



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE
COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA
DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
DE VERIFICACIÓN DE ECU'S.**

AUTORES: JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE

RICARDO DAVID TAÍPE GUALPA

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO LAVERDE

LATACUNGA

2018



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de titulación, ***“INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU’S”***, realizado por los señores ***JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE*** y ***RICARDO DAVID TAIPE GUALPA***, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores ***JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE*** y ***RICARDO DAVID TAIPE GUALPA*** para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, 08 de marzo del 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'W. Erazo', is written over a light blue grid background.

Ing. Washington Germán Erazo Laverde
DIRECTOR



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE**, con cédula de ciudadanía N° 1721884227 y **RICARDO DAVID TAIPE GUALPA**, con cédula de ciudadanía N° 1323433288, declaramos que este proyecto de titulación **“INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU’S”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de nuestra autoría en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 08 de marzo del 2018

JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE

C.C.: 1721884227

RICARDO DAVID TAIPE GUALPA

C.C.: 1723433288



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE** y **RICARDO DAVID TAIPE GUALPA**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente proyecto de titulación **“INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU’S”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, 08 de marzo del 2018

JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE

C.C.: 1721884227

RICARDO DAVID TAIPE GUALPA

C.C.: 1723433288

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación principalmente a Dios por permitirme llegar a mi meta planteada, por darme sabiduría y perseverancia, además de su infinita bondad y amor.

A mi querida familia, a mis padres Heriberto Sánchez y Martha Quishpe quienes con amor han inculcado valores y principios convirtiéndose en el pilar principal en mi vida, que siempre estuvieron apoyándome desde el inicio hasta el final de mi formación profesional pese a las adversidades.

A mis hermanas Rossana y Loren que siempre han estado a mi lado para apoyarme en el transcurso de mi carrera y seguiremos compartiendo maravillosos momentos. A mi querida abuelita María Lucinda, tíos, primos y mi cuñado Wilson que de alguna u otra manera me motivaron para salir adelante todos los días, por ellos soy una mejor persona y siempre con humildad seré un buen profesional.

No puedo dejar de lado a un angelito muy especial en mi vida, mi querida tía Laurita (+) que partió de este mundo a una mejor vida el año pasado, siempre con sus consejos hasta el último momento supo apoyarme, impulsándome a seguir adelante con mis objetivos para bien.

John Sánchez

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a mi madre Lucila, la cual fue un pilar fundamental para poder culminar mi carrera, un ejemplo de superación, quien me apoyo en las buenas y en las malas, quién siempre me guio por el buen camino con sus bueno consejos.

A mis hermanos Darío y Sergio, quienes durante mi carrera fueron de gran apoyo, quienes me dieron su cariño y apoyo incondicional, los que fueron hermanos y amigos a la vez.

A mis tíos Beatriz y Víctor, los cuales fueron un pilar fundamental, quienes siempre me dieron un apoyo sin importar las circunstancias, aconsejándome a que cada día sea una mejor persona.

Ricardo David Taipe Gualpa

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios por bendecirme y ayudarme a culminar con éxito el proyecto de investigación.

A mis queridos padres Heriberto Sánchez y Martha Quishpe por apoyarme en todo momento y estar pendiente de mí, por brindarme la oportunidad de estudiar y sobre todo de ser un ejemplo de vida a seguir.

A mi compañero de Tesis y gran amigo David gracias a su apoyo y perseverancia logramos sacar adelante la investigación.

A la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA por acogernos en su prestigiosa institución, brindándome la oportunidad de seguir estudiando y lograr ser un profesional.

A mi director de tesis Ing. Germán Erazo Laverde por su apoyo, paciencia, motivación y sobre todo el tiempo brindado en el desarrollo del proyecto de investigación.

Al Ing. José Quiroz, más que un profesor un gran amigo, gracias por brindarnos la facilidad de acceder a los equipos de mediciones hasta último momento y sobre todo estar siempre presto a colaborar con el estudiante en lo que se podía.

Finalmente, a mis maestros a largo de mi vida estudiantil, al igual que a todos mis compañeros contingentes y amigos que encontré en este arduo camino, los mejores momentos de mi vida universitaria los pude compartir junto a ustedes, las experiencias inolvidables dentro y fuera de las aulas siempre las voy a llevar presente, gracias muchachos por esa amistad y el gran grupo de trabajo que formamos.

John Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas, familiares, amigos, quiénes de una u otra manera me apoyaron como pudieron.

Como olvidarme de mi gran amigo y compañero desde el inicio de la carrera, John Sánchez, quien me brido su apoyo y confianza para la culminación del proyecto.

Al ingeniero Germán Erazo, nuestro profesor, guía y amigo a la vez, quien nos impartió de la mejor manera sus conocimientos `para luego en nuestra vida profesional demostrarlos. Quien nos prestó su gran apoyo y ayuda incondicional para el cumplimiento del proyecto de grado.

Al ingeniero José Quiroz, que más que un profesor fue un amigo, prestándonos su ayuda y amistad incondicional.

Sin dejar aparte a todos mis profesores y compañeros que en algún momento compartimos clase.

Ricardo David Taipe Gualpa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx

CAPÍTULO I	1
1. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN “INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU’S”.....	1
1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Descripción resumida de la investigación.....	4
1.4. Justificación e importancia	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Metas del proyecto.....	6
1.7. Hipótesis	6
1.8. Variables de la investigación.....	6
1.8.1. Variable independiente.....	6
1.8.2. Variable dependiente	8

1.9. Metodología de desarrollo del proyecto.....	9
1.9.1. Método de análisis de contenido	9
1.9.3. Método deductivo.....	10
1.9.2. Método inductivo	10
1.9.4. Método analítico.....	10
1.9.5. Método de síntesis	10
1.9.6. Método experimental.....	11
1.9.7. Método comparativo.....	11
1.9.8. Método de observación directa	11
1.9.9. Método de medición	11
CAPÍTULO II	14
2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE FUNCIONAMIENTO DE ECU's EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	14
2.1. Introducción al sistema de inyección electrónica.....	14
2.1.1. Clasificación general	15
2.2. Unidad de control electrónica (ECU)	16
2.2.1. Función de la ECU.....	17
2.3. Constitución de la ECU	17
2.3.1. Circuito fuente.....	18
2.3.2. Bloque INPUT o Sector de entrada (Periferia).....	19
2.3.3. Bloque de procesamiento.....	20
2.3.4. Circuito de control o Sector de salida (Drivers)	22
2.4. Parámetros de información del programa PID's	23
2.5. Señales análogas y digitales	26
2.5.1. Señal análoga	26
2.5.2. Señal digital	26
2.6. Otras unidades de control electrónico	27
2.7. Elementos eléctrico - electrónicos de las Ecus.....	28
2.7.1. Componentes pasivos.....	28
2.7.2. Componentes activos.....	29

2.7.3. Dispositivos de montaje superficial (SMD)	30
2.8. Memorias de la unidad de control electrónica ECU	30
2.8.1. Memoria volátil	31
2.8.2. Memoria RAM	31
2.8.3. Memoria ROM.....	31
2.8.4. Memoria de acceso secuencial SAM.....	32
2.8.5. Memoria ROM programable (PROM)	32
2.8.6. Memoria ROM programable y borrrable (EPROM)	32
2.8.7. Memoria ROM programable borrrable (EEPROM)	33
2.8.8. Memoria tipo DIL (Dual Input Line).....	34
2.8.9. Memoria tipo SOP (Small Outline Package)	34
2.8.10. Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier)	35
2.9. Clasificación general de memorias	36
2.10. Interpretación de nomenclatura en las memorias	37
2.11. Tipos de fallas en computadoras automotrices	39
2.12. Operación, variables y beneficios de reparar la ECU	40

CAPÍTULO III **42**

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU'S	42
3.1. Ecu Accent 1.5 2000	42
3.1.1. Levantamiento de requerimientos	42
3.2. Ecu Accent 1.6 2010	44
3.2.1. Levantamiento de requerimientos	44
3.3. Requisitos del sistema	46
3.3. Descripción general del equipo.....	46
3.4. Aproximación de la propuesta	48
3.4.1. Aproximación en bloques	48
3.4.2. Subsistema de alimentación.....	48
3.4.3. Subsistema de control y salida desde el banco	49
3.4.4. Subsistema de entrada hacia el banco.....	54

3.4.5. Subsistema de comunicación.....	58
3.5. Diseño y elaboración del mainboard	60
3.6. Diseño y construcción de la caja del banco.....	62
3.7. Diseño y construcción de los subsistemas del equipo.....	64
3.7.1. Subsistema de control y salidas desde el banco	64
3.5.2. Subsistema de entradas hacia el banco de pruebas	80
3.5.3. Subsistema de comunicación	88

CAPÍTULO IV 90

4. PROTOCOLO DE PRUEBAS Y ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS .	90
4.1. Detalles de equipos de medición.....	90
4.1.1. Scanner automotriz G-Scan2.....	90
4.1.2. Osciloscopio Hantek 1008	91
4.1.3. Softwares de información, animación, simulación y diseño de circuitos impresos	92
4.2. Protocolo introductorio al banco de verificación de Ecus	93
4.3. Señales a probar.....	97
4.4. Procedimiento	97
4.5. Pruebas de la ECU Hyundai Accent 1.5.....	99
4.6. Resultados de la ECU Hyundai Accent 1.5.....	113
4.7. Pruebas de la ECU del Hyundai Accent 1.6.....	118
4.8. Resultados de la ECU del Hyundai Accent 1.6	122

CAPÍTULO V 124

5. MARCO ADMINISTRATIVO	124
5.1. Recursos.....	124
5.1.1. Recursos humanos	124
5.1.2. Recursos tecnológicos.....	125
5.1.3. Recursos materiales	125
5.1.4. Recursos de apoyo	126

5.2. Análisis de costos del proyecto de investigación	126
5.2.1. Análisis costo - beneficio	127
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de planteamiento del problema	2
Figura 2. Metodología de desarrollo del proyecto	9
Figura 3. Unidad de Control	16
Figura 4. Procesamiento de señales en la unidad de control	17
Figura 5. Bloques de trabajo de una ECU	18
Figura 6. Circuito fuente	18
Figura 7. Bloque INPUT	19
Figura 8. Bloque de procesamiento	21
Figura 9. Bloque OUTPUT	22
Figura 10. Drivers	23
Figura 11. Conector DLC	24
Figura 12. Señal análoga	26
Figura 13. Señal digital	27
Figura 14. Resistencias de montaje superficial SMD	30
Figura 15. Memorias	30
Figura 16. Memoria EPROM	33
Figura 17. Memoria EEPROM	33
Figura 18. Memoria DIL	34
Figura 19. Memoria SOP	34
Figura 20. Memoria PLCC	35
Figura 21. Clasificación de las memorias	36
Figura 22. Nomenclatura de memorias por colores	38
Figura 23. Ecu Hyundai Accent 1.5	42
Figura 24. Conector del arnés de cables de la ECM Accent	42
Figura 25. Ecu Hyundai Accent 1.6	44
Figura 26. Conector del arnés de cables de la ECM Accent 1.6 (M/T)	44
Figura 27. Esquema de bloques de la propuesta	48
Figura 28. Fuente de poder	48
Figura 29. Bloques de control y salida desde el banco	49
Figura 30. Bloques sensor CKP	49

Figura 31. Bloques sensor MAP.....	50
Figura 32. Bloques sensor MAF.....	50
Figura 33. Bloques sensor TPS.....	51
Figura 34. Bloques sensor ECT.....	51
Figura 35. Bloques sensor IAT.....	52
Figura 36. Bloques sensor lambda.....	52
Figura 37. Bloques de entrada hacia el banco.....	54
Figura 38. Bloques de inyectores.....	55
Figura 39. Bloques de bobinas.....	55
Figura 40. Bloques de bobinas transistorizadas.....	56
Figura 41. Bloque válvula IAC.....	57
Figura 42. Bloque fuel pump.....	57
Figura 43. Bloque Check Engine.....	58
Figura 44. Bloques de comunicación.....	58
Figura 45. Conector DB25 puerto paralelo.....	88
Figura 46. Conector DB25 puerto serie.....	88
Figura 47. Conector tipo OBD-II.....	89
Figura 48. Scanner automotriz G-Scan2.....	90
Figura 49. Osciloscopio Hantek 1008.....	91
Figura 50. Software de animación, simulación y diseño de circuitos eléctricos.....	92
Figura 51. Software Mitchell OnDemand5.....	93
Figura 52. Listado de conectores (A).....	94
Figura 53. Listado de conectores (B).....	95
Figura 54. Listado de controles.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros de funcionamiento del sistema de inyección PIDs	7
Tabla 2	Banco de pruebas de verificación de Ecus.....	8
Tabla 3	Metodología empleada en el proyecto.....	12
Tabla 4	Señales y sensores de entrada	20
Tabla 5	Señales de salida y actuadores.....	23
Tabla 6	Terminales del conector OBD-II	24
Tabla 7	PID's primarios.....	25
Tabla 8	PID's secundarios	25
Tabla 9	Valores de señales digitales.....	27
Tabla 10	Componentes pasivos.....	28
Tabla 11	Componentes activos.....	29
Tabla 12	Pindata Ecu Hyundai Accent 1.5	43
Tabla 13	Pindata ECU Accent 1.6 (M/T)	45
Tabla 14	Especificaciones de sensores	53
Tabla 15	Designación de pines DB25 (1).....	59
Tabla 16	Designación de pines DB25 (2).....	60
Tabla 17	Diseño y elaboración del mainboard	61
Tabla 18	Materiales y herramientas elaboración mainboard	62
Tabla 19	Diseño y elaboración de la caja del banco	63
Tabla 20	Materiales y herramientas para la caja del banco.....	63
Tabla 21	Procedimiento de diseño y conexión de la señal CKP inductivo.....	65
Tabla 22	Elementos sensor CKP inductivo	66
Tabla 23	Procedimiento de diseño y conexión sensor MAP.....	66
Tabla 24	Elementos sensor MAP	68
Tabla 25	Procedimiento de diseño y conexión sensor MAF	68
Tabla 26	Elementos sensor MAF	70
Tabla 27	Procedimiento de diseño y conexión sensor TPS.....	70
Tabla 28	Elementos sensor TPS.....	72
Tabla 29	Procedimiento de conexión sensor ECT	72
Tabla 30	Elementos sensor ECT	74

Tabla 31 Procedimiento de diseño y conexión sensor de efecto Hall	74
Tabla 32 Elementos sensor Hall	76
Tabla 33 Procedimiento de diseño y conexión sensor IAT	76
Tabla 34 Elementos sensor IAT	78
Tabla 35 Procedimiento de diseño y conexión sensor HEGO	78
Tabla 36 Elementos para sensor de O2	79
Tabla 37 Procedimiento de diseño y conexión de inyectores	80
Tabla 38 Designación de pines DB25 (1) para inyectores	81
Tabla 39 Elementos para inyectores	82
Tabla 40 Procedimiento de diseño y conexión de bobinas	83
Tabla 41 Designación de pines DB25 (1) para bobinas	84
Tabla 42 Elementos para bobinas	84
Tabla 43 Procedimiento de diseño y conexión válvula IAC	85
Tabla 44 Designación de pines DB25 (1) para válvula IAC	86
Tabla 45 Elementos para válvula IAC	86
Tabla 46 Procedimiento de diseño y conexión Check Engine y fuel pump	87
Tabla 47 Elementos para indicadores de servicio	88
Tabla 48 Designación de pines DB25 (2) para OBD-II	89
Tabla 49 Características scanner G-Scan2	90
Tabla 50 Características y funciones del osciloscopio Hantek 1008	92
Tabla 51 Listado de conectores (A)	94
Tabla 52 Listado de conectores (B)	95
Tabla 53 Listado de controles	96
Tabla 54 Señales a probar en el banco de verificación de ECU's	97
Tabla 55 Respuestas de la ECU Accent 1.5	100
Tabla 56 Señales sensores y actuadores a ralentí Accent 1.5	101
Tabla 57 Señales sensores y actuadores Accent 1.5 a 2000 rpm	107
Tabla 58 Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a ralentí	114
Tabla 59 Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a ralentí	114
Tabla 60 PID's principales generados a ralentí Accent 1.5	115
Tabla 61 Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a 2000 rpm	116

Tabla 62 Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a 2000 rpm.....	117
Tabla 63 PID's principales generados a 2000 rpm Accent 1.5	117
Tabla 64 Respuestas de la ECU Accent 1.6	119
Tabla 65 Señales sensores y actuadores ECU Accent 1.6	119
Tabla 66 Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a ralentí	122
Tabla 67 Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a ralentí	122
Tabla 68 PID's principales generados a ralentí Accent 1.6	123
Tabla 69 Recursos humanos del proyecto	124
Tabla 70 Recursos tecnológicos	125
Tabla 71 Recurso material	126
Tabla 72 Recursos de apoyo	126
Tabla 73 Análisis de costos	127

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está direccionado a la construcción de un banco de comprobación de ECUS. El proceso de investigación comenzó con la delimitación del tema que se iba a desarrollar en el proyecto, para luego revisar en fuentes bibliográficas y tener la capacitación que permita esclarecer dudas sobre el procedimiento de polarización de ECUS fuera del banco. Para el diseño y construcción de este banco fue necesario realizar un estudio de las señales bases que sirven para polarizar ecus, así también las formas de simular sensores los cuales utiliza el sistema de inyección electrónica. Esto con el objetivo de simular diversas condiciones de operación que permitan identificar problemas en la ECM. El banco de pruebas para ECM, ayudará a tener un mejor desempeño en el ámbito de reparaciones de computadoras automotrices de la línea Hyundai. El equipo está diseñado y construido para realizar todas las operaciones que simulen los actuadores y sensores del auto, es muy poco probable que el banco sufra daños, a no ser por caídas o excesos de voltaje y/o inversión de polaridad.

PALABRAS CLAVE:

- **UNIDADES DE CONTROL ELECTRÓNICA**
- **PARÁMETROS – SISTEMA DE INYECCIÓN**
- **COMPROBADOR DE ECUS**
- **ANÁLISIS DE SEÑALES – ECM**

ABSTRACT

The present titration work is aimed at the construction of an ECUS test bank. The research process began with the delimitation of the topic that was going to be developed in the project, to then review the bibliographic sources and have the training to clarify the doubts about the polarization procedure of ECUS outside the bank. For the design and construction of this bank it is necessary to carry out a study of the bases of the signals that serve to polarize the ECU, as well as the forms of simulation of the systems that use the electronic injection system. This is with the objective of simulating diverse operating conditions that allow identifying problems in the ECM. The test bench for ECM, which offers superior performance in the field of automotive computer repairs of the Hyundai line. The equipment is designed and built to perform all operations that simulate the actuators and sensors of the car, it is very unlikely that the bank will suffer damage, is not necessary or has an excess voltage and / or reverse polarity.

KEYWORDS:

- **ELECTRONIC CONTROL UNITS**
- **PARAMETERS - INJECTION SYSTEM**
- **ECUS TEST**
- **SIGNAL ANALYSIS - ECM**

CAPÍTULO I

1. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN “INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS HYUNDAI PARA DESARROLLAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU’S”

1.1. Antecedentes investigativos

Según (Olivo, 2016) menciona que: Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc. Partiendo de esa constatación, se desarrolló los sistemas de inyección electrónica de combustible, que tienen por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes de funcionamiento.

(Erazo, 2017) manifiesta que: Las aplicaciones de la electrónica en el campo automotriz van generando nuevas innovaciones y desarrollos en el automóvil, una de ellas las Unidades de Control Electrónico que en el medio al no ser construidas pueden ser reparadas, previos a un análisis y un diagnóstico efectivo a través de equipos especializados.

(Constante, 2013) indica que: Las computadoras automotrices controlan el sistema de inyección, para realizar esto realiza millones de cálculos, para permitir el correcto funcionamiento de la inyección. Los cálculos los realiza gracias a los datos de los varios sensores que posee el vehículo que entregan información de posición del cigüeñal, velocidad del motor, temperatura del motor, la presión del aire, etc. Todo con la finalidad de reducir emisiones con el control adecuado de la inyección. Por tal razón el funcionamiento adecuado de la ECU es primordial, para que el vehículo funcione de forma adecuada.

(Rosero, 2014) menciona que: Un código de falla se genera cuando el sistema de control detecta una eventual avería o parámetro de funcionamiento fuera de rango permitido de sensor, actuador, sistema afín a generación de chispa o alimentación de combustible. Se puede entender que existe un código de falla cuando la lámpara MIL ubicada en el panel de instrumentos se enciende; aunque para conocer en detalle la característica del código se utiliza un scanner. El scanner permite borrar el código del sistema, pero eso no necesariamente indica que la falla se eliminó, por lo cual se emplean otras herramientas como: multímetro u osciloscopio para estudiar el sistema o componente defectuoso.

Por tal motivo un correcto funcionamiento de la ECM permite que el vehículo en nuestro caso de la línea Hyundai funcione en óptimas condiciones. Bajo este contexto es preciso contar con una herramienta que permita el diagnóstico de ECM's para determinar con exactitud la falla y si la unidad de control puede o no ser reparada.

1.2. Planteamiento del problema



Figura 1. Árbol de planteamiento del problema

Los vehículos Hyundai al igual que otros registran un gran número de redes electrónicas de control y regulación. Conforme al avance tecnológico en estos sistemas ameritan un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla para efectuar un diagnóstico eficiente del vehículo. Con estos antecedentes la Unidad de Control Electrónica viene a ser un dispositivo esencial en el vehículo que por cuestiones de uso entre otros factores está expuesto al daño o deterioro y por ende necesita ser cambiada o reparada según las condiciones que presente.

Por tal motivo la falta de herramienta técnica en el proceso de verificación y reparación de Ecus en vehículos de la línea Hyundai, se hace indispensable un instrumento adecuado de diagnóstico que permita la detección de fallas de ECM's para determinar con exactitud si la unidad de control puede o no ser reparada.

En algunos casos muchos de los problemas en el automóvil son imputados a la ECU y por la escasa disponibilidad de información técnica como también la falta de talleres de servicio automotriz especializados en el diagnóstico y reparación de computadoras en el país, muchas de estas son desechadas, por lo cual con nuestro proyecto se obtendría mayor información para el diagnóstico y reparación de Ecus en vehículos de la línea Hyundai, generando de esta manera un incremento de personal con conocimiento en este tipo de reparación.

Con el constante adelanto tecnológico, como egresados de la Carrera de Ingeniería Automotriz estamos en la capacidad de desarrollar la construcción de un banco de pruebas para verificar estos módulos de control bajo normas y de esta manera tener un criterio real para el diagnóstico y reparación de Ecus, tanto de la línea Hyundai como de otras marcas de vehículos existentes en el mercado.

Por lo que el problema a investigar son los parámetros de información de diagnóstico de las ECM's, como señales de alimentación, drivers, procesamiento, periferia, PID's y Pindata para la posterior verificación de Ecus de vehículos de la línea Hyundai.

1.3. Descripción resumida de la investigación

En la investigación se recopiló información de fuentes confiables tales como son libros, tesis, artículos científicos de bases digitales, manuales de los fabricantes, normas técnicas.

Se verificó los parámetros característicos de funcionamiento del sistema de inyección de combustible de los vehículos de la línea Hyundai, para el desarrollo de un banco de pruebas de verificación de Ecus.

Se seleccionó elementos eléctricos y electrónicos necesarios para la construcción del equipo de pruebas de ECM's de la línea Hyundai.

Se dimensionó, ensambló y construyó el banco de pruebas de verificación de Ecus.

Se estableció y definió los parámetros de información PID's en los que trabajan los vehículos de la línea Hyundai.

Se estableció y definió los Pindata propios de cada ECM de la línea Hyundai para poder conectar la unidad de control hacia el banco, evitando posibles malas conexiones y por ende cortocircuitos en la Ecu.

Se realizó las diferentes pruebas de verificación y obtención de graficas a través de un protocolo de pruebas de las ECM's de los vehículos de la línea Hyundai en estudio, para determinar los parámetros de operación a partir de señales de entrada y salida para polarizar las Ecus automotrices.

Se tabuló los datos obtenidos para generar un registro de las variaciones de los parámetros característicos de funcionamiento de las computadoras de los vehículos de la línea Hyundai.

1.4. Justificación e importancia

Este proyecto permitió obtener información relevante del sistema de electrónica del automóvil, en caso particular de las Ecus automotrices que tienen tecnologías avanzadas, estar a la par con el ámbito automotriz y contribuir a la construcción de equipos a la matriz productiva.

