	Válvula de control del aire de ralentí.
IAT	Sensor de temperatura del aire de admisión.
IGBT	Transistor bipolar de puerta aislada.
MAP	Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión.
MPFI	Sistema de inyección multipunto.
NTC	Termistor de coeficiente de temperatura negativo.
O2	Sensor de oxígeno.
PS	Libra por pulgada cuadrada (presión).
RAM	Memoria de acceso aleatorio.
ROM	Memoria de solo lectura.
TPS	Sensor de posición de aleta de aceleración.

BIBLIOGRAFÍA

- Augeri Fernando. (2012) Terminología del sistema OBDII. EEUU.
- Bosch.(2011). Sistemas de inyección electrónica. Brasil: Bosch Autopartes.
- Cice Electronics. (2011). Seminario Control Electrónico del Motor (Lección 1). Buenos Aires-Argentina: Cice Electronics Corp.
- Cice Electronics. (2011). Seminario Control Electrónico del Motor (Lección 2). Buenos Aires-Argentina: Cice Electronics Corp.
- Cice Electronics. (2011). Seminario Control Electrónico del Motor (Lección 3). Buenos Aires-Argentina: Cice Electronics Corp.
- Cice Electronics. (2011). Seminario Control Electrónico del Motor (Lección 4). Buenos Aires-Argentina: Cice Electronics Corp.
- Cultural S.A. .(2007).Manual práctico del Automóvil. España: Cultural S.A.
- Efrén Coello Serrano.(2005). Sistema de Inyección Electrónica de Gasolina. Quito-Ecuador: Editorial América.
- Gutiérrez J. L.. (2007). Códigos de Fallas. Quito-Ecuador: Editorial América.
- Hyundai Motor Company. (2005) Manual del taller Hyundai Accent. Corea del Sur: Hyundai Motor Company.
- Leornad David. (2010). Manual De Reparación y Mantenimiento. Barcelona-España: Editorial Océano Centrum.
- Mandy Concepcion. (2009).Curso de electrónica automotriz. EEUU: HRWD.
- México Digital Comunicación. (2006) Electrónica y electricidad automotriz. México: México Digital Comunicación.
- Munch, L., & Ángeles, E. (1996). Métodos y Técnicas de Investigación. México: Trillas.
- Sensor Map.(2010). [En línea]. Disponible en: <http://www.mecanicafacil.info>. (2012, 25 Septiembre).
- Sensor Temperatura de aire.(2010). [En línea]. Disponible en: <http://www.mecanicafacil.info>. (2012, 25 Septiembre).
- Sierra Antonio.(2005). Calibraciones y Puesta A Punto De Autos. Quito-Ecuador: Editorial América.

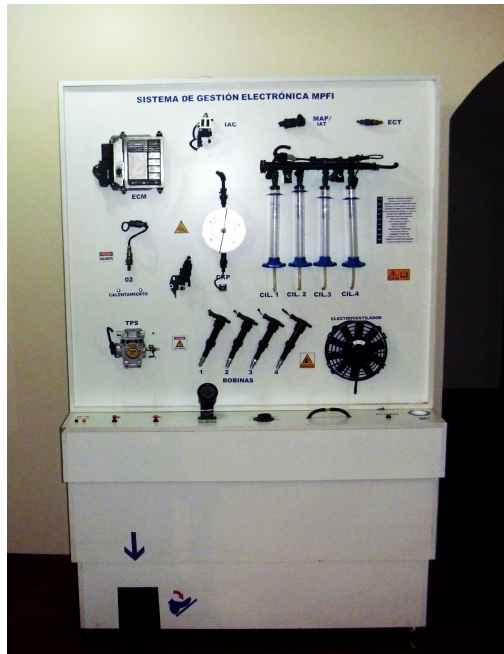
Sierra Antonio.(2005). Código De Fallas, Quito-Ecuador: Editorial América.

Sierra Antonio. (2007). Guía De Especificaciones Técnicas De Inyección Con Electricidad Calibraciones Y Torques. Quito- Ecuador: Editorial América.

Sonda lambda.(2010). [En línea]. Disponible en: <http://www.mecanicafacil.info>. (2012, 25 Septiembre).

ANEXOS

Vista frontal del módulo.



Vista trasera del módulo.



Vista lateral del módulo.