Realiza un proceso secuencial de selección de elementos eléctrico – electrónicos que se utilizan en la industria automotriz aplicables al banco de pruebas.

Se realizó el diagnóstico de Ecus, evitando a que posibles fallas en el vehículo no sean otorgadas a la computadora, más bien sean captados por la ECM la posible falla o DTC para su posterior reparación.

Es importante para obtener parámetros válidos de información de diagnóstico de las ECM's de la línea Hyundai, a partir de señales de entrada y salida que polarizan las Ecus automotrices.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Investigar los parámetros de información del sistema de inyección de combustible de los vehículos de la línea Hyundai para desarrollar la construcción de un banco de pruebas que permita la verificación de Ecus automotrices.

1.5.2. Objetivos específicos

- Investigar referencias bibliográficas tales como artículos, manuales técnicos con respecto a los vehículos Hyundai, variantes de diagnóstico y reparación de Ecus que ayuden a la investigación práctica.
- Determinar parámetros de operación de la línea Hyundai.
- Seleccionar componentes eléctricos y electrónicos para la aplicación.
- Obtener datos validos de Pindata de las ECM's en cuestión.
- Construcción de un banco de pruebas comprobador de ECM's.
- Establecer un protocolo de pruebas para verificar unidades de control.
- Generar señales de entrada y salida para polarizar computadoras automotrices.
- Obtener señales y parámetros de comparación.

1.6. Metas del proyecto

- Generar un equipo de pruebas que permita realizar el diagnóstico con un 90% de precisión para la posterior reparación de Ecus automotrices de la línea Hyundai.

1.7. Hipótesis

¿A través del desarrollo del banco de pruebas será posible realizar un diagnóstico eficiente de las computadoras automotrices de la línea Hyundai?

1.8. Variables de la investigación

1.8.1. Variable independiente

Tabla 1

Parámetros de funcionamiento del sistema de inyección PIDs

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son las unidades con las que se representan las magnitudes que intervienen en el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.	Sensores	Sensor de presión del aire de admisión (MAP)	V KPa	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de prueba
		Sensor de flujo de aire (MAF)	V kg/h	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	V °C	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Sensor de posición de mariposa (TPS)	V %	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Sensor de oxígeno (HEGO)	V	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Sensor de temperatura del aire (IAT)	V °C	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Sensor CKP inductivo	f t	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Válvula reguladora a ralentí (IAC)	t V	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Inyectores	t (ms)	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Bobinas de encendido	V	Medición Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas

1.8.2. Variable dependiente

Tabla 2
Banco de pruebas de verificación de Ecus

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es un módulo construido para el diagnóstico y reparación de Ecus.	Módulo de control	Subsistema de control y salidas desde el banco	#	Diseño, selección, matematización	Protocolo de pruebas
		Subsistema de entradas hacia el banco	#	Diseño, selección, matematización	Protocolo de pruebas
		Subsistema de alimentación	GND V	Selección	Protocolo de pruebas
		Protocolos de comunicación	OBD-II	Selección	Protocolo de pruebas
			Puerto paralelo DB25	Selección	Protocolo de pruebas
			Conectores auxiliares tipo banana	Selección	Protocolo de pruebas
	Curvas o señales características	Sensores	v/t	Diseño, selección, matematización	Protocolo de pruebas
		Actuadores	v/t	Diseño, selección, matematización.	Protocolo de pruebas

1.9.3. Método deductivo

En la investigación se empleó el método deductivo para analizar principalmente parámetros característicos del sistema de inyección de combustible, permitiendo diagnosticar el estado real de una unidad de control electrónica de forma técnica.

1.9.2. Método inductivo

Este método permitió que mediante la verificación de las diferentes Ecus, se obtenga parámetros característicos del sistema de inyección de combustible a través de la generación de señales que simulan a los sensores del vehículo, obligándole a la computadora activar los diferentes actuadores como inyectores, bobinas transistorizadas y bujías, con el objetivo de obtener conclusiones por medio de la experimentación.

1.9.4. Método analítico

Por medio de este método se analizó y determinó las variaciones de los parámetros característicos generados en la ECM a diferentes revoluciones de CKP simuladas por el banco, para obtener resultados finales.

1.9.5. Método de síntesis

El método ayudó a generar un resumen del trabajo realizado en nuestras condiciones llegando a emitir una explicación de los datos resultantes de las pruebas realizadas bajo la influencia de los parámetros característicos del sistema de inyección de las Ecus con sus diferentes tipos de señales de sensores y actuadores proporcionadas por el banco.

1.9.6. Método experimental

Se aplicó este método debido a que se van a realizar pruebas y mediciones con la implementación de una guía y un protocolo de pruebas, los cuales aportan los parámetros característicos ideales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

1.9.7. Método comparativo

En esta investigación el método comparativo permitió establecer variaciones de los parámetros característicos de cada una de las Ecus de la línea Hyundai, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

1.9.8. Método de observación directa

Permitió la observación de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio de Autotrónica, obteniendo resultados variables de los parámetros característicos y como influye en el comportamiento del sistema de inyección con el uso de diferentes Ecus.

1.9.9. Método de medición

Se empleó este método para constatar valores reales de los parámetros característicos del sistema de inyección producidos en las Ecus siguiendo un protocolo de pruebas, para determinar si una unidad electrónica está funcionando correctamente, se puede reparar o definitivamente hay que cambiar.

Tabla 3
Metodología empleada en el proyecto

Táctica / Método	Descripción	Equipo	Laboratorio
Método deductivo	En la investigación se empleó el método deductivo para analizar principalmente parámetros característicos del sistema de inyección de combustible, permitiendo diagnosticar el estado real de una unidad de control electrónica de forma técnica.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método inductivo	Este método permitió que mediante la verificación de las diferentes Ecus, se obtenga parámetros característicos del sistema de inyección de combustible a través de la generación de señales que simulan a los sensores del vehículo, obligándole a la computadora activar los diferentes actuadores como inyectores, bobinas transistorizadas y bujías, con el objetivo de obtener conclusiones por medio de la experimentación.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método analítico	Por medio de este método se analizó y determinó las variaciones de los parámetros característicos generados en la ECM a diferentes revoluciones de CKP simuladas por el banco, para obtener resultados finales.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método de síntesis	El método ayudó a generar un resumen del trabajo realizado en nuestras condiciones llegando a emitir una explicación de los datos resultantes de las pruebas realizadas bajo la influencia de los parámetros característicos del sistema de inyección de las Ecus con sus diferentes tipos de señales de sensores y actuadores proporcionadas por el banco.	<ul style="list-style-type: none"> • Computador personal. • Office/Excel 	

CONTINÚA



Método experimental	Se aplicó este método debido a que se van a realizar pruebas y mediciones con la implementación de una guía y un protocolo de pruebas, los cuales aportarán los parámetros característicos ideales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo y de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método comparativo	En esta investigación el método comparativo permitió establecer variaciones de los parámetros característicos de cada una de las ECM's de la línea Hyundai, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo y de prueba • Computador personal. • Office/Excel 	
Método de observación directa	Permitió la observación de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio de Autotrónica, obteniendo resultados variables de los parámetros característicos y como influye en el comportamiento del sistema de inyección con el uso de diferentes Ecus.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo y de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método de medición	Se empleó este método para constatar valores reales de los parámetros característicos del sistema de inyección producidas en las ECM's siguiendo un protocolo de pruebas, para determinar si una unidad electrónica está funcionando correctamente, se puede reparar o definitivamente hay que cambiar.	<ul style="list-style-type: none"> • Guías protocolo y de prueba 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica

CAPÍTULO II

2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE FUNCIONAMIENTO DE ECU's EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1. Introducción al sistema de inyección electrónica

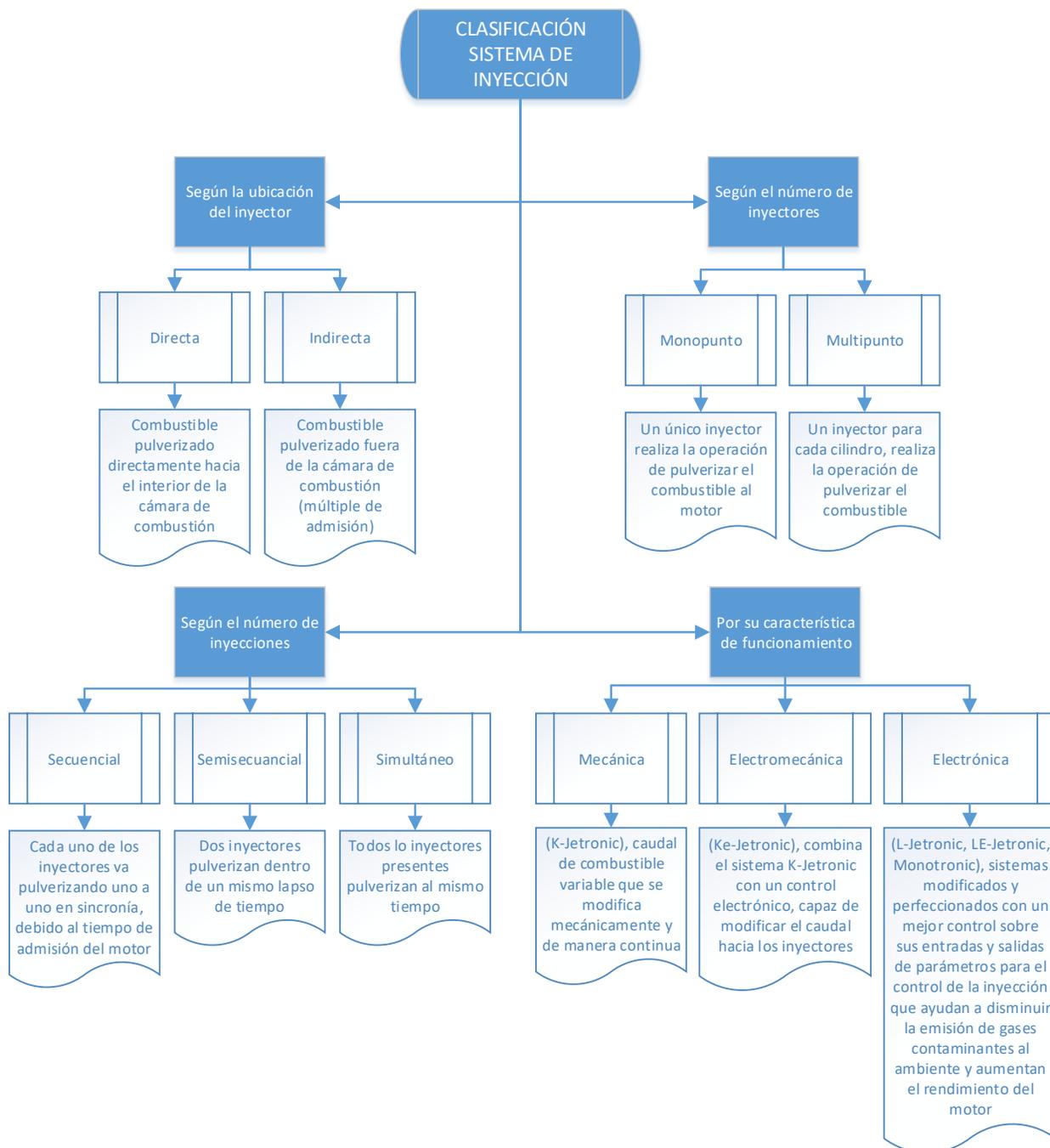
Según (Olivo, 2016) menciona que: Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc. Partiendo de esa constatación, se desarrolló los sistemas de inyección electrónica de combustible, que tienen por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes de funcionamiento.

Para que el motor tenga un funcionamiento suave, económico y no contamine el medio ambiente, el necesita recibir una mezcla aire/combustible perfecta, en todos los niveles de rotación.

Según (Pilatasig, 2014) menciona que: La inyección electrónica es una forma de inyección de combustible que se diferencia en varios tipos (Monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero básicamente todas se basan en la ayuda de la electrónica para dosificar la inyección del carburante y reducir la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo. Este es un sistema que reemplaza al carburador en los motores de gasolina.

Según (Rosero, 2014) indica que: El control de inyección y encendido se desarrolla de manera electrónica; inevitablemente la electrónica llegará a dominar el panorama de la inyección de combustible, revolucionará los sistemas de encendido e instrumentación relacionada con el diagnóstico con la finalidad de reducir la contaminación y mejorar cada vez más las prestaciones de los motores.

2.1.1. Clasificación general



2.2. Unidad de control electrónica (ECU)

(Ramírez, 2016) cita: La Computadora Automotriz toma sus decisiones mediante la información llegada de los sensores y la información que tiene su memoria interna y envía sus señales de gestión a los diferentes actuadores. Estos actuadores se amoldan a los diferentes requerimientos del motor de forma más o menos adecuada sin necesidad de una puesta punto mecánico ya que los ajustes a las diferentes necesidades lo comandan la ECU.

Según (Mariño & Cholota, 2009) mencionan que: Esta unidad utiliza microprocesadores que ordenan el desarrollo de las operaciones de trabajo, indexa los pasos de trabajo, solicita los datos necesarios y controla la entrada y salida de datos hacia los diferentes circuitos actuadores para un correcto funcionamiento del vehículo. Igualmente, se la conoce como: ECM, ECC, ECCS, CPU, UCE, PCM, VCM, etc.

Según (Kaiser, 2015) indica que: “La ECU y sus componentes se denominan hardware. La ECU de Motronic contiene todos los algoritmos para el control abierto y cerrado necesarios para gobernar los procesos de gestión del motor (encendido, inducción y formación de la mezcla, etc.)”.

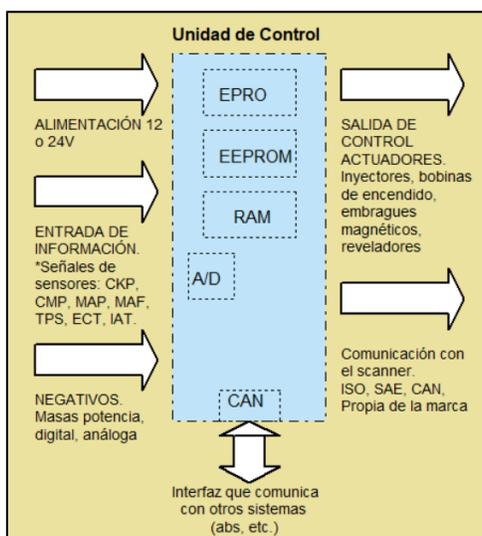


Figura 3. Unidad de Control

2.2.1. Función de la ECU

Según (Coello, 2005) indica que la unidad de control electrónica: "Recibe las señales de todos los sensores, señales que procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios impulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos actuar, de acuerdo con su función individual".

Según (Mariño & Cholota, 2009) mencionan que la Ecu: "Se encarga de recibir las señales de los sensores, censar la información, desarrollar el programa almacenado en la memoria y enviar la señal a los diferentes actuadores para que el vehículo funcione en óptimas condiciones".

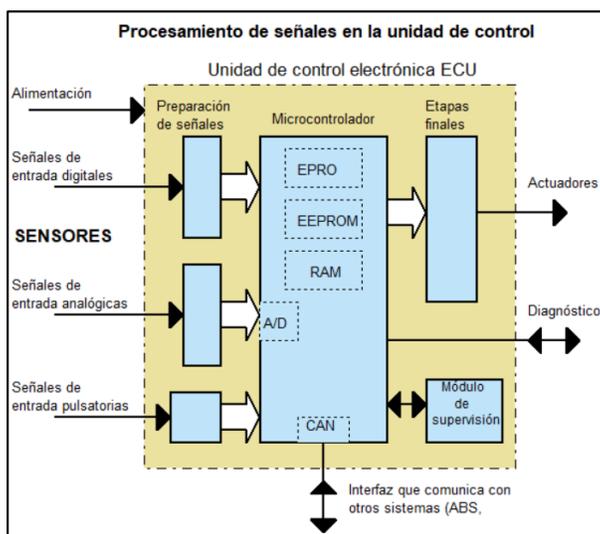


Figura 4. Procesamiento de señales en la unidad de control

2.3. Constitución de la ECU

Según (Coello, 2005) menciona que: "La computadora automotriz está compuesta de varias etapas para cumplir la función total, todas las etapas están compuestas de semiconductores electrónicos, tales como resistencias, diodos, transistores, condensadores, circuitos integrados, que sumados forman estructuras muy complejas".

Según (Alonso, 2007) afirma que una Ecu: "Procesa las condiciones físicas que constituyen una información (datos), adaptándolas convenientemente para seguidamente, dar salida a unas corrientes eléctricas de los actuadores pertinentes en cada caso. La computadora trabaja en cuatro funciones o fases básicas".

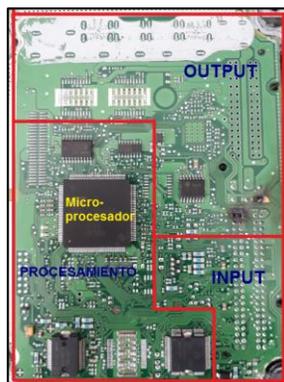


Figura 5. Bloques de trabajo de una ECU

2.3.1. Circuito fuente

Según (Cise Electronics Corp., 2010) menciona que: Este circuito está diseñado para proteger el módulo y mantener un nivel de tensión estable al interior de este en los elementos de procesamiento no se permite cambios en los niveles de tensión recordemos que en un automóvil el sistema de carga se caracteriza por los cambios de voltaje. Constituyen la fuente de alimentación de la ECU, transistores, diodos, condensadores, reguladores de voltaje, etc.

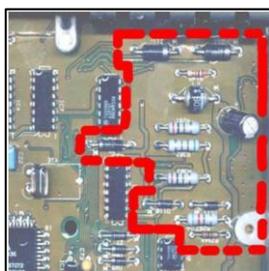


Figura 6. Circuito fuente

Fuente: (Cise Electronics Corp., 2010)

2.3.2. Bloque INPUT o Sector de entrada (Periferia)

Según (Serravalle, 2011) menciona que: Se denomina bloque de entrada a todos los circuitos que se encuentran como receptores de las diferentes señales que van a ingresar a la UEC y antes de que lleguen al microprocesador. Encontramos en este sentido, filtros, amplificadores, conversores análogos a digital, comparadores, recortadores, entre otros.

Según (Álvarez, 2010) afirma que: "Las señales de entrada son las encargadas de adaptar y codificar, de una manera comprensible para la UEC del controlador lógico, las señales que llegan a los bornes de entrada procedentes de pulsadores, interruptores y especialmente sensores".

Según (Alonso, 2007) menciona que: "Una señal de voltaje es enviada desde una unidad de entrada. Esta unidad puede ser un sensor o un interruptor".

Según (Semanate, 2016) indica que: "De acuerdo con el tipo de señales de entrada que provienen de los sensores, se presentan en el funcionamiento del motor para ser receptadas y procesadas".

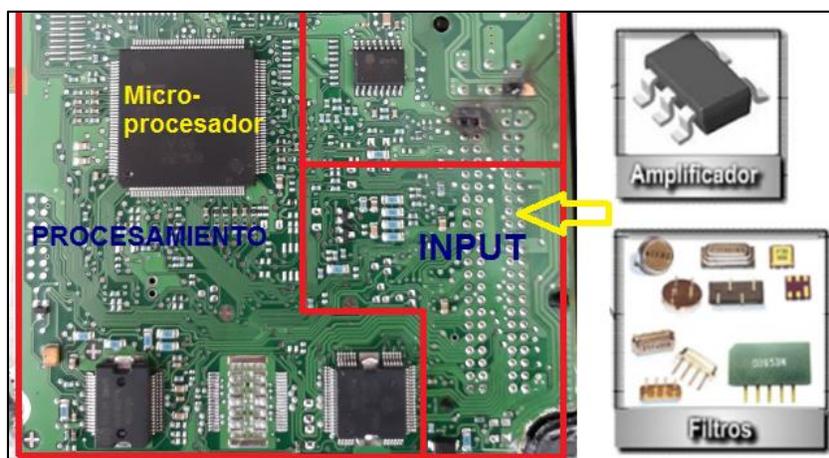


Figura 7. Bloque INPUT

Tabla 4

Señales y sensores de entrada

Sincronización y referencia	Sensores magnéticos
	Sensor Hall
Referencia de temperatura	Temperatura de refrigerante ECT
	Temperatura de aire externo
	Temperatura de aire de admisión IAT
	Temperatura de aceite
	Temperatura de escape
Señales de voltaje de entrada	Sensor de presión absoluta MAP
	Sensor de flujo de masa de aire MAF
	Sensor de posición de mariposa TPS
Señales de sensor de O2 o sonda lambda	Sensor de banda angosta
	Sensor de banda ancha

Generalmente la falla se ubica en este bloque en los siguientes casos:

- 1) No hay señal en el sensor (4.5 a 5V).
- 2) No hay pulso de 12V en su respectivo actuador.

2.3.3. Bloque de procesamiento

Según (Cise Electronics Corp., 2010) cita que: 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 conversores 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.

Según (Alonso, 2007) afirma que: La unidad de control electrónico, funcionalmente procesa la información de las señales de entrada, las cuales por medio de algoritmos lógicos de las memorias y microprocesadores que posea la UEC, comparan la información con las instrucciones ya programadas. Los circuitos lógicos procesan la información recibida de los sensores como señales de entrada y las transforman en señales de salida en los actuadores.

Según (Serravalle, 2011) menciona que “Es el circuito y elementos que desarrollan funciones programadas que están constituidos por el microprocesador, memorias involucradas en la ejecución del software”.

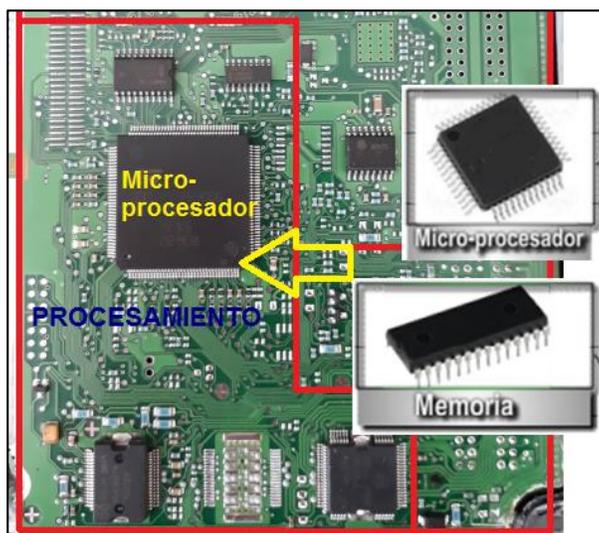


Figura 8. Bloque de procesamiento

Generalmente la falla se ubica en este bloque en los siguientes casos:

- 1) En el microprocesador cuando el vehículo no enciende.
- 2) No hay pulsos de entradas y salidas (Sensores y actuadores).
- 3) Los scanner e interface no logran conexión DLC con el vehículo.

2.3.4. Circuito de control o Sector de salida (Drivers)

(Cise Electronics Corp., 2010) cita: Los circuitos de control dentro de un módulo eléctrico están básicamente diseñados para controlar los actuadores como por ejemplo los inyectores, las bobinas, las válvulas de marcha mínima, los relevadores 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 ampere y los voltajes operados pueden llegar a picos de hasta 400V.

Según (Serravalle, 2011) dice que: De acuerdo como las señales de los elementos electrónicos son tratadas al ingresar, antes de llegar al microprocesador por circuitos previos que se han denominado bloque de entrada, existen luego circuitos que se encuentran entre las salidas del microprocesador y los diferentes elementos que van a ser los denominados actuadores.

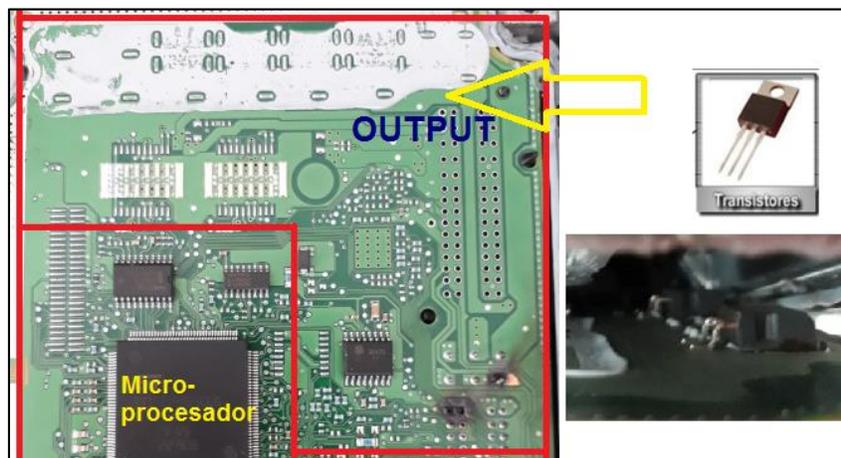


Figura 9. Bloque OUTPUT

Según (Serravalle, 2011) dice que: Complementos como amplificadores, circuitos de potencia con transistores, todos los denominados drivers o manejadores, etc. Son controlados por el microcontrolador y que actuarán sobre los diferentes elementos periféricos de potencia, como, por ejemplo: Bobinas de encendido, inyectores, relés, etc.

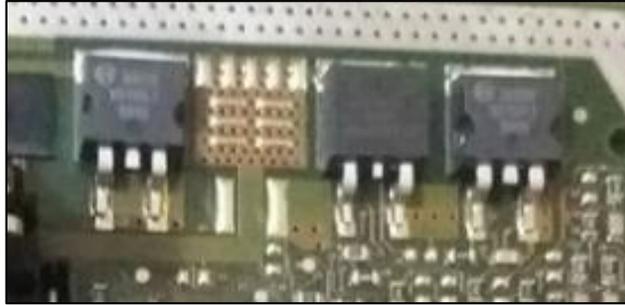


Figura 10. Drivers

Tabla 5

Señales de salida y actuadores

Señales de Salida y Actuadores	Controladores de inyección
	Inyectores
	Salidas programables de corriente
	Controladores de encendido
	Control de relé de bomba de combustible
	Control de motores paso a paso
	Control de válvula de enfriamiento del radiador
	Control de árboles variables

Fuente: (Semanate, 2016)

2.4. Parámetros de información del programa PID's

Según (Reinoso, 2011) manifiesta que: El PID (Parámetro de información del programa) es el nombre técnico que utiliza para la información requerida por el técnico, que va desde el PCM hacia el scanner. Cuando se diagnostica un problema relacionado con el desempeño del motor, el PID Data puede ser un modo rápido y confiable para adquirir información. Se accede a ella a través del Data Link Conector (DLC) ubicado bajo el panel del instrumental.

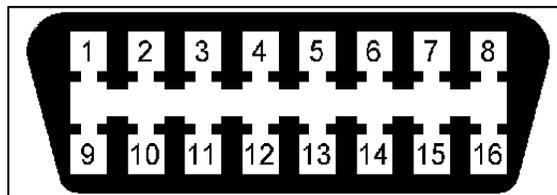


Figura 11. Conector DLC

Tabla 6

Terminales del conector OBD-II

PIN	DESCRIPCIÓN
2	Comunicación SA VPW / PWM, SAE J1850 (Bus +)
4	Masa del Vehículo
5	Masa de la Señal
6	CAN, línea alta, SAE (J-2284)
7	Comunicación ISO 9141-2 (Línea K)
10	Comunicación PWN, SAE J1850 (Bus -)
14	CAN, línea baja, SAE (J-2284)
15	Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)
16	Batería +12V

Según (Reinoso, 2011) menciona que: Los síntomas sin códigos de fallas son los más difíciles de diagnosticar. Es aquí cuando un análisis de la información de los PID's puede ayudar para efectuar una rápida y precisa reparación. Existen más de cien PID's posibles, disponibles para ayudar al técnico en el proceso de diagnóstico. En muchos casos, se necesitan tan solo 25 PID's para resolver un problema de desempeño del motor. Si se analiza un problema del motor se pueden clasificar dos tipos, unos primarios y otros secundarios los cuales se listan a continuación.

Tabla 7**PID's primarios**

PID's PRIMARIOS	
PID	UNIDAD
MAF	(Volts)
RPM	RPM
O211	(V)
O221	(V)
SFT1	%
SFT2	%
FPW1	Ms
FPW2	Ms
TP	(V)

Tabla 8**PID's secundarios**

PID's SECUNDARIOS	
PID	UNIDAD
ECT	(V)
LFT1	%
LFT2	%
TS	Posición
SAP	Grados (APMS)
IAC	%
EGRR	%
DPFE	(V)
FSYS	Closed – Open
O212	(V)
O222	(V)
FLVL	%
FTPT	(V)
EVM	%

2.5. Señales análogas y digitales

2.5.1. Señal análoga

Según (Álvarez, 2010) afirma que: Las señales análogas, son aquellas que se caracterizan por adoptar distintos valores a la entrada de un controlador lógico, representando un voltaje variable durante todo el tiempo de funcionamiento. Esta señal puede proceder de un equipo que utilice la misma alimentación del controlador lógico. Generalmente las señales análogas proceden de magnitudes físicas y una resistencia variable cambia la resistencia interna del sensor como pueden ser la temperatura, la presión, la velocidad, etc.

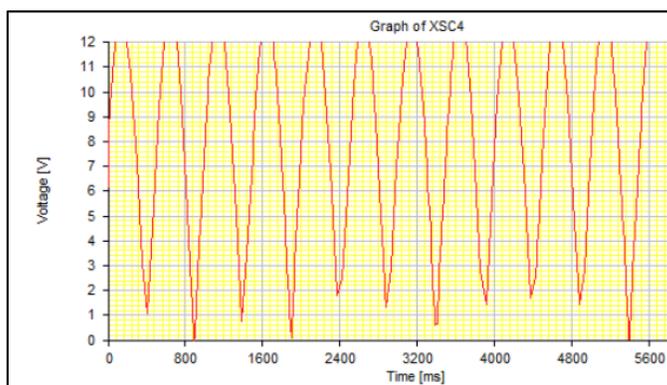


Figura 12. Señal análoga

2.5.2. Señal digital

Según (Álvarez, 2010) menciona que: Las entradas digitales son aquellas señales que toman siempre un valor fijo, es decir, todo o nada. Es en este caso, tensión o ausencia de esta como contacto abierto o contacto cerrado. En los controladores lógicos, este valor es de tensión y su valor depende de la tensión de alimentación, puesto que la entrada digital se realiza desde la tensión de entrada, a través de un interruptor, contacto, etc.

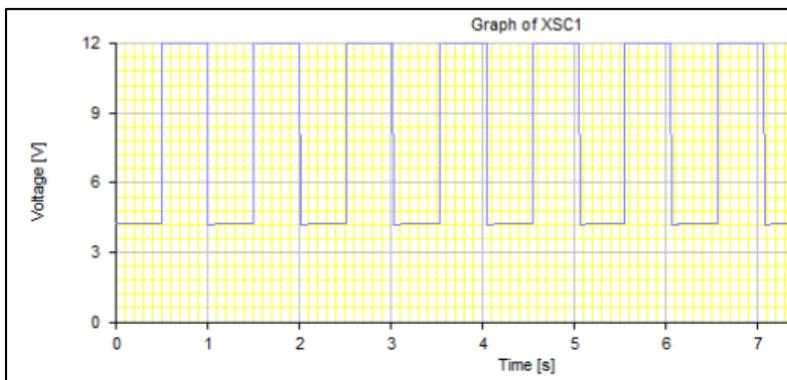


Figura 13. Señal digital

Tabla 9

Valores de señales digitales

Señales digitales	Alto / Bajo
	ON / OFF
	1 / 0
	0 V / 5 V

2.6. Otras unidades de control electrónico

Según (Mariño & Cholota, 2009) mencionan que: Cada centralita electrónica tiene por objetivo controlar algún subsistema del vehículo. Tener bajo control todas las centrales electrónicas, así como su compleja intercomunicación se ha convertido en uno de los grandes retos de la industria automovilística. Si bien con el tiempo se fusionan centrales electrónicas para ahorrar costes, peso y mensajes en el bus de intercomunicación, siempre surgen nuevas centrales cumpliendo nuevas funciones, como pueden ser los sistemas de cámaras de 360 grados o las centrales para el control de los remolques traseros.

Según (Cise Electronics Corp., 2010) expresa que: En la actualidad existen diversas unidades de control instaladas sobre los vehículos. Hace unos años solo se pensaba en la posibilidad de reparar la unidad de control del motor ECM, pero ya la

oportunidad de aplicar estos conocimientos se ha extendido a un número mayor de módulos, por ejemplo, para listar algunos:

- Unidad de control del motor ECM
- Unidad de control del tren motriz PCM
- Unidad de control del sistema de la carrocería BCM
- Unidad de control del sistema de frenos ABS
- Unidad de control del sistema de transmisión automática PCM
- Unidad de control del sistema inmovilizador INMOBOX
- Unidad de control del sistema de seguridad AIR BAG
- Unidad de control del sistema de información al conductor IPC – DIC
- Unidad de control del sistema de dirección electrónica EPS
- Unidad de control del sistema de acondicionamiento de aire HVAC
- Unidad de control del sistema receptor de señales RKE.

2.7. Elementos eléctrico - electrónicos de las Ecus

2.7.1. Componentes pasivos

Según (Cise Electronics Corp., 2010) menciona que: “Se puede definir a los componentes pasivos como aquellos que no producen amplificación y que sirven para controlar la electricidad, colaborando al mejor funcionamiento de los elementos activos (los cuales son llamados genéricamente semiconductores)”.

Tabla 10

Componentes pasivos

Componente	Función
Resistencia	División de intensidad o tensión, limitador de intensidad.

Condensador	Almacenamiento de energía, filtrado, adaptación impedancia.
Inductor o Bobina	Almacenar o atenuar el cambio de energía debido a su poder de autoinducción

2.7.2. Componentes activos

Según (Cise Electronics Corp., 2010) indica que: Dentro de lo que respecta a la electrónica de módulos en automotriz la gran evolución de los sistemas se presentó cuando se implementaron en los controles los Semiconductores. Estos componentes activos tienen un gran número de virtudes porque simplifican los circuitos, sus propiedades permiten que cambien su característica de operación como ningún otro material lo podría hacer.

Tabla 11
Componentes activos

Componente	Función
Amplificador operacional	Amplificación, regulación, conversión de señal, conmutación.
Biestable	Control de sistemas secuenciales.
PLD	Control de sistemas digitales.
Diac	Control de potencia.
Diodo	Rectificación de señales, regulación, multiplicador de tensión.
Diodo Zéner	Regulación de tensiones.
FPGA	Control de sistemas digitales.
Memoria	Almacenamiento digital de datos.
Microprocesador	Control de sistemas digitales.
Microcontrolador	Control de sistemas digitales.
Pila	Generación de energía.
Tiristor	Control de potencia.
Puerta lógica	Control de sistemas combinatoriales.
Transistor	Amplificación, conmutación.
Triac	Control de potencia.

CONTINÚA



2.7.3. Dispositivos de montaje superficial (SMD)

Según (Cise Electronics Corp., 2010) cita que: Un componente SMD (Surface Mounting Device) es un componente electrónico que se suelda directamente en la superficie de la PCB (Placa de circuito impreso). Tradicionalmente los componentes se montaban introduciendo sus terminales por un agujero y soldándolos del otro lado. Ahora no hay agujero, solo hay unos cuadraditos de cobre sobre los que se sueldan los componentes.

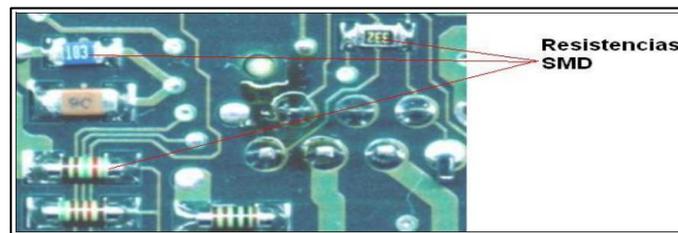


Figura 14. Resistencias de montaje superficial SMD

Fuente: (Cise Electronics Corp., 2010)

2.8. Memorias de la unidad de control electrónica ECU

Dentro de la electrónica de módulos de control existen variadas ECU's que ostentan de diferentes tipos de memorias tanto de almacenamiento como de procesamiento de datos de operación, citándose los siguientes:



Figura 15. Memorias

Fuente: (Ramírez, 2016)

2.8.1. Memoria volátil

Según (Tocci & Widmer, 2003) menciona que: “Se considera memoria volátil a cualquier tipo de memoria que requiera la aplicación de potencia eléctrica para almacenar información. Si se interrumpe la energía eléctrica se perderá toda la información almacenada en la memoria”.

2.8.2. Memoria RAM

Según (Tocci & Widmer, 2003) menciona lo siguiente sobre la memoria RAM: Memoria en la cual la ubicación física real de una palabra de memoria no tiene efecto en el tiempo que toma para leer o escribir esa ubicación particular. En otras palabras, el tiempo de acceso es el mismo para cualquier dirección en la memoria, la mayoría de las memorias semiconductoras son RAM.

Según (Tokheim, 2002) señala que: Las memorias RAM son consideradas como memorias de escritura, ya que retiene un tiempo determinado la información y esta puede ser "llamada o recordada" en cualquier momento. Se dice entonces que se puede escribir información representada en números binarios (ceros y unos) que se encuentra en la memoria.

2.8.3. Memoria ROM

Según (Tocci & Widmer, 2003) manifiesta que: La memoria ROM es aquella que realiza un trabajo que se supone cumplirá ciclos repetitivos.

En una memoria ROM se puede escribir "programar" sólo una vez y esta operación por lo general se lleva a cabo en la fábrica del dispositivo. Posteriormente la información de la memoria solo podrá ser de lectura.

Existen otros tipos de memorias ROM que en realidad son memorias principalmente de lectura, en las cuales se puede escribir más de una vez, pero la operación de escritura es más complicada que la de lectura y que no se realiza muy a menudo. Toda la Memoria ROM no es volátil y almacenará datos en ausencia de energía eléctrica.

2.8.4. Memoria de acceso secuencial SAM

Según (Tocci & Widmer, 2003) menciona que: Se caracteriza por ser un tipo de memoria en el cual el tiempo de acceso no es constante, sino que irá dependiendo de la ubicación de la dirección. Cuando la información requerida la cual está almacenada es encontrada por sucesión a través de todas las ubicaciones de direcciones hasta que se encuentre la dirección deseada.

2.8.5. Memoria ROM programable (PROM)

Según (Tocci & Widmer, 2003) señala que: Estas memorias se caracterizan por ser denominados dispositivos "programables una sola vez", es decir no son programadas durante el proceso de manufactura, sin embargo, una vez que se programa una PROM no se podrá borrar ni reprogramar. Es decir, si el programa de la memoria es defectuoso o hay que cambiarlo, se debe desechar la PROM.

2.8.6. Memoria ROM programable y borrable (EPROM)

Según (Tocci & Widmer, 2003) indica que: Memoria que puede ser programada por el usuario, puede ser borrada y reprogramada las veces deseadas. Una vez programada la memoria EPROM es una memoria no volátil que se caracterizará por mantener sus datos almacenados indefinidamente. Una vez que la memoria EPROM haya sido reprogramadas estas pueden ser borradas exponiéndolas a luz ultravioleta (UV) aplicada a través de una ventana en el paquete del chip.

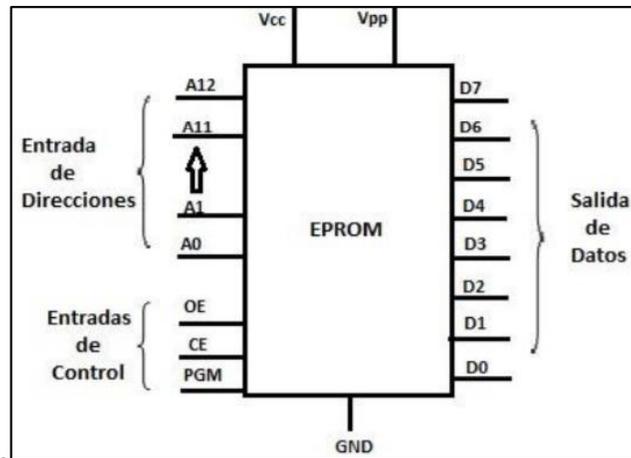


Figura 16. Memoria EPROM

Fuente: (Tocci & Widmer, 2003)

2.8.7. Memoria ROM programable borrable (EEPROM)

Según (Tocci & Widmer, 2003) menciona que: La memoria EEPROM posee la misma estructura de las memorias EPROM, pero con la inclusión de una región de óxido muy delgada arriba del drenador de la celda de la memoria MOSFET. Esta modificación constituye la principal característica de la memoria y su capacidad de borrado eléctrico.

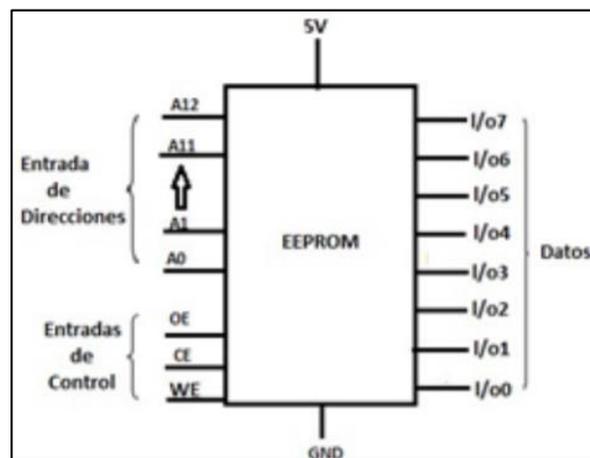


Figura 17. Memoria EEPROM

Fuente: (Tocci & Widmer, 2003)

2.8.8. Memoria tipo DIL (Dual Input Line)

Según (Semanate, 2016) señala que: Este dispositivo fue uno de los primeros usados en vehículos equipados con inyección electrónica. Posee dos líneas con pines de acceso, estas pueden ser de 28 o 32 pines. Una muesca se puede observar en su encapsulado, el mismo muestra la orientación de su numeración y la ubicación del pin número (1), se puede observar en la parte media del componente una ventana la cual se puede suprimir datos existentes por medio de luz ultravioleta.

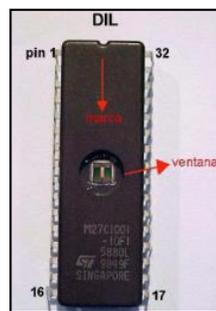


Figura 18. Memoria DIL

Fuente: (Semanate, 2016)

2.8.9. Memoria tipo SOP (Small Outline Package)

Según (Semanate, 2016) menciona que: Este tipo de memorias es una de las más usadas hasta la actualidad en las empresas automotrices, posee una capacidad de 2 hasta 32 Mb. La cantidad de pines utilizados es de 44 o 48 terminales, también posee una marca la cual muestra la posición del pin (1).

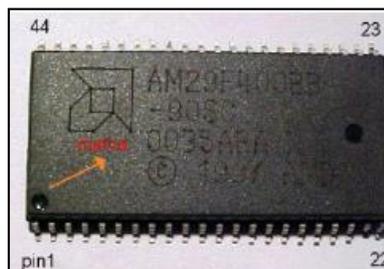


Figura 19. Memoria SOP

Fuente: (Semanate, 2016)

2.8.10. Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier)

Según (Semanate, 2016) menciona que: Este tipo de memorias fue el segundo usado por las empresas automotrices, cuenta con un tamaño reducido y la configuración de sus pines envuelve los 4 lados a diferencia de la memoria tipo DIL la cantidad de pines puede ser de 32, 44 y 48.

Lo específico de esta configuración es que los pines se encuentran hacia adentro y su montaje es superficial a la placa principal. Esto simplifica el tamaño que ocupa en la placa principal y también aporta mayor capacidad en su interior.

Memoria la cual permite ser borrada eléctricamente para luego poder ser reutilizada, mediante una programación. En la parte lateral del dispositivo se encuentra una marca que indica la posición del pin 1. Puede ser encontrado y montado directamente sobre la placa como también sobre un zócalo, esto facilita su extracción y manejo.

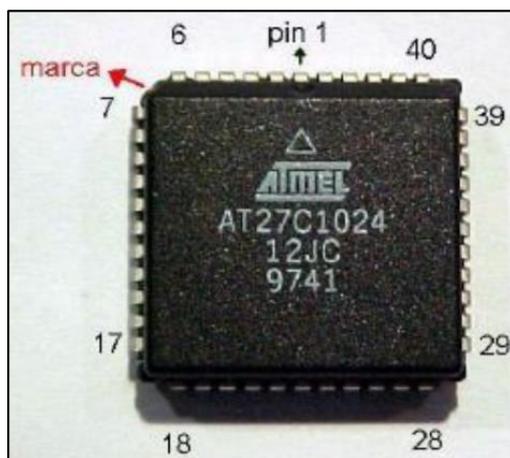


Figura 20. Memoria PLCC

Fuente: (Semanate, 2016)

2.9. Clasificación general de memorias

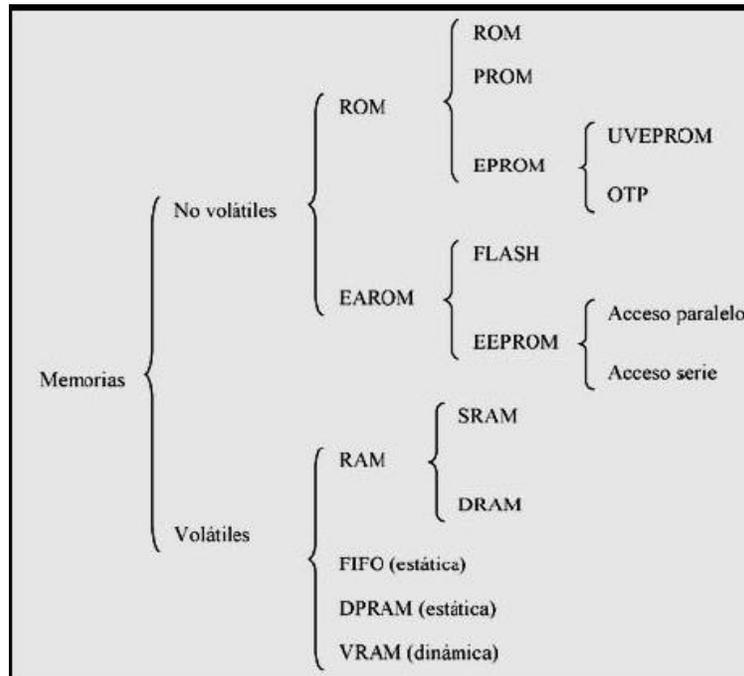


Figura 21. Clasificación de las memorias

Fuente: (Izaguirre & Cuéllar, 2008)

(Izaguirre & Cuéllar, 2008) manifiesta que: Las memorias se clasifican en volátiles y no volátiles: Las memorias no volátiles se caracterizan ya que su información permanece inalterada aun cuando la memoria se quede se alimentación. Las memorias volátiles son aquellas cuya información puede alterarse ante una falta de alimentación.

Las memorias no volátiles se dividen en ROM y EAROM. Las memorias ROM son aquellas cuyo contenido es escrito en ellas a través de un sistema destinado para dicha finalidad, y las memorias EAROM son aquellas cuyo contenido puede ser alterado en el mismo circuito en el que se opera.

Las memorias ROM se clasifican a su vez en memoria ROM propiamente dichas, en memorias PROM y memorias EPROM. Las memorias ROM son aquellas cuya información es grabada internamente por el fabricante de la memoria. Las memorias

PROM pueden ser grabadas por el usuario por el usuario, pero que no pueden ser borradas ni vueltas a grabar. Las memorias EPROM son aquellas que pueden ser grabadas y borradas por el usuario. Entre las memorias EPROM se encontrarán dos versiones, las UVEPROM o EPROM propiamente dicha, que pueden ser borradas por la exposición de la luz ultravioleta.

(Izaguirre & Cuéllar, 2008) afirma que: Las memorias EAROM son de dos variedades: las FLASH y las EEPROM; las memorias FLASH son aquellas cuya información puede ser alterada por el mismo circuito en que están siendo usadas, pero para ello tiene que ser parcialmente borrada en ciertas áreas o bloques. Las EEPROM, a diferencia de las memorias FLASH pueden ser borradas y grabadas dirección por dirección. Ambos tipos de memoria si bien son rápidas cuando se llena, suelen ser muy lentas en el momento de la escritura.

(Izaguirre & Cuéllar, 2008) manifiesta: Las memorias volátiles vienen en varios tipos cuya utilidad depende de la aplicación. Así se tiene: las memorias RAM, las FIFO, las DPRAM y las VRAM. De estas las que más pertenecen al sistema automotriz son las memorias RAM. En las memorias RAM el contenido de la memoria puede ser alterado por el procesador en un proceso de escritura y puede ser leído en proceso de escritura, y todo ello a alta velocidad, por ello se utilizan para almacenar todos los datos variables en un sistema basado en procesador. Existen básicamente dos tipos de memorias RAM, las estáticas SRAM y las dinámicas DRAM. Las memorias SRAM mantienen su contenido sin alteración mientras la alimentación se halle conectada, por el contrario, en las DRAM el contenido debe ser actualizado cada cierto tiempo para que el contenido no se altere.

2.10. Interpretación de nomenclatura en las memorias

Según (Augeri, 2015) dice que: En cada una de las memorias programables que

poseen los diferentes tipos de unidad de control electrónica en el campo automotriz, se pueden describir sus características por medio de los colores que representan sus prestaciones:



Figura 22. Nomenclatura de memorias por colores

Fuente: (Augeri, 2015)

Verde (29): Para memorias colocadas en vehículos en su mayoría se encuentran en 2 tipos de familias No. 27 y No. 29, cada familia estructuralmente cumple condiciones; como la velocidad de acceso, condiciones de circuitos internos; como compuertas, estructuras, etc.

Azul (F): Seguido del tipo de familia se puede observar la letra "C = 5V", esto se refiere a su alimentación la cual dispone como indicador cuando una memoria posee siempre dicha característica, o la letra "F= flash" se refiere a que su borrado puede realizarse eléctricamente, se realiza mediante un programador de memorias EPROM, su ventaja es desarrollar las tensiones de las memorias y beneficios del flash y borrado en memorias DIL.

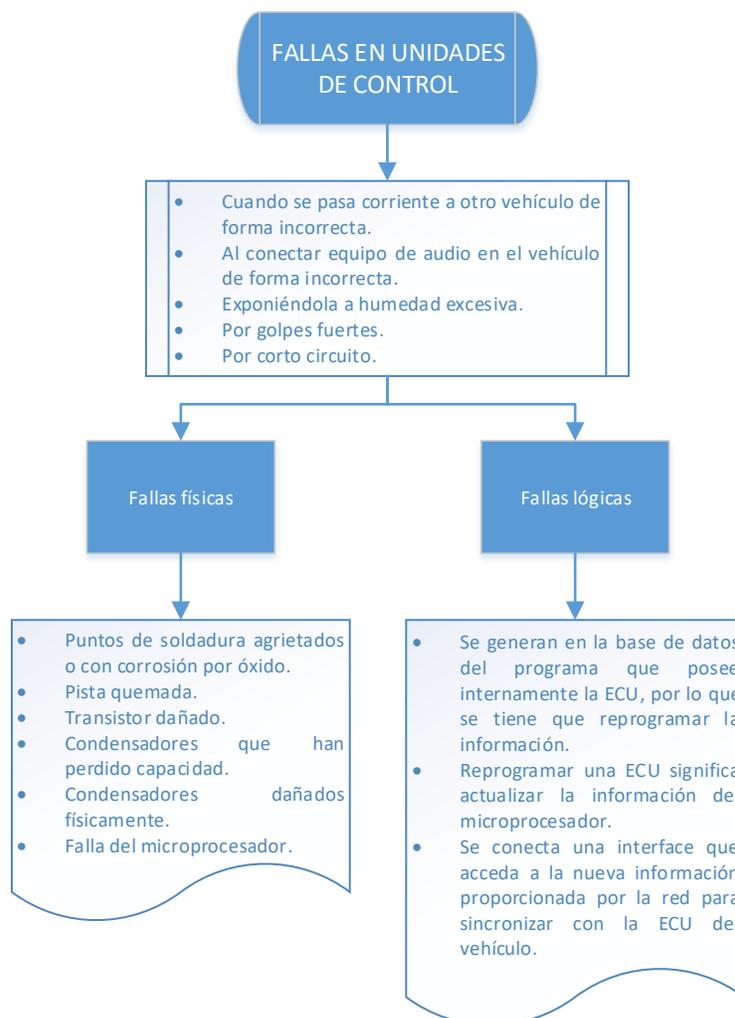
Celeste (200): Los números posteriores a su alimentación son la capacidad que posee la memoria, lo que puede almacenar internamente y pueden atribuir a las memorias DIL, PLCC Y SOP.

Amarillo (-90): El tiempo de acceso es el que se necesita para localizar y leer una información almacenada, el tiempo de acceso es una característica importante para

determinar la velocidad de resolución de un sistema, conociendo el tiempo de acceso se puede predecir el tiempo necesario para procesar un trabajo.

2.11. Tipos de fallas en computadoras automotrices

Según (Ramírez, 2016) manifiesta que: En la actualidad se producen una gran cantidad de daños en las unidades de control del motor ECU, esto como resultado de malas alimentaciones, pinzas de batería, diagramas de circuitos errados, entre otros. En muchas ocasiones suele pasar que las técnicas aplicadas en el mantenimiento de tu vehículo provocan daños en las unidades de control electrónico.



2.12. Operación, variables y beneficios de reparar la ECU

Según (Cantillo, 2014) menciona la operación, variables y beneficios de reparar una computadora automotriz lo siguiente:

- Concebida originalmente como reguladora de los sistemas que controlaban las emisiones de gases de un vehículo y para satisfacer las exigencias del gobierno sobre contaminantes de la atmósfera, la computadora automotriz hoy una de las partes más importantes del automóvil moderno. Los sensores que toman la información de los diferentes sistemas del vehículo, junto con los actuadores son las partes fundamentales de la ECU (Electronic Control Unit) y trabajan ambos de manera coordinada y recíproca retroalimentándose para reunir primero, almacenar luego y enviar después los datos necesarios a esta. Entonces los microprocesadores de la computadora automotriz los evalúan y devuelven en forma de órdenes con la información de lo que el motor y los demás componentes deben corregir, alimentar o simplemente seguir operando de la misma forma si se detecta un funcionamiento óptimo.
- Pero esta computadora automotriz, al igual que cualquier máquina inventada por el hombre, falla. La evaluación de si vale o no la pena repararla la debe hacer un técnico especializado en el diagnóstico y reparación de estos componentes tan delicados, que va a determinar no sólo si es posible hacerlo sino también si es rentable para él mismo dependiendo del tipo de falla que presente. Por supuesto que para el mecánico especializado en computadora automotriz y en caso de que sea reparable, supondrá un beneficio muy importante dado que este tipo de reparaciones es muy bien pagado por la dificultad que supone a nivel de tecnologías de programación. Esta es una de las ventajas principales para capacitarse en los cursos de mecánica automotriz orientados hacia este campo.
- Volviendo a la parte técnica, podemos mencionar que la computadora automotriz trabaja con diferentes códigos que identifican, entre otras cosas, las áreas de mal funcionamiento del motor los que ayudan al mecánico a identificar de manera más sencilla las fallas en este. Los sensores van a avisar que existe una falla, indicando

al conductor que debe llevar el vehículo a un taller mecánico, de todos modos, este aviso no debe alarmarle, sino que es el primer paso para localizar y resolver el inconveniente motor. Lo más importante para el propietario del automóvil es que hoy día la computadora automotriz supone una ventaja significativa, la operación de los sistemas puede ser programada de tal forma que realice ajustes para compensar ciertas variables que pueden alargar la vida del motor y otros componentes.

- Dentro de estas variables encontramos las que tiene que ver con el consumo y la calidad del combustible, las de desgaste del motor o las variables de producción del mismo. La computadora automotriz está ajustando de forma constante la operación del motor en el momento que este se encuentre encendido y compara cada instante los valores recibidos con los de su programación. Esta programación tiene dos clases de información, una fija y otra variable, la primera tiene que ver con los valores fijos del vehículo como por ejemplo relaciones de engranajes y transmisión, el número de cilindros o cosas así. La información variable incluida en el software de una computadora automotriz especifica datos propios de la operación del automóvil a cierto momento y aquí tenemos datos concretos como flujo de aire, sincronización de encendido, velocidad del coche y del motor y ángulo de válvula de aceleración entre otros.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE ECU'S

3.1. Ecu Accent 1.5 2000

La ECU utilizada fue la de un Hyundai Accent 1.5, año 2000 con sistema de control MFI (EOBD) y señales base de CKP inductivo.

3.1.1. Levantamiento de requerimientos

La ECU va a recibir 5 señales, va a polarizar 3 actuadores, va a trabajar con 12v en la parte de alimentación y con 5v en la de control, además generará señales inductivas, analógicas y digitales.



Figura 23. Ecu Hyundai Accent 1.5

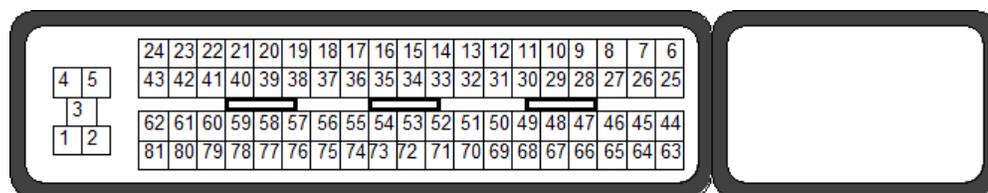


Figura 24. Conector del arnés de cables de la ECM Accent

Para poder realizar el conexionado del módulo fuera del Vehículo es necesario tener en cuenta el pinado propio de la ECM.

Tabla 12

Pindata Ecu Hyundai Accent 1.5

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
2	CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	39	Sensor ECT
3	Masa	42	Sensor IAT
5	CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	44	Batería 12V
6	Control de inyector 2	45	Batería 12V
7	Control de inyector 3	46	Control de válvula de purga
12	Batería 12V	47	Control de inyector 4
13	Entrada ON/START	48	Calefacción
14	Batería 12V	51	Masa
15	Señal sensor CKP inductivo OUT	55	Señal sensor O2 trasero
16	Señal sensor TPS	61	Masa
26	Válvula reguladora de ralentí IAC abrir	63	Batería 12V
27	Control de inyector 1	70	Control de relé de bomba de combustible
29	Válvula reguladora de ralentí IAC cerrar	71	DLC Línea - k
31	Check Engine	78	Masa
34	Señal sensor CKP inductivo OUT	80	Masa
37	Señal de MAP		

3.2. Ecu Accent 1.6 2010

La ECU utilizada fue la de un Hyundai Accent 1.6, año 2010 que funciona utilizando señales base de CKP inductivo.

3.2.1. Levantamiento de requerimientos

La ECU va a recibir 5 señales, va a polarizar 3 actuadores, va a trabajar con 12v en la parte de alimentación y con 5v en la de control, además generará señales inductivas, analógicas y digitales.



Figura 25. Ecu Hyundai Accent 1.6

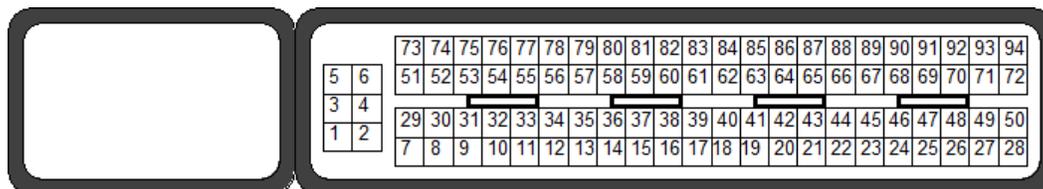


Figura 26. Conector del arnés de cables de la ECM Accent 1.6 (M/T)

Para poder embancar la ECU fuera del vehículo hacia el banco es necesario conocer la distribución de terminales Pindata propia de la ECM de conector (M/T).

Tabla 13
Pindata ECU Accent 1.6 (M/T)

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 1)	54	Sensor de Oxígeno Calefactado (HO2S) Entrada de señal [Banco 1 / Sensor 1]
2	Masa	59	Alimentación de referencia (+5 V)
3	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 3)	60	Alimentación de referencia (+5 V)
6	Batería 12V	62	CAN [Bajo]
7	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 4)	68	Salida de control del inyector (Cilindro N° 4) Inyector
19	Entrada de señal del Sensor de Flujo de Aire de Masa (MAFS)	70	Salida de control de la Luz Indicadora de Fallo de Funcionamiento (MIL)
22	Batería 12V	73	Masa
24	Salida de control del inyector (Cilindro N° 3)	77	Entrada de señal del Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT)
25	Salida de control del Actuador de Control de Velocidad de Ralentí (IAC) [CERRAR]	81	Alimentación de referencia (+5 V)
29	Salida de control de bobina de encendido (Cilindro N° 2)	82	Batería 12v
33	Masa	83	Interruptor de encendido switch
36	Sensor de Oxígeno Calefactado (HO2S) Entrada de señal [Banco 1 / Sensor 2]	84	CAN [Alto]
39	Entrada de señal del Sensor de Posición de Mariposa (TPS)	86	Entrada de señal [B] del Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)
43	Entrada de señal del Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)	87	Entrada de señal [A] del Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)
46	Salida del relé de la bomba de combustible	90	Salida de control del Actuador de Control de Velocidad de Ralentí (IAC) [ABRIR]
47	Salida de control del inyector (Cilindro N° 2)	91	Salida de control del inyector (Cilindro N° 1)
51	Masa		

3.3. Requisitos del sistema

- Requiere conexión a 12V.
- Protección contra conexión invertida y picos de voltaje, para evitar daños tempranos y permanentes en el equipo.
- Entrega de energía eficiente por parte del banco hacia la ECM conectada, para permitir un funcionamiento seguro sin riesgo de daños en la computadora por analizar.
- Disposición de terminales de prueba que faciliten lecturas de señales de sensores o actuadores de la ECM por medio del osciloscopio.
- Disposición de protocolos de comunicación OBD-II para conectar el scanner y puerto paralelo para conectar la ECM.
- Disposición de un manual de usuario.

3.3. Descripción general del equipo

El banco de pruebas es un equipo alimentado de 12V mediante una fuente regulable, proporcionando etapas de 12V y 5V como también GND según fuere el uso a dar del panel de control a los diferentes subsistemas del equipo, siendo la función principal interpretar el rol que cumple cada sensor dentro de la inyección electrónica, razón por la cual generará 4 señales análogas además de señales alternadas permitiendo obtener frecuencias delimitadas o también señales cuadradas hacia la ECU, y esta a su vez procesa las señales para activar a los diferentes actuadores del sistema de inyección, facilitándonos generar un diagnóstico de la unidad de control.

El banco logra alimentar a la unidad de control ECM, necesario para que pueda trabajar y generar respuestas lógicas. Dispone de diodos emisores de luz (leds) que facilitan la comprobación en forma visual y permite que el módulo conectado entregue respuestas apropiadas de la ECM a más de incorporar terminales de comunicación

(OBD-II, puerto paralelo, conectores auxiliares tipo banana) que facilitan lecturas de señales por medio del scanner y osciloscopio.

El banco de pruebas para ECM, ayudará a tener un mejor desempeño en el ámbito de reparaciones de computadoras automotrices de la línea Hyundai. Este banco está diseñado con los mejores componentes del campo automotriz, y con el objetivo principal de brindar comodidad y facilidad a la hora de reparar ECM's, a más de ser un equipo de fácil versatilidad, muy fácil para movilizarlo de un lugar a otro ya que es desmontable, así como de fácil uso, no se tiene peligro eléctrico.

Los dispositivos que componen el sistema permiten:

- Alimentar el banco y unidad de control con voltaje constante 12V mediante una fuente de poder.
- Verificar el voltaje y consumo de corriente que se está generando en el banco de pruebas por medio del indicador LED Displays.
- Proteger la unidad de control de cortocircuitos que pueden originarse, debido a que la fuente de poder corta su suministro por amperaje.
- Controlar la velocidad con la que el banco envía la señal hacia la ECM conectada, regulando la frecuencia por medio de los potenciómetros que simulan los sensores.
- Enviar un voltaje constante de 5v para simular sensores conectados hacia el módulo.
- Observar el correcto funcionamiento de inyectores, bomba de combustible, bobinas normales (pulso negativo), bobinas transistorizadas (pulso positivo) y Check Engine, mediante indicadores led que se encienden de acuerdo a la contestación de la ECU.

3.4. Aproximación de la propuesta

3.4.1. Aproximación en bloques

La idea de la propuesta se encasilla a subsistemas o bloques de trabajo. Acorde a las funciones a realizar se ha establecido cuatro grupos principales como: alimentación, control y salidas desde el banco, entradas hacia el banco y comunicación.

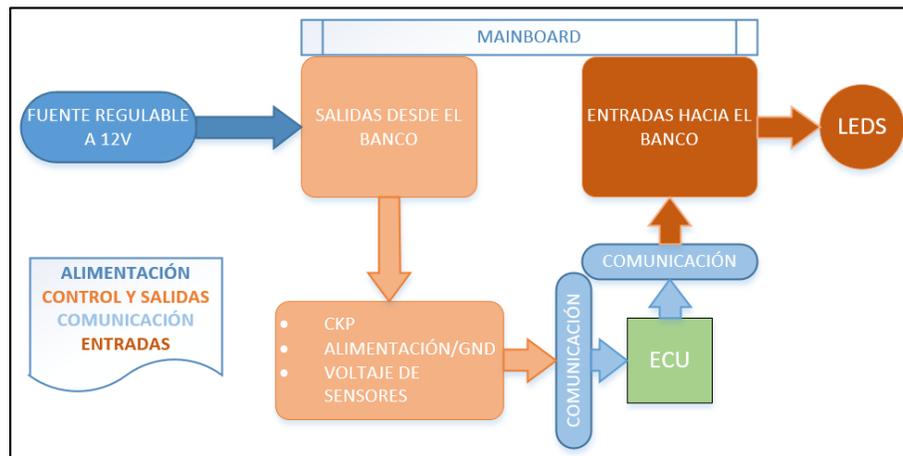


Figura 27. Esquema de bloques de la propuesta

3.4.2. Subsistema de alimentación

La ECU va a recibir 7 señales, va a polarizar 3 actuadores, va a trabajar con 12V en la parte de alimentación y con 5V en la de control, además generará señales inductivas, analógicas y digitales, siendo lo correcto de contar con una fuente regulable de 0 a 30V y 5 Amper, conectada a 110 o 220V.



Figura 28. Fuente de poder

3.4.3. Subsistema de control y salida desde el banco

Su función es generar las señales inductivas, analógicas y digitales de los sensores del motor que posteriormente se enviarán a la ECU para una correcta polarización fuera del vehículo.

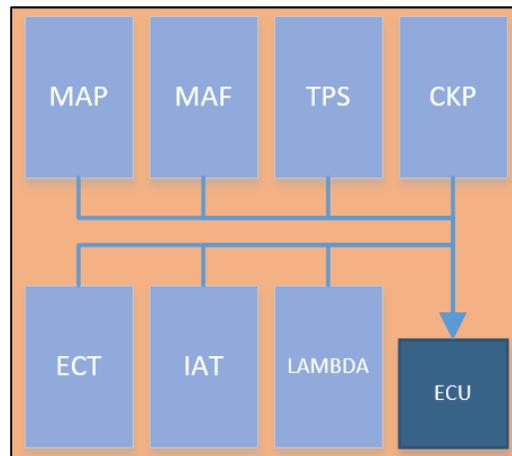


Figura 29. Bloques de control y salida desde el banco

a) Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Según (Baéz & Mogro, 2008) indica que: El sensor de velocidad del motor CKP consiste en un núcleo magnético y un bobinado. Se coloca opuesto al eje de un anillo con 60 dientes, 2 de los cuales han sido removidos para determinar el PMS (punto muerto superior). Cuando los dientes del volante pasan frente al sensor, se crea una variación del campo magnético. Esta variación induce un voltaje alterno (onda sinusoidal) en el bobinado. La frecuencia y amplitud de esta señal son proporcionales a las RPM del motor.

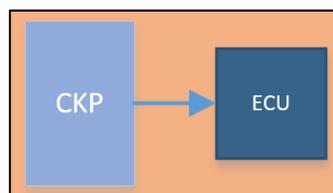
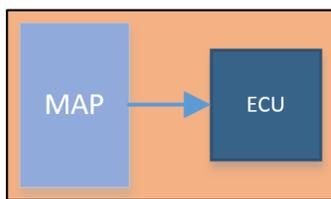


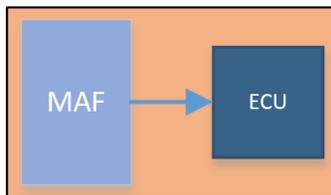
Figura 30. Bloques sensor CKP

b) Sensor de presión del aire de admisión (MAP)

Según (Zapata, 2009) indica que: El sensor de presión del múltiple de admisión monitorea la presión del múltiple de admisión y pasa la información al módulo de control electrónico (ECM) a través del arnés de sensores. Si la presión del múltiple de admisión se eleva demasiado, causará una condición de disminución de potencia. Se alimenta con +5V desde la ECM cuando el encendido se encuentra en contacto.

**Figura 31. Bloques sensor MAP****c) Sensor de flujo de aire (MAF)**

Según (Reyes & Gualotuña, 2005) mencionan que: Es de tipo con hilo caliente, el sensor consiste en un alambre de platino de 0.07 mm enlazado a través del canal principal del flujo de aire. Este sensor se encuentra entre el filtro de aire y la mariposa del acelerador. La ECU utiliza la salida de voltaje variable para calcular la cantidad de aire que el motor está recibiendo.

**Figura 32. Bloques sensor MAF****d) Sensor de posición de la mariposa (TPS)**

Según (Zapata, 2009) mencionan que: El sensor de posición del acelerador está colocado en el pedal del acelerador. El sensor de posición del acelerador envía una señal

al módulo de control electrónico (ECM) cuando el operador oprime el pedal del acelerador. El circuito de posición del acelerador contiene tres cables - alimentación de +5VCD, tierra de retorno, y señal.

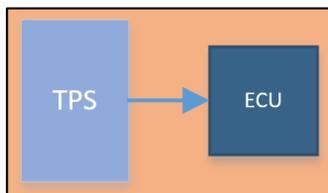


Figura 33. Bloques sensor TPS

e) Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

Según (Panchi & Salazar, 2007) menciona que: La determinación de la temperatura del motor se realiza mediante una resistencia eléctrica variable del tipo NTC (negative temperature coefficient) que está en contacto directamente con el líquido de refrigeración. Estas resistencias, disminuyen su resistencia óhmica proporcionalmente al incremento de temperatura.

Esta variación de la resistencia es detectada por el ECM, la cual ajusta entonces los pulsos de inyección de acuerdo a su interpretación de la temperatura del motor. Básicamente el ECM disminuye los pulsos de inyección en la medida que el motor se calienta, y los incrementa cuando el motor está frío.

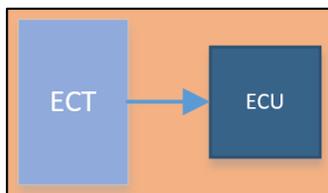


Figura 34. Bloques sensor ECT

f) Sensor de temperatura del aire (IAT)

Según (Zapata, 2009) menciona que: El sensor de temperatura del múltiple de admisión es utilizado por el módulo de control electrónico (ECM) para monitorear la temperatura del aire de admisión del motor. La señal de temperatura del múltiple de admisión es usada por el ECM para el sistema de protección del motor y la sincronización y control de dosificación de combustible.

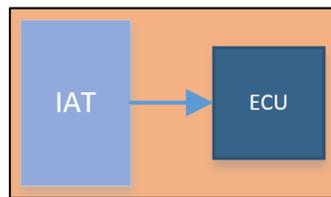


Figura 35. Bloques sensor IAT

g) Sensor de oxígeno o sonda lambda (HEGO)

Según (Baéz & Mogro, 2008) mencionan que: “Este sensor está montado en el múltiple de escape, en la entrada al catalizador y suministra permanentemente un voltaje a la ECU que representa el contenido en oxígeno de los gases de escape”.

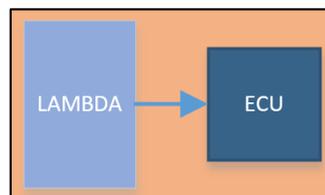


Figura 36. Bloques sensor lambda

h) Especificaciones de los sensores para el sistema de control electrónico

A continuación, se especifican datos de los sensores del sistema de control electrónico.

Tabla 14
Especificaciones de sensores

Orden	Componente	Elemento eléctrico	Valor de operación
1	Sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)	Resistor variable	Voltaje de salida: 0 in Hg 3.3 V 20 in Hg 0.5 V
2	Sensor de flujo de aire (MAF)	Tipo de hilo caliente	Voltaje de salida: Ralentí: 0.94 – 0.98 V 3000 rpm: 1.76 – 1.79 V
3	Sensor de posición del estrangulador (TPS)	Resistor variable	Resistencia: 0.7 – 3 k Ω Voltaje de salida: 0.1 – 0.875 V
4	Sensor de refrigerante de temperatura del motor (ECT)	Termistor	Resistencia: 20 °C 1 – 4 k Ω 80 °C 0.34 k Ω Voltaje de salida: 20 °C 3.44 V 80 °C 1.25 V
5	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	Magnético	Frecuencia de salida: Ralentí: 435 – 453 Hz. 3000 rpm: 2700 – 3300 Hz.
6	Sensor lambda (HEGO)	Zirconio	Voltaje de salida: 0.45 V
6	Sensor de temperatura del múltiple de admisión (IAT)		Voltaje de salida: 20 °C 3.2 V 60 °C 1.3 V

3.4.4. Subsistema de entrada hacia el banco

Dentro del mainboard abarca relés y transistores que captaran las señales procedentes de la ECU en efecto a la polarización realizada por el banco, convirtiendo en señales visuales a través de los leds para que el usuario pueda diagnosticar el funcionamiento de los actuadores, Check Engine y bomba de combustible.

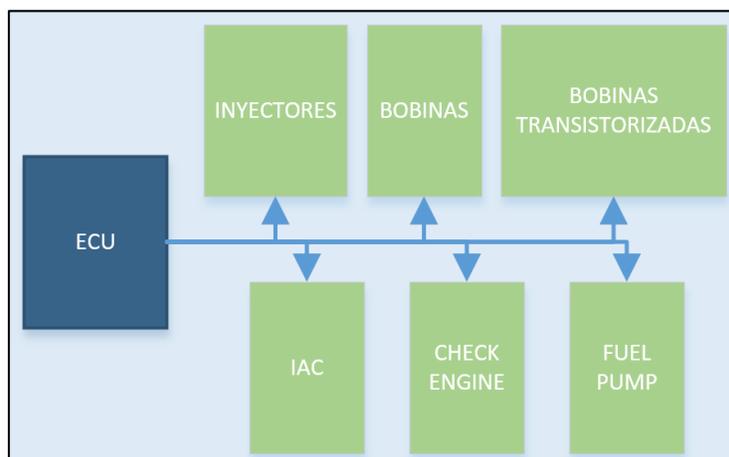


Figura 37. Bloques de entrada hacia el banco

a) Inyectores

Según (Reyes & Gualotuña, 2005) mencionan que: “Son solenoides, válvulas normalmente cerradas, inyectan el combustible de acuerdo a la señal que reciben del ECM”.

Según (Baéz & Mogro, 2008) indican que: La ECU controla los inyectores por separado conectándolos a tierra en el orden 13-4-2 cuando las válvulas de admisión son cerradas. La cantidad de combustible inyectado depende del tiempo de la abertura del inyector (llamado tiempo de inyección). Los pulsos de inyección provienen de la ECU provocando un campo magnético en el bobinado del electroimán, el núcleo es atraído lo que provoca que la aguja se desplace de su asiento dejando pasar un chorro pulverizado.

Resistencia del bobinado = 14.5 ohmios a 20°C.

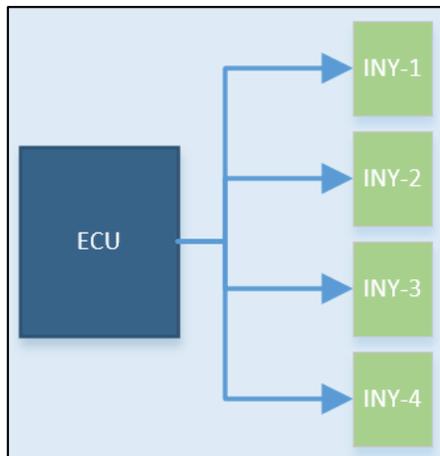


Figura 38. Bloques de inyectores

b) Bobina de encendido

Según (Salvador, 2015) menciona que: “Transformador eléctrico que en cada pulso de funcionamiento aumenta el voltaje base (14.5 voltios) a pulsos de alta tensión (35,000 voltios) para la combustión”.

Requieren de un pulso negativo para ser activadas y es proporcionado por la unidad de control electrónica.

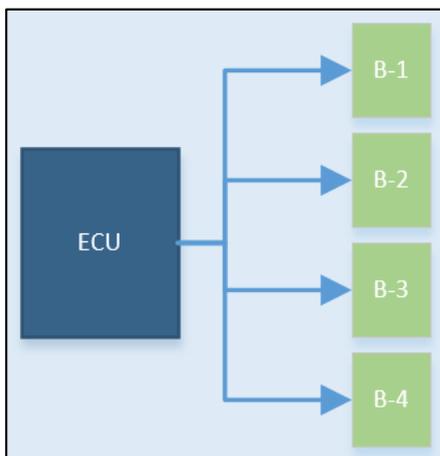


Figura 39. Bloques de bobinas

c) Bobinas transistorizadas

Inicialmente ingresa un pulso positivo proveniente de la Ecu, pero para ser activadas necesitan de un pulso negativo por lo que se utilizan transistores para cambiar la polaridad del pulso e ingrese la señal por el relé, active el contacto a tierra y por ende la bobina que proporcionará la corriente necesaria hacia las bujías para generar el arco voltaico necesario para la combustión.

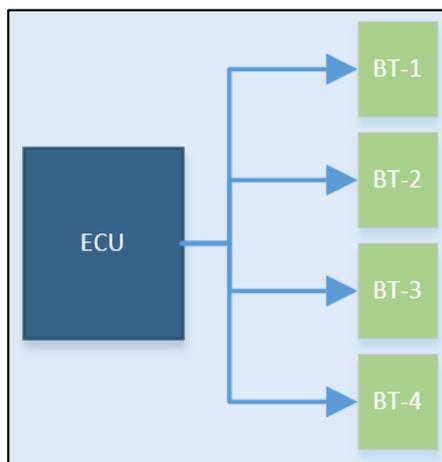


Figura 40. Bloques de bobinas transistorizadas

d) Válvula de control de aire o motor paso a paso regulación ralentí (IAC)

Según (Baéz & Mogro, 2008) mencionan que: El motor de pasos de regulación de ralentí se ubica en el extremo del múltiple de admisión o en la cubierta de la mariposa; es controlado eléctricamente por la ECU.

Este motor de pasos controla el flujo de aire tomado en paralelo a la mariposa con el objetivo de:

- Proveer un flujo de aire adicional (arranque en frío).
- Regular el ralentí en función de la temperatura, carga del motor, vida del motor, consumo.

- Mejorar el retorno a marcha lenta (golpe de gas) aumentando el número de pasos para asegurar que el motor vuelva a ralentí suavemente.

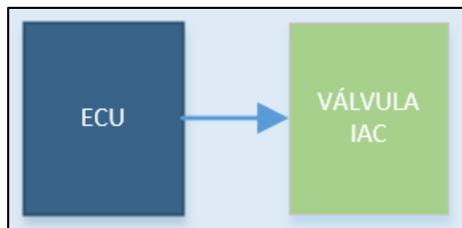


Figura 41. Bloque válvula IAC

e) Indicadores de servicio

- **Bomba de combustible**

Según (INGEAUTO, 2017) menciona que: “Suministra un caudal o flujo volumétrico de presión alta o baja hacia el riel de inyección”.

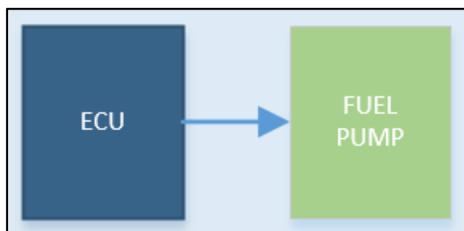


Figura 42. Bloque fuel pump

- **Check Engine**

Es un indicador de servicio que se activa según la interpretación de la unidad de control sobre el funcionamiento del motor.

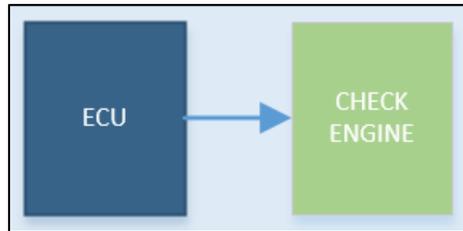


Figura 43. Bloque Check Engine

3.4.5. Subsistema de comunicación

Se requiere de un protocolo de comunicación que permita interactuar entre el banco y la ECU, para lo cual se seleccionó conectores Jack banana para tomas de lectura con el uso del osciloscopio, DB25 para la conexión de la ECM pin a pin y OBD-II para la conexión del scanner que facilitan las lecturas al momento de generar un diagnóstico.

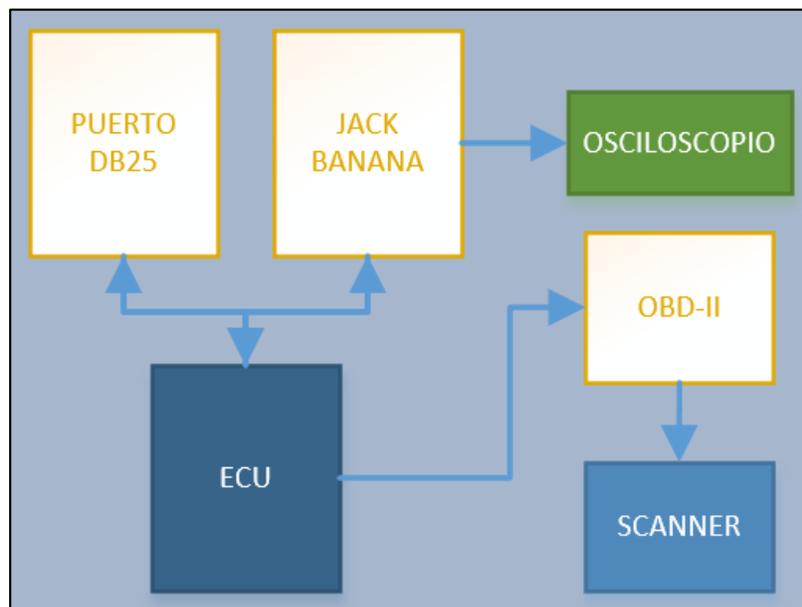


Figura 44. Bloques de comunicación

A continuación, ya se establece la designación de pines de los conectores puerto paralelo DB25 (1) y (2) para conectar la ECM:

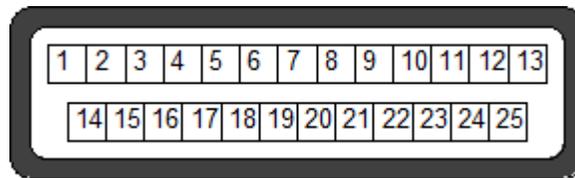


Figura 45. Puerto paralelo DB25 (hembra)

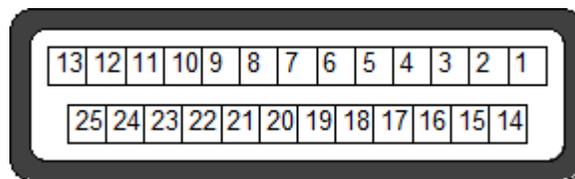


Figura 46. Puerto paralelo DB25 (macho)

Tabla 15

Designación de pines DB25 (1)

Orden	PIN	Designación	Orden	PIN	Designación
1	1	INY-1	14	14	MAF
2	2	INY-2	15	15	TPS
3	3	INY-3	16	16	ECT
4	4	INY-4	17	17	Check Engine
5	5	Bobina 1	18	18	Fuel Pump
6	6	Bobina 2	19	19	HALL
7	7	Bobina 3	20	20	IAT
8	8	Bobina 4	21	21	LAMBDA
9	9	Bobina transistorizada 1	22	22	IAC-1
10	10	Bobina transistorizada 2	23	23	IAC-1
11	11	Bobina transistorizada 3	24	24	IAC-2
12	12	Bobina transistorizada 4	25	25	IAC-2
13	13	MAP			

Tabla 16

Designación de pines DB25 (2)

Orden	PIN	Designación	Orden	PIN	Designación
1	1	CKP-IN	14	14	OBDII-12
2	2	CKP-IN	15	15	OBDII-13
3	3	CKP-OUT	16	16	OBDII-14 CAN, línea baja, SAE (J2284)
4	4	CKP-OUT	17	17	OBDII-15 ISO 9141-2 (Línea L)
5	5	OBDII-1	18	18	5V (+)
6	6	OBDII-2 SAE J1850 (Bus +)	19	19	12V (+)
7	7	OBDII-3	20	20	12V (+)
8	8	OBDII-6 CAN, línea alta, SAE (J2284)	21	21	12V (+)
9	9	OBDII-7 ISO 9141-2 (Línea K)	22	22	12V (+)
10	10	OBDII-8	23	23	SW-12V (+)
11	11	OBDII-9	24	24	GND
12	12	OBDII-10 SAE J1850 (Bus -)	25	25	GND
13	13	OBDII-11			

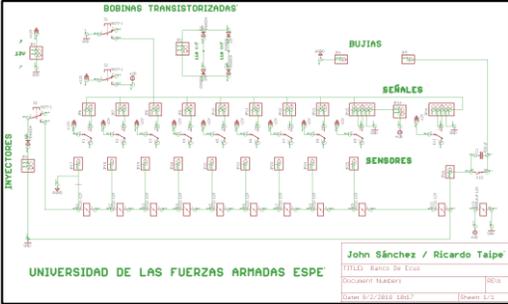
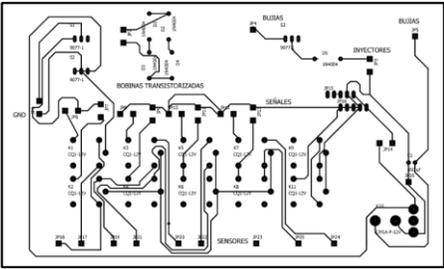
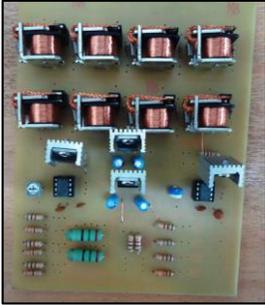
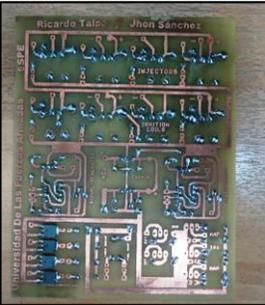
3.5. Diseño y elaboración del mainboard

Para el diseño del circuito mainboard se utilizó y verificó su funcionamiento que posteriormente sería plasmada en una placa física con la ayuda de los softwares Eagle, Livewire y PCB Wizard.

A continuación, se detalla el procedimiento para la elaboración del Mainboard del banco de verificación de Ecus:

Tabla 17

Diseño y elaboración del mainboard

Orden	Procedimiento	Foto
1	Primero se realiza el diseño del circuito en el software Eagle, archivo Schematic.	
2	El archivo Eagle board se procede a transformar a formato PCB y se imprime.	
3	Una vez quemado el circuito, se procede a montar los componentes eléctricos – electrónicos conforme al diseño, sobre la placa.	
4	Se suelda los componentes eléctricos – electrónicos y se tiene como resultado la tarjeta final lista para conectar los subsistemas del banco.	

Los materiales y herramientas necesarias para la elaboración del mainboard se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 18
Materiales y herramientas elaboración mainboard

Orden	Ítem	Cantidad
1	Papel couche A4	1
2	Baquelita	1
3	Taladro	1
4	Juego de brocas 1/32", 1/16", 3/32", 1/8"	1
5	Plancha eléctrica	1
6	Ácido percloruro férrico	1
7	Cautín y materiales para soldar	1
8	Resistencias	24
9	Relés automotrices CQC-12v (HFKP)	8
10	Capacitor 0.1uF, 10uF	8
11	Timer NE-555	2
12	Regulador 503 y 473	2
13	Regulador de voltaje 7805	2
14	Transistor NPN BU407	2
15	Disipador de calor aluminio	4

3.6. Diseño y construcción de la caja del banco

A partir de haber detallado los subsistemas que intervienen en el funcionamiento del banco, se procede a realizar un diseño preliminar del panel de control y posteriormente se construye la caja del banco que abarcará las diferentes conexiones de los subsistemas presentes.

A continuación, se detalla el procedimiento para realizar el diseño y construcción de la caja del banco de pruebas.

Tabla 19
Diseño y elaboración de la caja del banco

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar un diseño preliminar de la ubicación del panel de control.	
2	Construir una caja y añadir los detalles para dar mayor realce y facilidad al momento de manipular el banco.	
3	Montaje de todos los componentes establecidos para el control, alimentación, señales de entradas y salidas, previstos para el banco de pruebas.	

Continúa

A continuación, se detalla los materiales necesarios para la construcción de la caja del banco.

Tabla 20
Materiales y herramientas para la caja del banco

Orden	Ítem	Cantidad
1	Plancha de acrílico (3mm espesor)	1
2	Papel adhesivo color blanco y amarillo	1 pliego/color
3	Rotulador	1

CONTINÚA



4	Regla	1
5	Estilete	1
6	Sierra	1
7	Lija de agua #240	1
8	Taladro	1
9	Juego de brocas	1
10	Sticker panel de control	1

3.7. Diseño y construcción de los subsistemas del equipo

El banco de verificación de ECM's se estanca en vehículos de la línea Hyundai, en el cual su CKP sea inductivo con una rueda fónica de 60-2 dientes que corresponde a los vehículos europeos y asiáticos.

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y construcción de los diferentes subsistemas del banco.

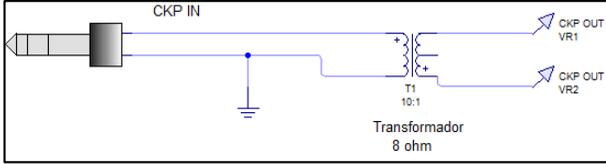
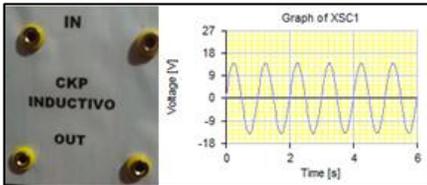
3.7.1. Subsistema de control y salidas desde el banco

a) Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal es de tipo inductivo ubicado en la parte superior de la rueda fónica del volante de inercia. Se reproduce un archivo de sonido simulando la señal CKP-IN (WAV), que pasa a través de un transformador de 8 ohm para generar la señal CKP-OUT que necesita la ECU para activar los actuadores del motor, por lo que a continuación se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito hacia el banco.

Tabla 21

Procedimiento de diseño y conexión de la señal CKP inductivo

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar de la señal CKP inductivo en el software Livewire.	
2	Se seleccionó un cable de audio en la entrada de CKP inductivo (IN), que se conectará desde la laptop hasta el banco, esto permitirá simular la señal de giro del motor para que la PCM trabaje.	
3	La salida de CKP inductivo (OUT) se conecta con la ECM para que pueda inyectarse la señal y la ECM active todos los actuadores.	
4	Posteriormente en el puerto paralelo DB25 (2) se conecta el CKP (IN) al PIN-1 y PIN-2, CKP (OUT) al PIN-3 y PIN-4 designados previamente con los bornes correspondientes del mainboard, al igual que en los conectores auxiliares tipo banana.	
5	La siguiente foto muestra el sensor CKP inductivo y la señal que genera ya ubicado en el panel de control del banco.	

Los elementos para la conexión del circuito para emular la señal del sensor CKP inductivo necesario para polarizar la Ecu se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 22

Elementos sensor CKP inductivo

Orden	ítem	Cantidad
1	Jack tipo Banana	4
2	Transformador 8 ohm	1
3	Plug de audio	1
4	Cable para conexión	1

b) Sensor de presión del aire de admisión (MAP)

El sensor MAP es regulado por medio de un potenciómetro alimentado de 5V, el cual envía la señal en voltios a la unidad de control para que esta en conjunto con la señal del sensor CKP proceda a activar los inyectores.

A continuación, se detalla el procedimiento de conexión del circuito para emular el sensor MAP:

Tabla 23

Procedimiento de diseño y conexión sensor MAP

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor MAP en el software Livewire.	

CONTINÚA 

-
- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables #18 AWG en los bornes correspondientes al sensor MAP sobre el mainboard (3 cables).



-
- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía el valor a la ECM cuyo voltaje oscila de 0.7 a 4.7V.



-
- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



-
- 5 La siguiente foto muestra el sensor MAP ubicado en el panel de control del banco.



-
- 6 Posteriormente se conecta al PIN-23 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor MAP en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 24

Elementos sensor MAP

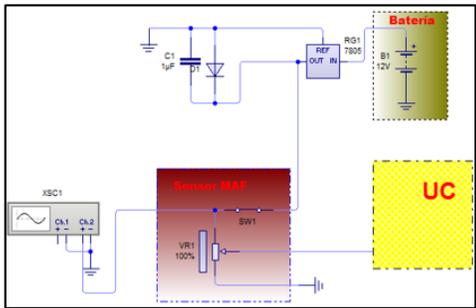
Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Resistencia 1k	2
6	Cable para conexión	1

c) Sensor de flujo de aire (MAF)

A continuación, se detalla el procedimiento de conexión del circuito para emular el sensor MAF:

Tabla 25

Procedimiento de diseño y conexión sensor MAF

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor MAF en el software Livewire.	

CONTINÚA 

- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables #18 AWG en los bornes correspondientes al sensor MAF sobre el mainboard (3 cables)



- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía la señal a la ECM.



- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



- 5 La siguiente foto muestra el sensor MAF ubicado en el panel de control del banco.



- 6 Posteriormente se conecta al PIN-14 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor MAF en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 26

Elementos sensor MAF

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Resistencia 1k	2
6	Cable para conexión	1

d) Sensor de posición de la mariposa (TPS)

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular el sensor TPS:

Tabla 27

Procedimiento de diseño y conexión sensor TPS

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor TPS en el software Livewire.	

CONTINÚA 

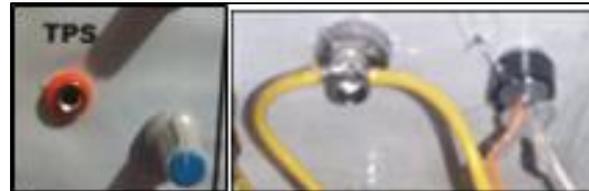
-
- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables 18 AWG en los bornes correspondientes al sensor TPS sobre el mainboard (3 cables).



-
- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía la señal a la ECM.



-
- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



-
- 5 La siguiente foto muestra el sensor TPS ubicado en el panel de control del banco.



-
- 6 Posteriormente se conecta al PIN-15 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor TPS en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 28
Elementos sensor TPS

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Resistencia 1k	2
6	Cable para conexión	1

e) Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

A continuación, se detalla el procedimiento de conexión del circuito para emular el sensor ECT:

Tabla 29
Procedimiento de conexión sensor ECT

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor ECT en el software Livewire.	

CONTINÚA 

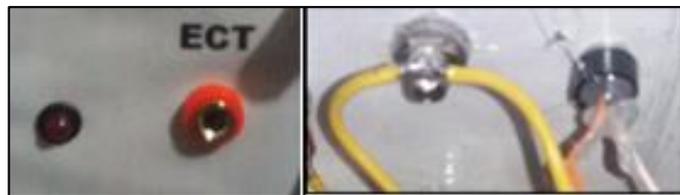
- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables 18 AWG en los bornes correspondientes al sensor ECT sobre el mainboard (3 cables).



- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía la señal a la ECM.



- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



- 5 La siguiente foto muestra el sensor ECT ubicado en el panel de control del banco.



- 6 Posteriormente se conecta al PIN-16 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor ECT en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

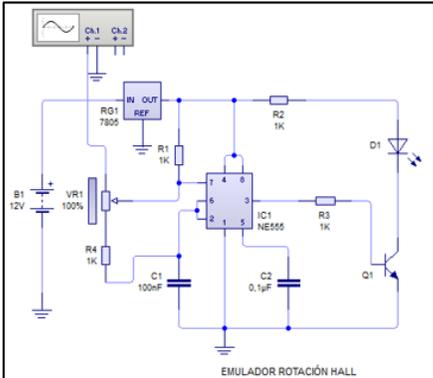
Tabla 30
Elementos sensor ECT

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Cable para conexión	1

f) Sensor de efecto hall

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular el sensor de efecto Hall:

Tabla 31
Procedimiento de diseño y conexión sensor de efecto Hall

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor de efecto hall en el software Livewire.	

CONTINÚA 

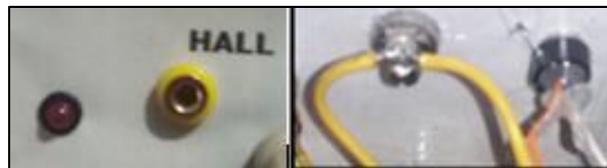
- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables #18 AWG en los bornes correspondientes al sensor de efecto hall sobre el mainboard (3 cables).



- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía la señal a la ECM.



- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



- 5 La siguiente foto muestra el sensor de efecto Hall ubicado en el panel de control del banco.



- 6 Posteriormente se conecta al PIN-19 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor de efecto Hall en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 32

Elementos sensor Hall

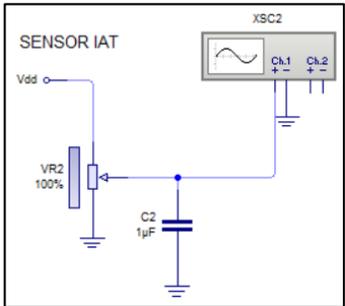
Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Cable para conexión	1

g) Sensor de temperatura del aire (IAT)

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular el sensor IAT:

Tabla 33

Procedimiento de diseño y conexión sensor IAT

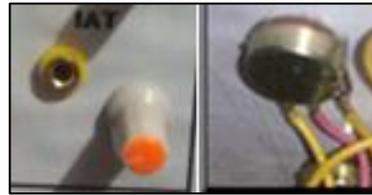
Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor IAT en el software Livewire.	

CONTINÚA 

-
- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables #18 AWG en los bornes correspondientes al sensor IAT sobre el mainboard (3 cables).



-
- 3 Por el otro extremo de los cables se conecta y suelda un potenciómetro de 10K, en cada uno de los terminales o patitas de la resistencia variable, sabiendo que necesita alimentación 5V, una conexión a masa y una conexión de salida que envía la señal a la ECM.



-
- 4 Como parte suplementaria, se conecta la señal que emite el sensor (potenciómetro) hacia la ECM con el Jack tipo banana y un led con su respectiva masa para visualizar que está trabajando el sensor.



-
- 5 La siguiente figura muestra el sensor de temperatura del aire (IAT) ubicado en el panel de control del banco.



-
- 6 Posteriormente se conecta al PIN-20 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular el sensor IAT en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 34
Elementos sensor IAT

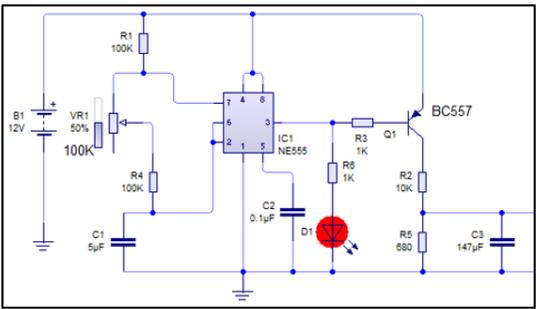
Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
5	Cable para conexión	1

h) Sensor de oxígeno (HEGO)

Generador de corriente continua variable que informa a la ECM mediante una señal de tensión análoga cuyo rango de variación se encuentra comprendido entre (0) y (1) Volt.

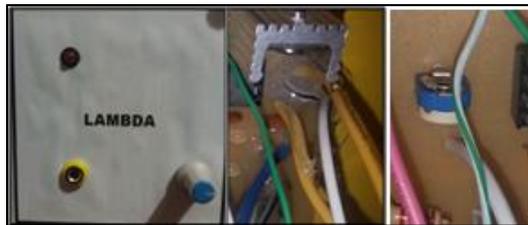
A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular a la sonda lambda:

Tabla 35
Procedimiento de diseño y conexión sensor HEGO

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del sensor lambda en el software Livewire.	

CONTINÚA 

- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables en los bornes correspondientes a la sonda lambda sobre el mainboard y en el otro extremo se suelda en los conectores de los indicadores del panel de control adecuado para el mismo.



- 3 Posteriormente se conecta al PIN-21 del puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Los elementos para la conexión del circuito para emular la sonda lambda en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 36
Elementos para sensor de O₂

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Potenciómetro 10K	1
3	Led	1
4	Jack tipo Banana	1
6	Cable para conexión	1

3.5.2. Subsistema de entradas hacia el banco de pruebas

Este subsistema recibe las respuestas de las unidades de control electrónica, posteriormente son polarizadas por las señales remitidas desde el banco.

A continuación, se especifican los implementos necesarios, circuitos de conexión, capaces de realizar funciones según sea necesario, siendo la función principal controlar las señales que recibe el banco.

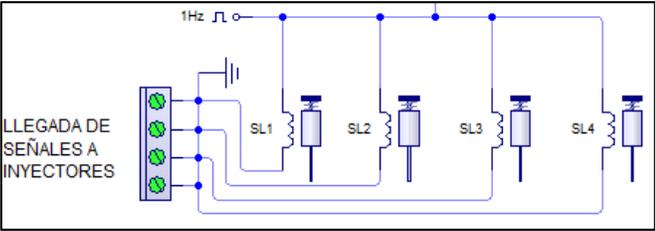
a) Inyectores

Para realizar el circuito en el software Livewire, se utilizó relés alimentadas directamente a 12V, a la espera de un pulso negativo proveniente de la Ecu para activar a los inyectores y simular su funcionamiento de forma visual.

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular a los inyectores del motor:

Tabla 37

Procedimiento de diseño y conexión de inyectores

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar de inyectores en el software Livewire.	

CONTINÚA 

- 2 Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables en los bornes correspondientes a inyectores sobre el mainboard y en el otro extremo se suelda en los conectores de los indicadores del panel de control adecuado para inyectores.



- 3 Posteriormente se conecta al pin de puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.



Tabla 38.

Designación de pines DB25 (1) para inyectores

Orden	Designación	PIN
1	Inyector 1	1
2	Inyector 2	2
3	Inyector 3	3
4	Inyector 4	4

Los elementos para la conexión del circuito para emular a los inyectores en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 39**Elementos para inyectores**

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Relés CQC-12v (HFKP)	4
3	Led	4
4	Jack tipo Banana	4
5	Resistencia 1k	4
6	Cable para conexión	1

b) Bobinas

Cabe recalcar que las bobinas según su configuración se pueden activar por la Ecu ya sea por pulso negativo o por pulso positivo para lo cual clasificamos como bobinas normales (pulso negativo) y bobinas transistorizadas (pulso positivo).

Para el circuito de bobinas normales de pulso negativo se utilizó relés de 12V para activar el contacto a tierra y de ser un pulso positivo se utilizó transistores 2N3904 para cambiar la polaridad y se conecte con el relé hacia el contacto a tierra y de esa manera logre activar las bobinas para ser visualizadas a través de diodos led.

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión en conjunto del circuito para emular a las bobinas normales (pulso negativo) y bobinas transistorizadas (pulso positivo):

Tabla 40

Procedimiento de diseño y conexión de bobinas

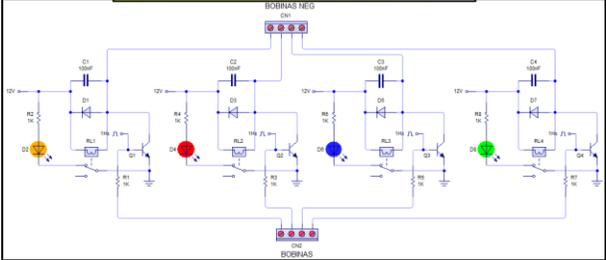
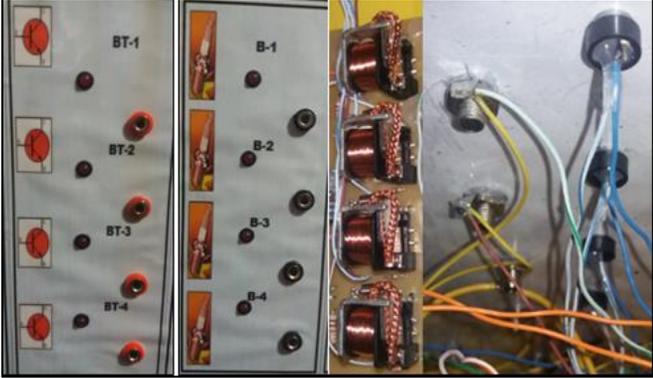
Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar de bobinas normales y transistorizadas en el software Livewire.	
2	Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables en los bornes correspondientes a las bobinas sobre el mainboard, y en el otro extremo se suelda en los conectores de los indicadores del panel de control adecuado para bobinas.	
3	Posteriormente se conecta a los pines de puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.	

Tabla 41**Designación de pines DB25 (1) para bobinas**

Orden	Designación	PIN
1	Bobina 1	5
2	Bobina 2	6
3	Bobina 3	7
4	Bobina 4	8
5	Bobina transistorizada 1	9
6	Bobina transistorizada 2	10
7	Bobina transistorizada 3	11
8	Bobina transistorizada 4	12

Los elementos para la conexión del circuito para emular bobinas (pulso -) y transistorizadas (pulso +) en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 42**Elementos para bobinas**

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Relés CQC-12v (HFKP)	4
3	Led	8
4	Transistores 2N3904	4
5	Jack tipo Banana	4
6	Resistencia 1k	8
7	Cable para conexión	1

c) Válvula de control de aire o motor paso a paso regulación ralentí (IAC)

La válvula IAC regula el flujo del aire en ralentí, por lo que depende del giro del motor. A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular a la válvula IAC:

Tabla 43

Procedimiento de diseño y conexión válvula IAC

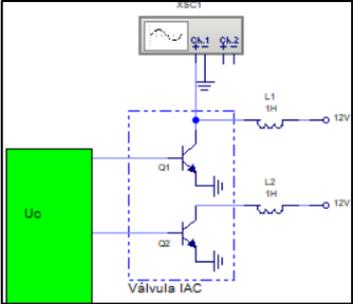
Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar de la válvula IAC en el software Livewire.	
2	Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables en los bornes correspondientes a inyectores sobre el mainboard y en el otro extremo se suelda en los conectores de los indicadores del panel de control adecuado para inyectores.	
3	Posteriormente se conecta al pin de puerto paralelo DB25 (1) designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.	

Tabla 44.**Designación de pines DB25 (1) para válvula IAC**

Orden	Designación	PIN
1	IAC 1	22
2	IAC 1	23
3	IAC 2	24
4	IAC 2	25

Los elementos para la conexión del circuito para emular a la válvula IAC en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 45**Elementos para válvula IAC**

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Transformador	1
3	Led	4
4	Jack tipo Banana	4
5	Resistencia 1k	4
6	Cable para conexión	1

d) Indicadores de servicio

Los indicadores de servicio de la misma manera que en los inyectores se alimentan de 12V esperando la señal negativa proveniente desde la computadora. Los indicadores considerados para este banco son: Check Engine y bomba de combustible.

A continuación, se detalla el procedimiento de diseño y conexión del circuito para emular a las señales del Check Engine y bomba de combustible:

Tabla 46

Procedimiento de diseño y conexión Check Engine y fuel pump

Orden	Procedimiento	Foto
1	Realizar el circuito preliminar del Check Engine y fuel pump en el software Livewire.	
1	Una vez conocido el circuito y como opera, se procede a soldar cables en los bornes correspondientes a los indicadores de servicio sobre el mainboard, y en el otro extremo se suelda en los conectores de los indicadores del panel de control.	
2	Posteriormente se conecta al pin de puerto paralelo DB25 (1): PIN-17 para el Check Engine y PIN-18 para Fuel Engine designados previamente, con los bornes correspondientes del mainboard.	

Los elementos para la conexión del circuito para emular Check Engine y fuel pump en el tablero de control se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 47

Elementos para indicadores de servicio

Orden	ítem	Cantidad
1	Mainboard	1
2	Led	2
3	Jack tipo Banana	2
4	Resistencia 1k	2
5	Cable para conexión	2

3.5.3. Subsistema de comunicación

a) Conector DB25

El conector DB25 es un conector analógico de 25 clavijas usado para la transmisión de datos, distinguiéndose dos clases, los de puertos de serie DB25 o conectores machos y los conectores de puerto paralelo que son conectores hembra DB25.



Figura 47. Conector DB25 puerto paralelo



Figura 48. Conector DB25 puerto serie

b) Conector tipo OBD-II

Este conector se utiliza como conexión de línea de datos DLC para la implementación del scanner automotriz, que facilitan una lectura de sensores y actuadores como también de posibles DTCs presentes en la EMC en uso para un diagnóstico más rápido.



Figura 49. Conector tipo OBD-II

Tabla 48

Designación de pines DB25 (2) para OBD-II

Orden	Designación	OBD-II	PIN
1	Comunicación SA VPW / PWM, SAE J1850 (Bus +)	2	6
2	Masa del Vehículo	4	Interno
3	Masa de la Señal	5	Interno
4	CAN, línea alta, SAE (J-2284)	6	8
5	Comunicación ISO 9141-2 (Línea K)	7	9
6	Comunicación PWN, SAE J1850 (Bus -)	10	12
7	CAN, línea baja, SAE (J-2284)	14	16
8	Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)	15	17
9	Batería +12V	16	Interno

CAPÍTULO IV

4. PROTOCOLO DE PRUEBAS Y ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS

4.1. Detalles de equipos de medición

4.1.1. Scanner automotriz G-Scan2

El scanner automotriz G-Scan2, es una herramienta de diagnóstico a bordo del vehículo mediante un conector OBD-II, que accede a la comunicación con la ECU del vehículo, incorporando multímetro y osciloscopio a la vez, permitiendo detectar la falla rápidamente.



Figura 50. Scanner automotriz G-Scan2

Fuente: (Globaltech, 2017)

Tabla 49

Características scanner G-Scan2

Orden	Función	Descripción
1	Osciloscopio de 2 y 4 canales	Mide con exactitud todas las variaciones eléctricas del vehículo. Gracias a su avanzado sistema de osciloscopio de 2 y 4 canales en patrón simple o con entrada auxiliar. Además, puedes ingresar ajustes mediante la pantalla táctil o con la ayuda de los botones físicos.

CONTINÚA 

2	Multímetro digital	Analiza las frecuencias, pulsaciones y resistencias de circuitos eléctricos identificando rangos máximos y mínimos gracias a la función de multímetro digital con muestra de gráficos. También realiza test de continuidad y pruebas de ciclos de trabajo y medición de frecuencia.
3	Simulación de sensores y actuadores	Activa todo tipo de actuadores y emula señales como voltaje, ancho de pulso y frecuencia; combinándolos, podemos evaluar la respuesta de todo tipo de sensores lineales.

Fuente: (Globaltech, 2017)

4.1.2. Osciloscopio Hantek 1008

Es un instrumento de medición por medio de señales eléctricas de 8 canales, que permite tener funciones de osciloscopio (frecuencia, amplitud, periodo, valores máximos y mínimos), como también incorpora un generador programable de señales análogas de CKP, CMP, etc.



Figura 51. Osciloscopio Hantek 1008

Fuente: (Hantek, 2017)

Tabla 50

Características y funciones del osciloscopio Hantek 1008

Orden	Función	Descripción
1	Osciloscopio	Osciloscopio de 8 canales, frecuencia de muestreo en tiempo real 2.4MSa / s. Resolución vertical de 12 bits, función de análisis de espectro.
2	Generador programable	Generador programable de 8 canales Puede generar señales analógicas de cigüeñal, árbol de levas, etc. Interfaz USB 2.0 plug and play, y sin necesidad de fuente de alimentación adicional.
3	Otros	Más de 20 tipos de función de prueba automática, una interfaz similar con el osciloscopio de escritorio, fácil de usar. Soporte de software: Windows NT, Windows 2000, Windows XP, VISTA, Windows 7, Windows 8.

Fuente: (Hantek, 2017)

4.1.3. Softwares de información, animación, simulación y diseño de circuitos impresos

Los softwares de simulación de circuitos eléctricos utilizados en el presente proyecto presentan una manera gráfica sencilla. Livewire (simulación electrónica), permite experimentar circuitos electrónicos para saber cómo funcionan sin tener que armarlos realmente. Eagle (diseño de circuitos impresos), es un programa de diseño de diagramas y PCB (placa de circuito impreso) con auto enrutador usado en proyectos electrónicos con la cual se diseñó el mainboard.

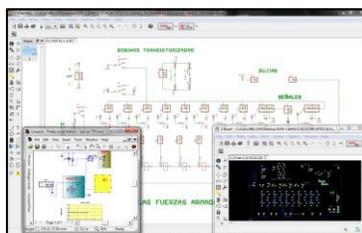


Figura 52. Software de animación, simulación y diseño de circuitos eléctricos

El software Mitchell OnDemand5 se utilizó para la recopilación de datos técnicos de la línea Hyundai de los modelos de vehículos usados en la investigación, para la identificación en lo que tiene que ver con gestión del motor Pin Data y diagramas eléctricos de las unidades de control electrónica en mención.

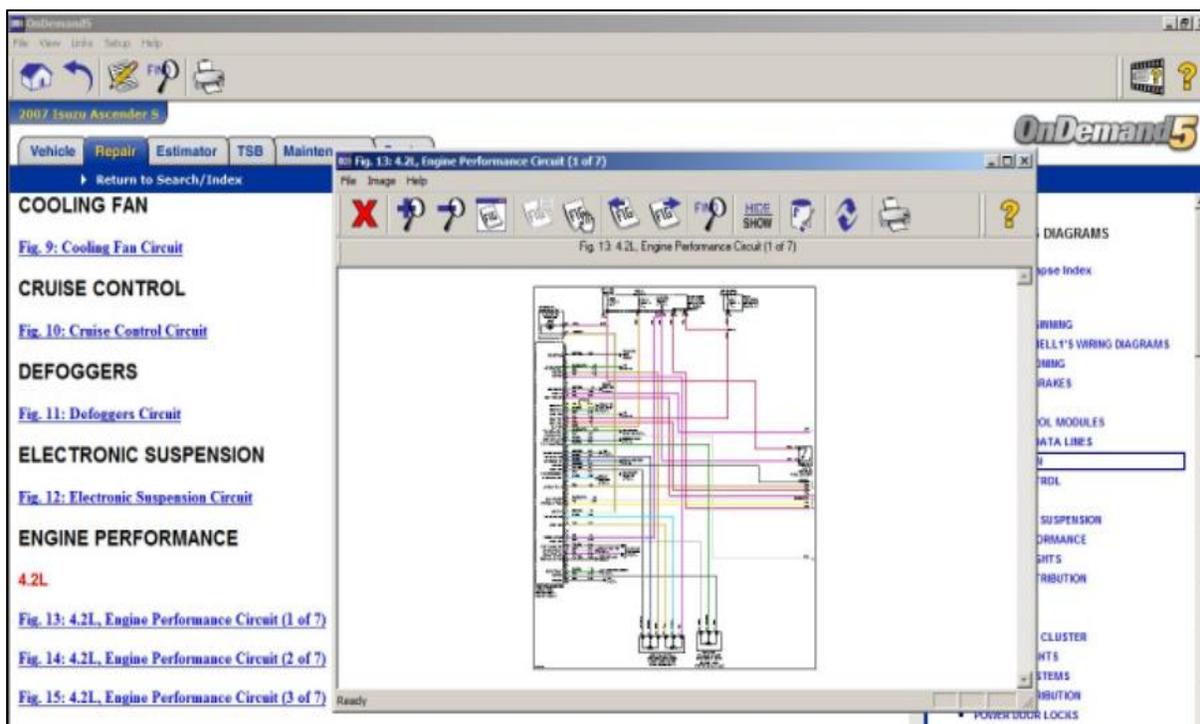


Figura 53. Software Mitchell OnDemand5

4.2. Protocolo introductorio al banco de verificación de Ecus

Para el uso adecuado del banco es de vital importancia establecer un protocolo introductorio al equipo de pruebas detallándose los siguientes:

1. Listado de conectores del banco de pruebas.

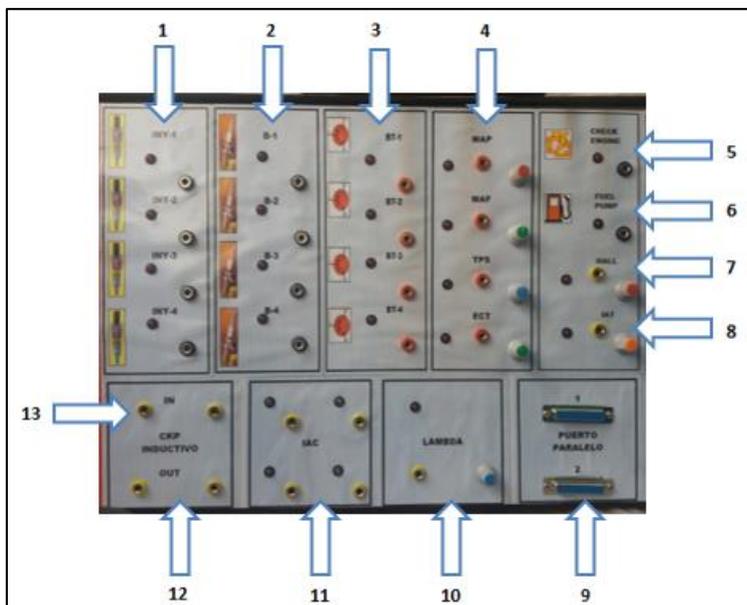


Figura 54. Listado de conectores (A)

Tabla 51

Listado de conectores (A)

Orden	Designación
1	Simuladores de inyectores
2	Simuladores de bobinas (aterrizadas a masa, (-))
3	Simuladores de bobinas transistorizadas (pulsos positivos, (+5v))
4	Simuladores de MAP, MAF, TPS, ECT (análogos)
5	Luz de Check Engine
6	Luz simulación de bomba de gasolina
7	Simulador señal hall
8	Simulador IAT
9	Conexión puerto paralelo hacia la Ecu
10	Simulador sensor oxígeno (zirconio)
11	Simulador de válvula IAC
12	Salida de audio para la Ecu, simulación de CKP
13	Entrada de audio para simulación de CKP

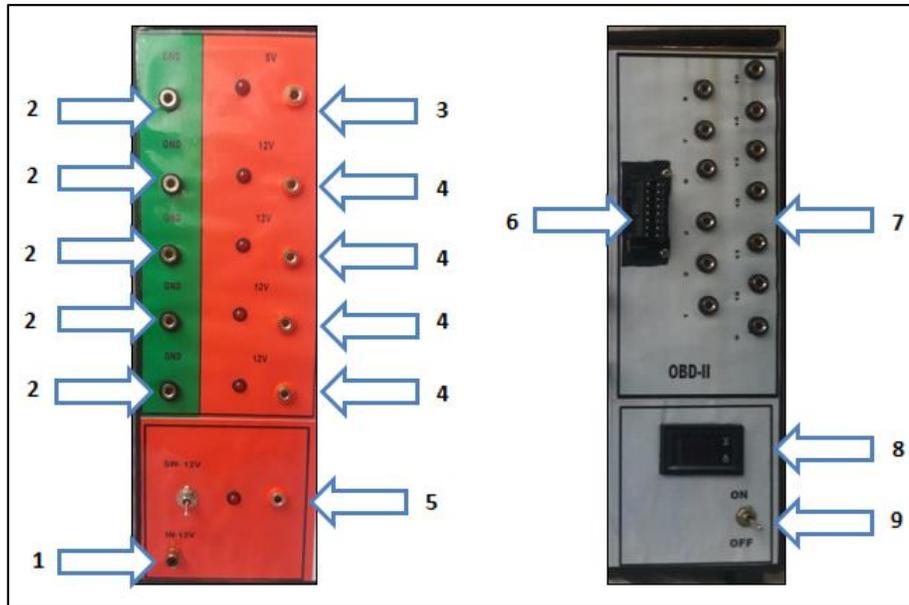


Figura 55. Listado de conectores (B)

Tabla 52

Listado de conectores (B)

Orden	Designación
1	Alimentación principal del banco (conector con fusible)
2	Tomas de masa (-)
3	Toma de 5v
4	Tomas de 12v
5	Toma de 12v con switch para la Ecu (Switch ON, contacto)
6	Conector del scanner OBD-II
7	Pines hacia la Ecu para los respectivos terminales de comunicación Nota: las masas del pin 4 y 5 son internas, así como la alimentación del pin 16
8	Medidores de voltaje y corriente consumida por la Ecu
9	Switch principal del banco

2. Listado de controles del banco de pruebas.

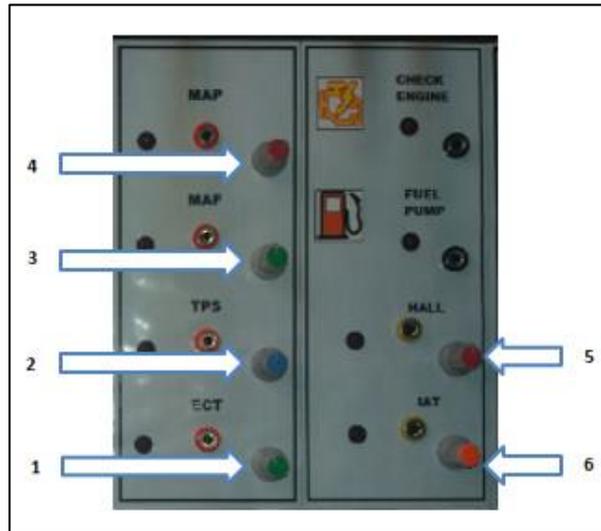


Figura 56. Listado de controles

Tabla 53

Listado de controles

Orden	Designación
1	Variador de ECT
2	Variador de TPS
3	Variador de MAF
4	Variador de MAP
5	Variador de HALL
6	Variador de IAT
7	Variador de sensor de O2

3. Advertencias:

- Colocar los cables de alimentación correctamente (positivo con positivo y negativo con negativo).
- No colocarle al banco de pruebas más voltaje al necesario (de 12V a 15V).
- No utilizar el equipo en lugares con altas temperaturas.

- No utilizar el equipo en lugares con muy bajas temperaturas, o directo al aire acondicionado, la humedad podría dañarlo.
- Verifique la punta contraria del cable banana, al conectarlo a alguna función del banco de prueba, compruebe que NO está conectada a algo que logre causar corto circuito internamente y así dañarlo.

4.3. Señales a probar

El equipo de pruebas está diseñado para probar señales principales del sistema de inyección electrónica, enlistándose en la siguiente tabla.

Tabla 54

Señales a probar en el banco de verificación de ECU's

Orden	Designación	Abreviatura
1	Tierra de encendido	GND
2	Voltaje para el equipo	BAT
3	Voltaje de referencia	VREF
4	Salida autodiagnóstico	OBD-II
5	Inyectores 1 al 4	INY
6	Bobina de encendido	B
7	Captor de presión, flujo y temperatura del aire en la admisión	MAP - MAF - IAT
8	Captor de posición de la mariposa	TPS
9	Captor de temperatura de refrigerante del motor	ECT
10	Sensor de oxígeno de escape calefactado o sonda lambda	HEGO
11	Motor paso a paso regulación ralentí	IAC
12	Captor del régimen del motor	CKP

4.4. Procedimiento

- Obtener lista de pines, es responsabilidad del usuario estar seguro de que la lista de PIN OUTS corresponde a la ECM que va a revisar, puesto que de no ser así puede llegar a quemar la misma.

- Alimentar el banco y comprobar que encienda, utilizando el cable de alimentación principal que cuenta con fusible, se recomienda utilizar una fuente de voltaje regulada. No colocar más de 13V.
- Conectar las masas y alimentaciones utilizando los cables que acompañan al banco, guiándose siempre con el PIN OUTS.
- Siempre guiándose con los PIN OUTS, proceda a conectar las activaciones de los inyectores desde la ECM hasta el banco.
- Siempre guiándose con los PIN OUTS, proceda a conectar las activaciones de las bobinas desde la ECM hasta el banco, en este caso tiene dos opciones, si son activaciones directas es decir con pulsos de masa proceda a conectar en el bloque B.
- Si la activación es de bobinas transistorizadas, es decir el pulso enviado es positivo, entonces conecte en el bloque BT.
- Siempre guiándose con los PIN OUTS, proceda a conectar los diferentes sensores que desea probar, como son el MAP, MAF, TPS, ECT, IAT.
- Siempre guiándose a los PIN OUTS, puede utilizar el banco para revisar si está encendiendo la luz de Check, bomba de combustible.
- Siempre guiándose a los PIN OUTS, puede utilizar el banco para simular señales de efecto HALL, como para CKP e incluso para MAF Y MAP digitales, también para sensores de velocidad.
- Siempre guiándose con los PIN OUTS, conecte la IAC, el pulso de los 4 focos le indicara si la ECM está activando la IAC puesto que estos focos cambiaran de color al cambiar la polaridad cuando la ECM busca la velocidad de ralentí.
- Utilice el cable de audio en la entrada de CKP inductivo, desde el audífono de la LAPTOP hasta el banco, esto le permitirá simular la señal de giro del motor para que la ECM trabaje.
- Use las salidas de CKP inductivo hacia la ECM para que pueda inyectarse la señal y la ECM active todos los actuadores.

- Revisar nuevamente la lista de pines y cuando este seguro de las conexiones, prender el banco (ON), revisar el voltaje en el medidor, cuando se ponga en contacto la ECM (SW-12V) marcará la corriente consumida por la misma.
- Para que la ECM comience a trabajar, debe activar un archivo de audio, normalmente con cualquier archivo puede activarse, no obstante, se puede grabar señales propias del sensor CKP a distintas RPM directamente del automóvil.
- Una vez que la ECM trabaja puede usar los potenciómetros del banco para modificar las diferentes señales de los sensores, de esta manera ver el funcionamiento real de la ECM.
- Cuando determine una falla, puede comprobar físicamente y electrónicamente el componente dañado, siempre antes de definir un fallo revise nuevamente las conexiones.
- También puede usar equipos de diagnóstico como osciloscopio y scanner para monitorear en paralelo el trabajo de la ECM, así como analizar códigos de fallas y ciclos de trabajo (oscilogramas).

4.5. Pruebas de la ECU Hyundai Accent 1.5

Para la verificación de esta unidad de control se dispone de los siguientes equipos y conectores:

- Banco de pruebas
- Unidad de control (ECU) del Accent 1.5
- Fuente regulable a 12V
- Osciloscopio Hantek 1008
- Scanner G-Scan2
- Conectores de comunicación
- Computador portátil

Una vez listo los equipos y conectores de comunicación, se sigue el procedimiento descrito anteriormente, hasta generar una comunicación entre el banco y la ECM.

Las respuestas que proporcionó la unidad de control Ecu hacia el banco luego de su polarización, se tabulan a continuación.

Tabla 55
Respuestas de la ECU Accent 1.5

Orden	Designación	Led	Estado	Observación
1	Inyector 1	INY-1	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
2	Inyector 2	INY-2	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
3	Inyector 3	INY-3	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
4	Inyector 4	INY-4	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
5	Bobina 1	B-1	Operativo	La ECU envía el pulso a la bobina correctamente
6	Bobina 2	B-2	Operativo	La ECU envía el pulso a la bobina correctamente
7	Bobina 3	B-3	Inactivo	No conectado
8	Bobina 4	B-4	Inactivo	No conectado
9	Check Engine	Check Engine	Operativo	El Check enciende al dar contacto
10	Fuel Pump	Fuel Pump	Operativo	La bomba funciona en todo momento
11	Válvula IAC	IAC	Operativo	La ECU envía el pulso a la válvula IAC correctamente

Luego de verificar que la ECU si polariza correctamente, se procede a variar la señal de CKP inductiva proporcionada por una onda pregrabada a distintos regímenes de giro del motor (ralentí y 2000 rpm).

- **Ralentí (850 rpm)**

A continuación, se enlistan las señales proporcionadas por el osciloscopio de los sensores y actuadores probados a ralentí (850 rpm), considerando mínimos y máximos parámetros de funcionamiento.

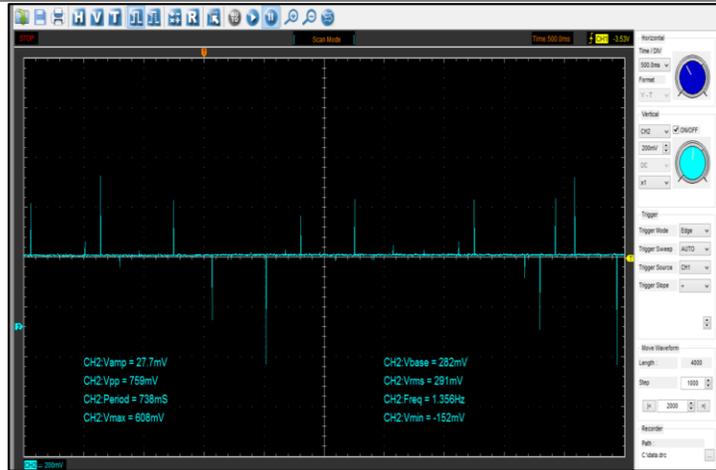
Tabla 56
Señales sensores y actuadores a ralentí Accent 1.5

Orden	Designación	Parámetro	Oscilograma
1	Sensor MAP	Mín.	
		Máx.	

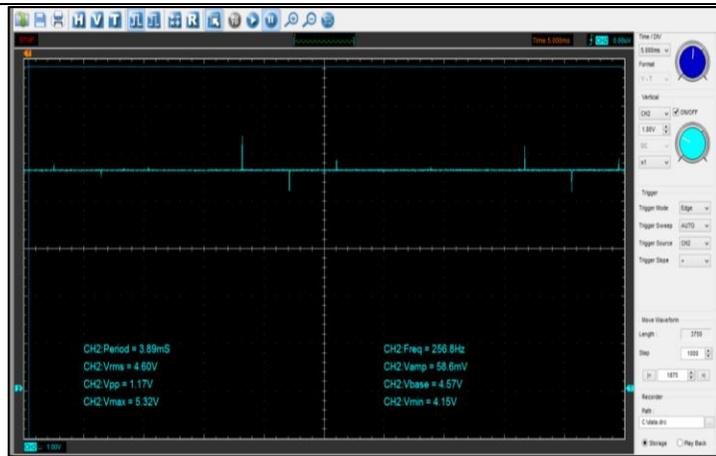
CONTINUÁ

2 Sensor TPS

Mín.

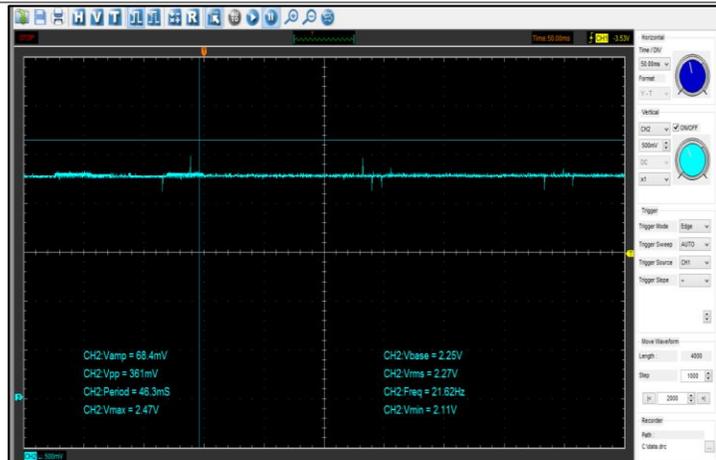


Máx.



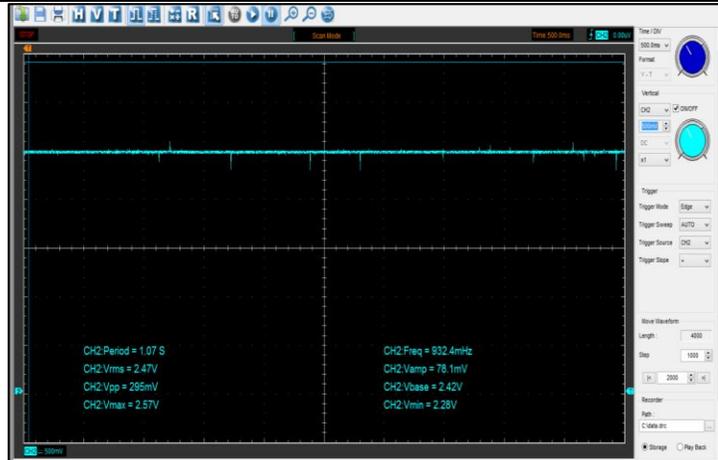
3 Sensor ECT

Mín.

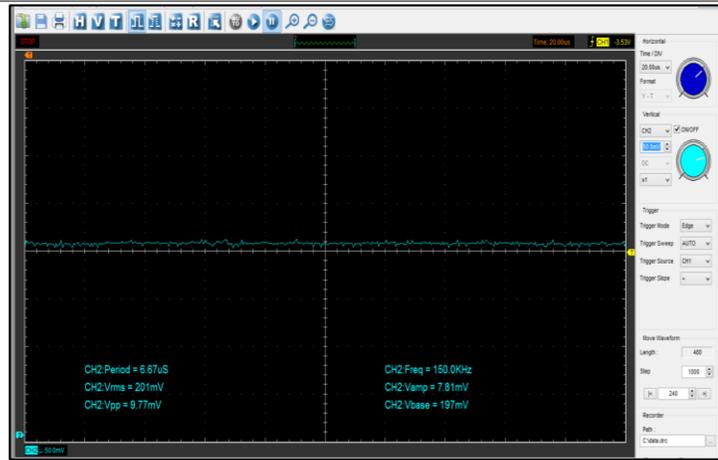


CONTINÚA 

Máx.



Mín.



4 Sensor IAT

Máx.

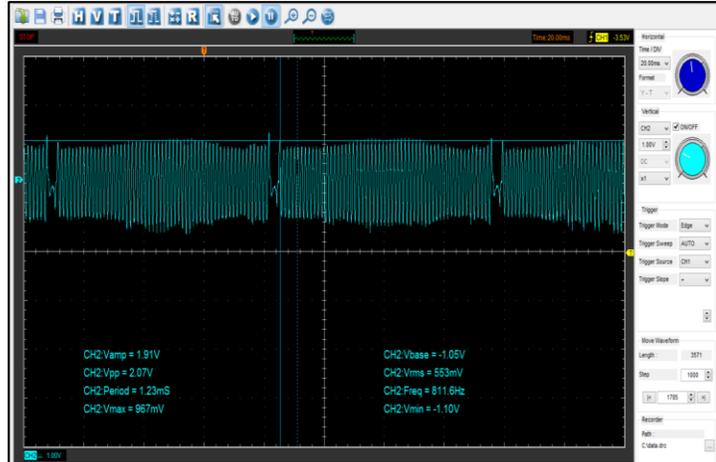


CONTINÚA 

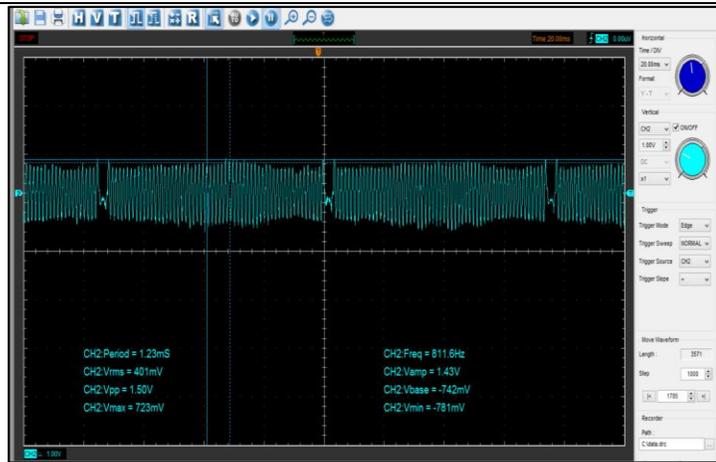
5

Sensor CKP inductivo

Mín.



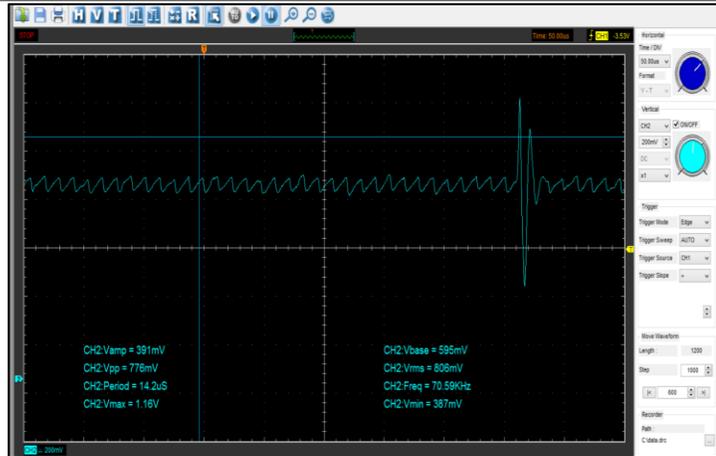
Máx.



7

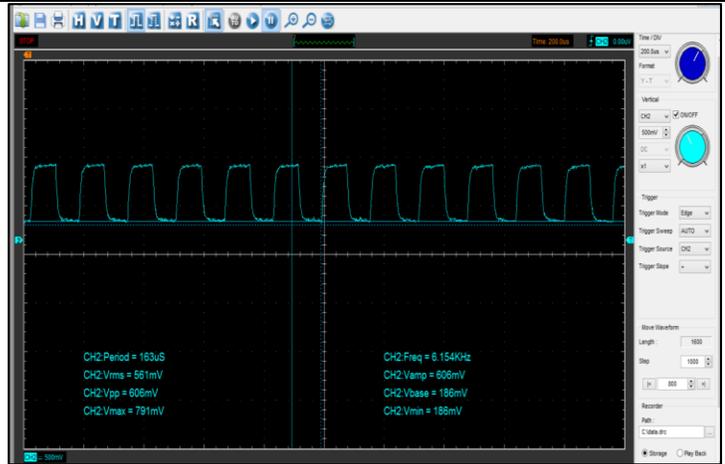
Sensor HEGO

Mín.

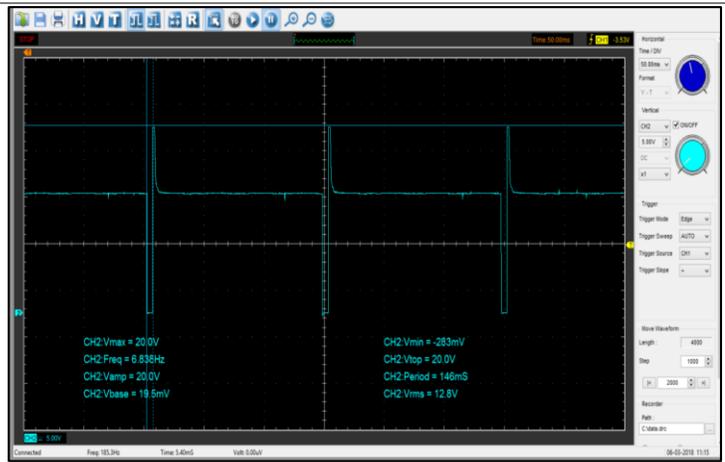


CONTINÚA 

Máx.

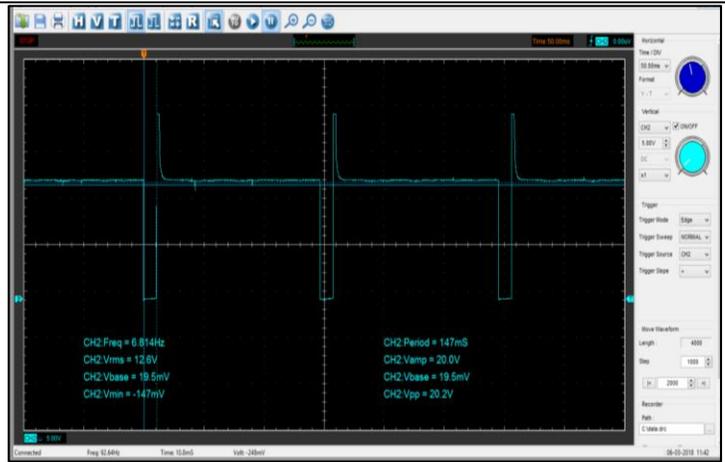


Mín.



8 Inyector 1

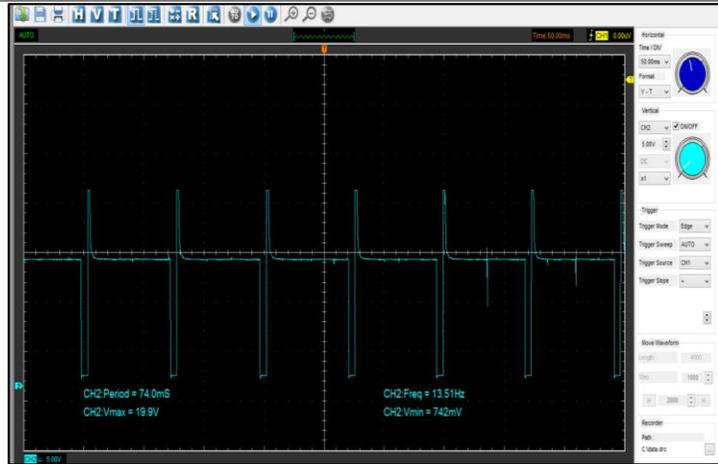
Máx.



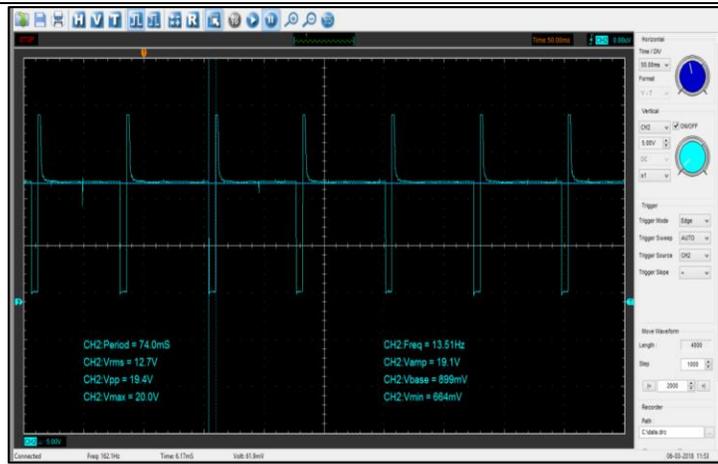
CONTINÚA 

9 Bobina 1

Mín.

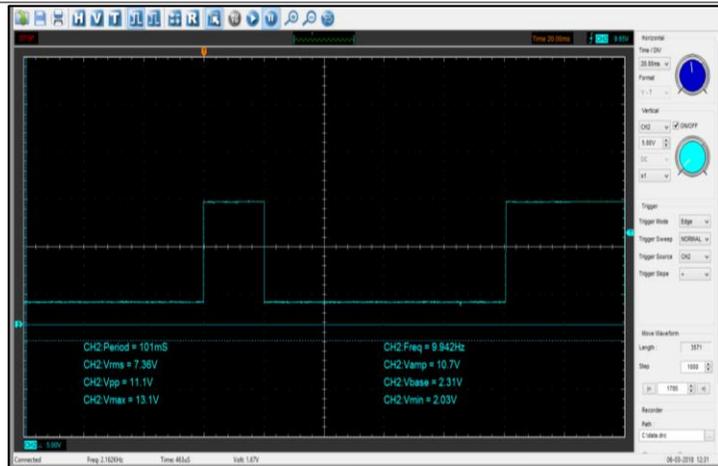


Máx.



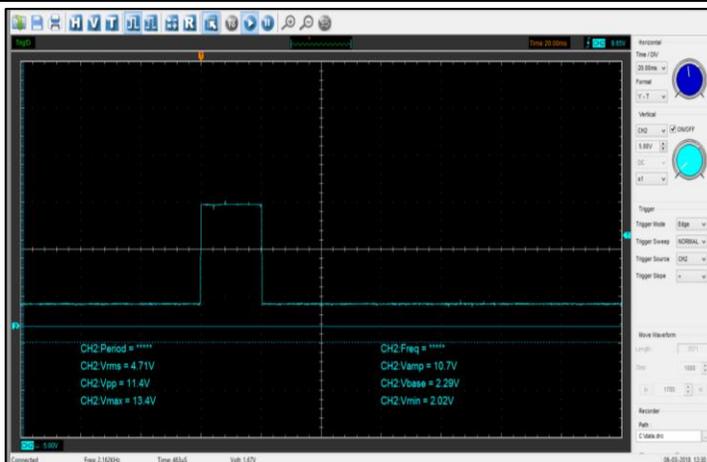
10 Válvula IAC

Mín.



CONTINÚA 

Máx.



- **2000 RPM**

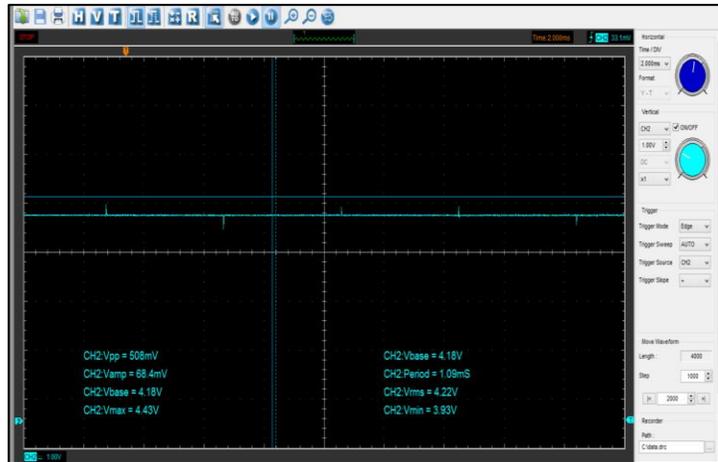
A continuación, se enlistan las señales proporcionadas por el osciloscopio de los sensores y actuadores probados a 2000 rpm, considerando mínimos y máximos parámetros de funcionamiento.

Tabla 57
Señales sensores y actuadores Accent 1.5 a 2000 rpm

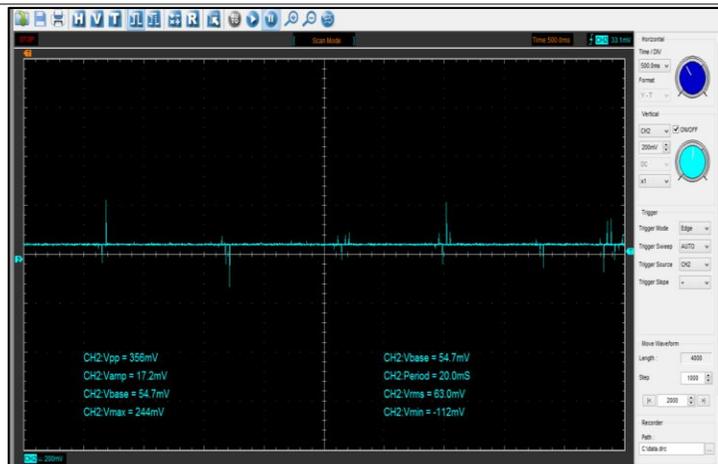
Orden	Designación	Parámetro	Oscilograma
1	Sensor MAP	Mín.	

CONTINÚA

Máx.

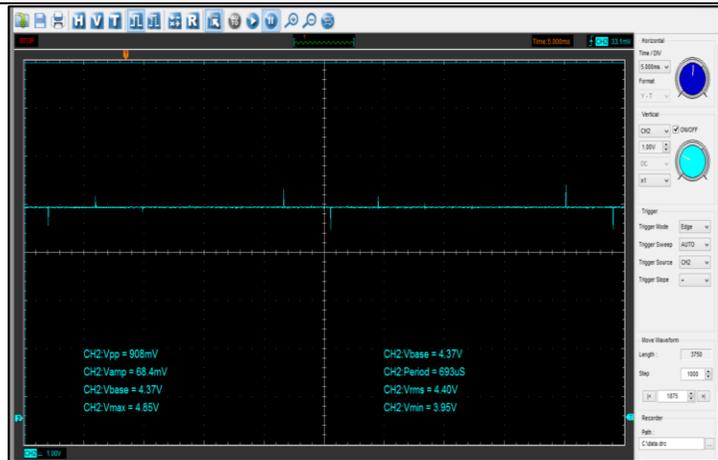


Mín.



2 Sensor TPS

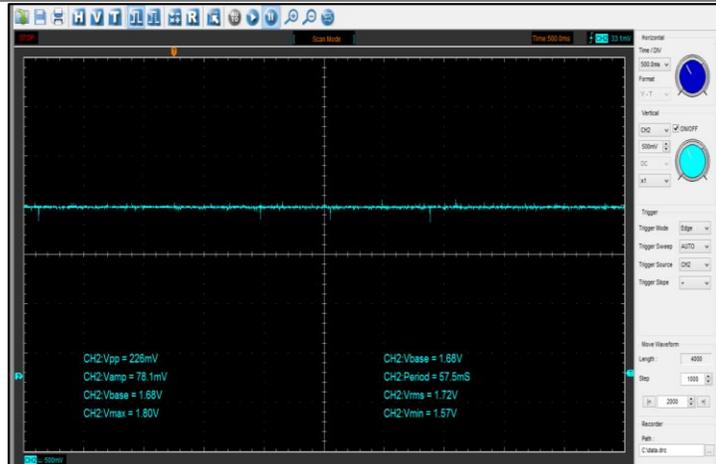
Máx.



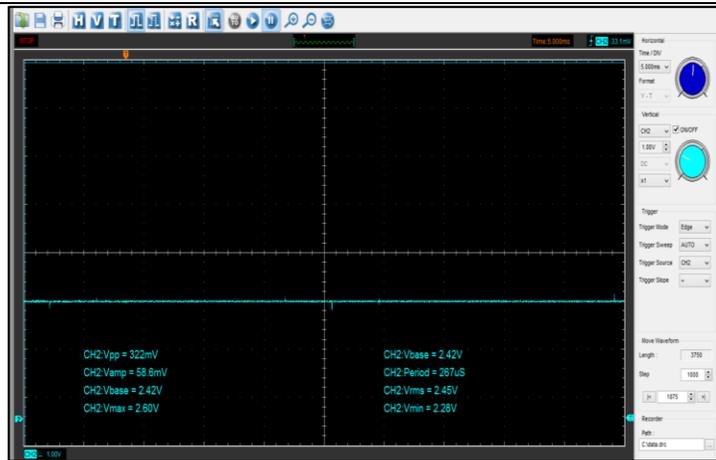
CONTINÚA 

3 Sensor ECT

Mín.

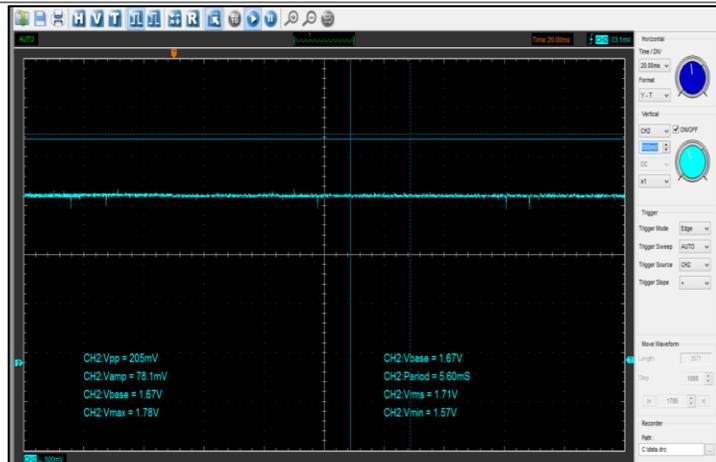


Máx.



4 Sensor IAT

Mín.

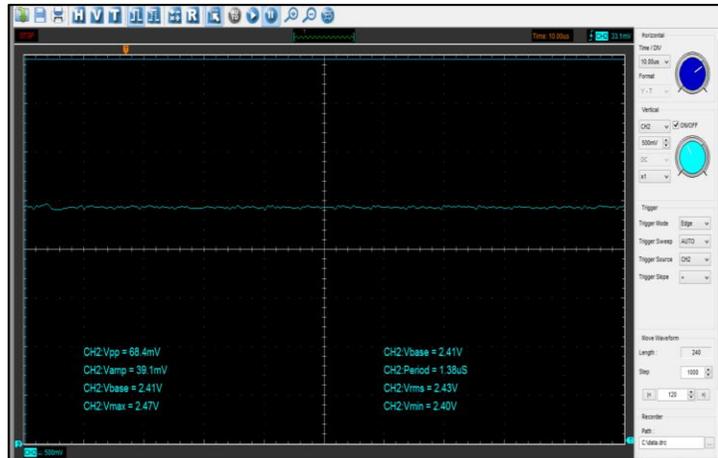


CONTINÚA 

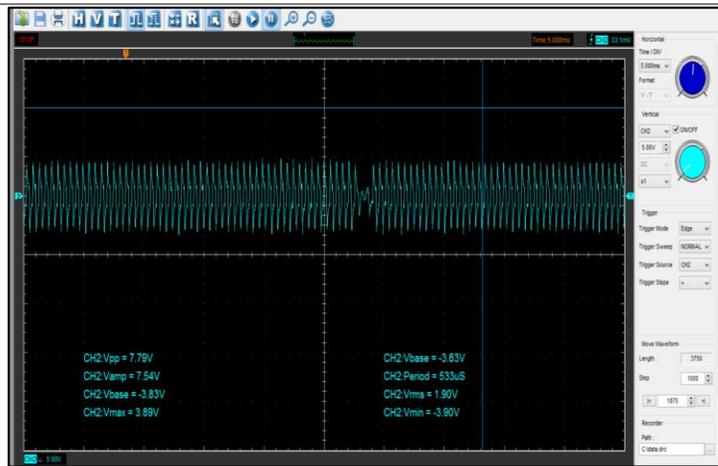
5

Sensor CKP inductivo

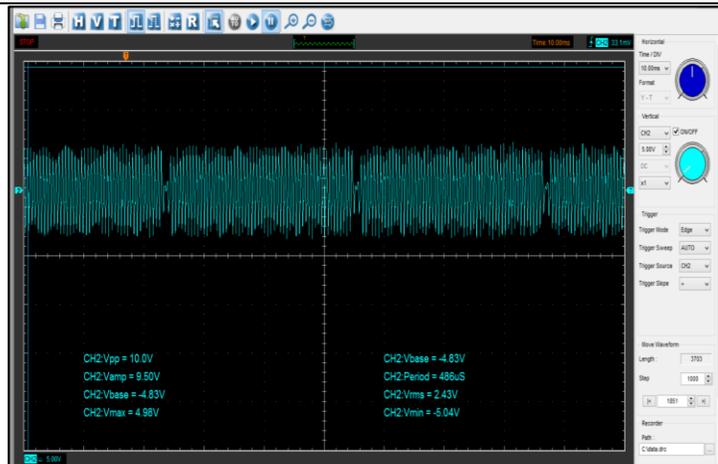
Máx.



Mín.



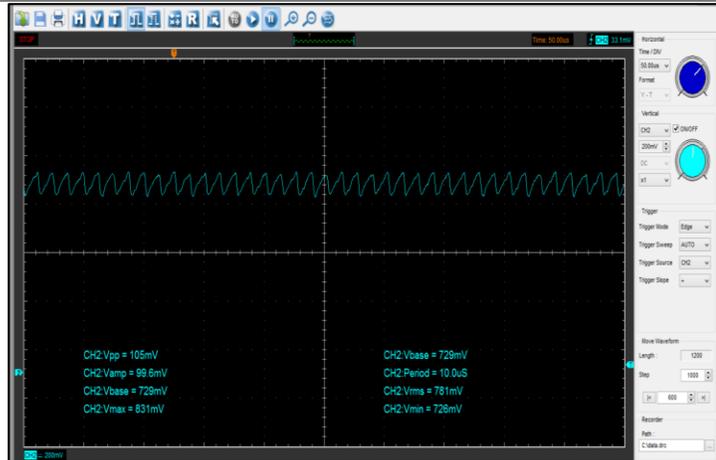
Máx.



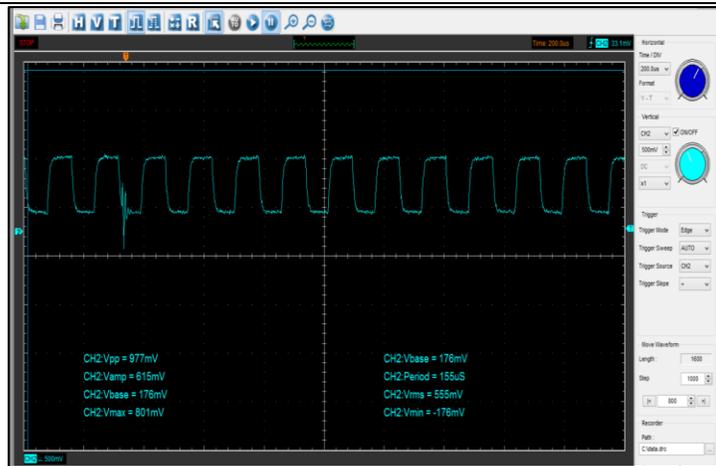
CONTINÚA

7 Sensor HEGO

Mín.

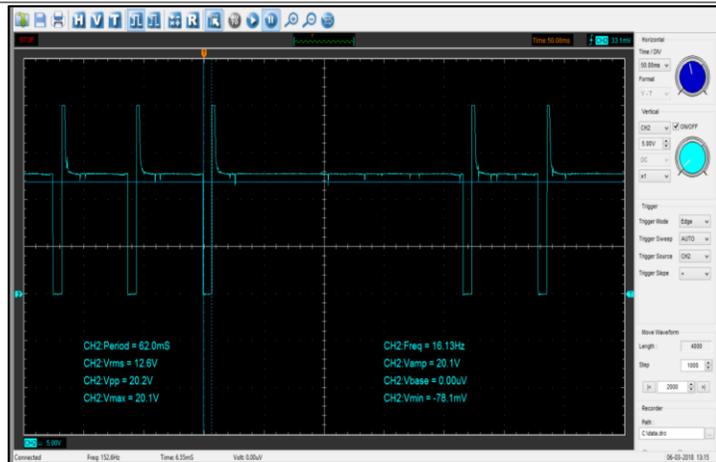


Máx.



8 Inyector 1

Mín.



CONTINÚA 

Máx.



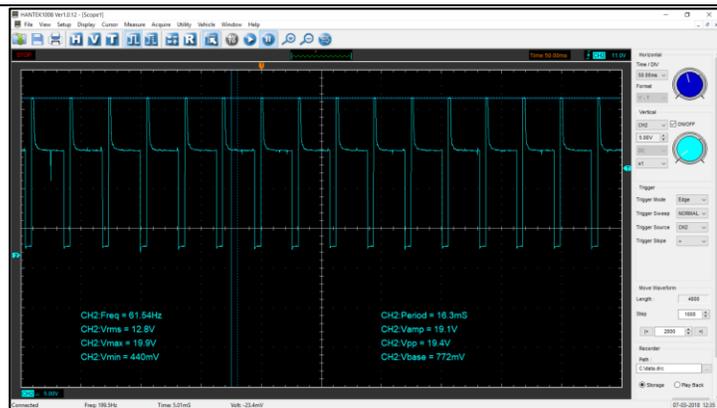
Mín.



9

Bobina 1

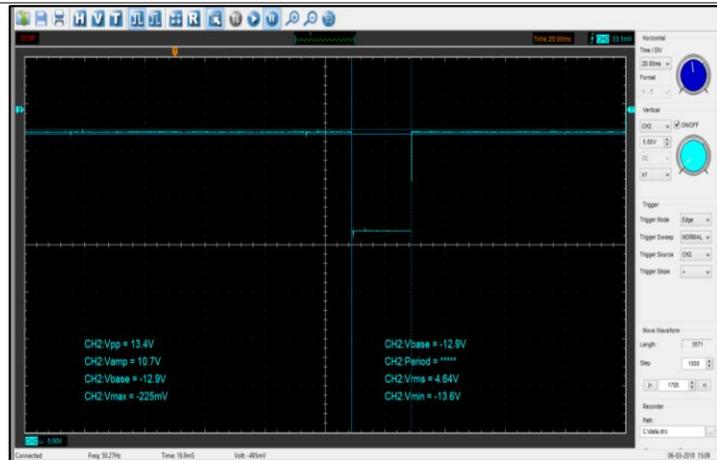
Máx.



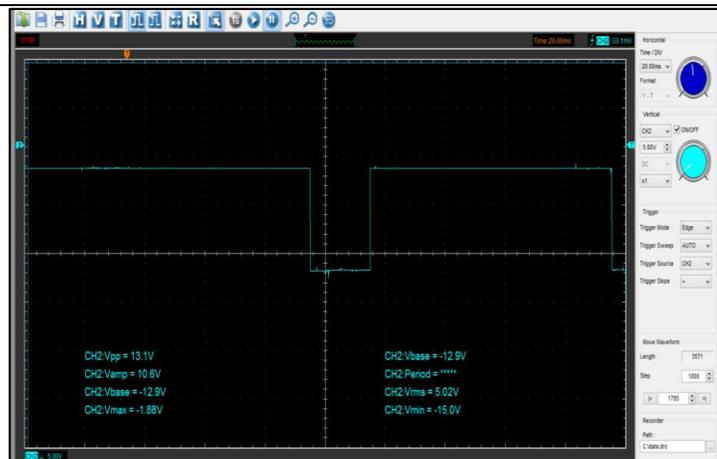
CONTINÚA 

10 Válvula IAC

Mín.



Máx.



4.6. Resultados de la ECU Hyundai Accent 1.5

- **Ralentí (850 rpm)**

Luego de las respectivas mediciones con el osciloscopio de los diferentes sensores, los resultados se tabulan a continuación considerando mínimos y máximos parámetros de funcionamiento.

Tabla 58

Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a ralentí

Orden	Designación	Parámetro	V _{máx.} (mV)	V _{mín.} (mV)	V _{pp.} (mV)	V _{rms.} (mV)	V _{base} (mV)
1	MAP	Mín.	731	227	504	521	458
		Máx.	195	48.8	244	69	39.1
2	TPS	Mín.	608	152	759	291	282
		Máx.	5.32 V	4.15 V	1.17 V	4.6 V	4.57 V
3	ECT	Mín.	2.47 V	2.11 V	361	2.27 V	2.25 V
		Máx.	2.57 V	2.28 V	295	2.47 V	2.42 V
4	IAT	Mín.	2.36 V	2.26 V	9.77	201	197
		Máx.	2.46 V	2.4 V	58.6	2.43 V	2.41 V
5	HEGO	Mín.	1.16 V	387	776	806	595
		Máx.	791	186	606	561	186
6	CKP inductivo	Mín.	967	-1.1 V	2.07 V	553	-1.05 V
		Máx.	723	-781	1.5 V	401	-742

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5, se estableció parámetros de funcionamiento máximos y mínimos obteniendo como resultado voltajes de operación de cada sensor a un régimen de ralentí generado por la señal de CKP.

Tabla 59

Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a ralentí

Orden	Designación	Parámetro	Amplitud (V)	Frecuencia (kHz)	Periodo (ms)
1	Inyector 1	Mín.	20	6.83	146
		Máx.	20	6.81	147
2	Bobina 1	Mín.	19.9	13.51 Hz	74
		Máx.	19.1	13.51 Hz	74
3	Válvula IAC	Mín.	10.7	9.94	101
		Máx.	10.7	9.94	101

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5, se estableció parámetros de funcionamiento máximos y mínimos obteniendo como resultado voltajes de amplitud, frecuencia y periodo de operación de cada actuador a un régimen de ralentí generado por la señal de CKP.

Tabla 60

PID's principales generados a ralentí Accent 1.5

Orden	PID	Unidad	Parámetro	Valor
1	MAF (Sensor de flujo de aire de admisión)	(kg/h)	Mín.	0.0
			Máx.	192.2
2	RPM (Régimen del motor)	RPM	Mín.	821
			Máx.	807
3	O211 (Bloque 1/sensor 1)	(mV)	Mín.	452
			Máx.	447
4	O221 (Bloque 1/sensor 2)	(mV)	Mín.	494
			Máx.	462
5	ECT (Sensor de temperatura de refrigerante del motor)	°C	Mín.	66.8
			Máx.	90
6	IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión)	°C	Mín.	20.3
			Máx.	47.3
7	Carga del motor	%	Mín.	29.1
			Máx.	69.9
8	Tiempo de inyección de cilindro – Bloque 1	ms	Mín.	5.4
			Máx.	10.8
9	Bomba de combustible	ON/OFF	Mín.	ON
			Máx.	ON
10	Relé de control MFI	ON/OFF	Mín.	ON
			Máx.	ON

Comentario:

A través del sistema de comunicación OBD-II que dispone el equipo de pruebas, por medio de la conexión de línea de datos DLC se conectó el scanner G-Scan2, ingresando los datos propios del vehículo a la que pertenece la computadora (HMA, Accent (LC), año 2000, G 1.5 SOHC, Engine Control) para que el scanner logre una comunicación correcta con la ECU, obteniendo como resultado los PID's tabulados a un régimen de ralentí, considerando parámetros de funcionamiento máximos y mínimos.

- **2000 rpm**

Luego de las respectivas mediciones con el osciloscopio de los diferentes sensores, los resultados se tabulan a continuación considerando mínimos y máximos parámetros de funcionamiento.

Tabla 61

Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a 2000 rpm

Orden	Designación	Parámetro	V _{máx.} (mV)	V _{mín.} (mV)	V _{pp.} (mV)	V _{rms.} (mV)	V _{base} (mV)
1	MAP	Mín.	191	21.5	213	66	19.5
		Máx.	4.43 V	3.93 V	508	4.22 V	4.18 V
2	TPS	Mín.	244	112	356	63	54.7
		Máx.	4.85 V	3.95 V	908	4.4 V	4.37 V
3	ECT	Mín.	1.8 V	1.57 V	226	1.72 V	1.68 V
		Máx.	2.6 V	2.28 V	322	2.45 V	2.42 V
4	IAT	Mín.	1.78 V	1.57 V	205	1.71 V	1.67 V
		Máx.	2.47 V	2.4 V	66.4	2.43 V	2.41 V
5	HEGO	Mín.	831	726	105	781	729
		Máx.	801	-176	977	555	176
6	CKP inductivo	Mín.	3.89 V	-3.9 V	7.79 V	1.9 V	-3.83 V
		Máx.	4.98 V	-5.04 V	10 V	2.43 V	-4.83 V

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5, se estableció parámetros de funcionamiento máximos y mínimos obteniendo como resultado voltajes de operación de cada sensor a un régimen de 2000 rpm generado por la señal de CKP.

Tabla 62**Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a 2000 rpm**

Orden	Designación	Parámetro	Amplitud (V)	Frecuencia (Hz)	Periodo (ms)
1	Inyector 1	Mín.	20.1	16.13	62
		Máx.	19.9	15.69	63.8
2	Bobina 1	Mín.	19.2	31.75	31.5
		Máx.	19.1	61.54	16.3
3	Válvula IAC	Mín.	10.7	-	-
		Máx.	10.6	-	-

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5, se estableció parámetros de funcionamiento máximos y mínimos obteniendo como resultado voltajes de amplitud, frecuencia y periodo de operación de cada actuador a un régimen de 2000 rpm generado por la señal de CKP.

Tabla 63**PID's principales generados a 2000 rpm Accent 1.5**

Orden	PID	Unidad	Parámetro	Valor
1	MAF (Sensor de flujo de aire de admisión)	(kg/h)	Mín.	0.0
			Máx.	209.9
2	RPM (Régimen del motor)	RPM	Mín.	2131
			Máx.	2038
3	O211 (Bloque 1/sensor 1)	(mV)	Mín.	452
			Máx.	447
4	O221 (Bloque 1/sensor 2)	(mV)	Mín.	807
			Máx.	457
5	ECT (Sensor de temperatura de refrigerante del motor)	°C	Mín.	9.8
			Máx.	47.3
6	IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión)	°C	Mín.	20.3
			Máx.	47.3
7	Carga del motor	%	Mín.	34.1
			Máx.	72.3
8	Tiempo de inyección de cilindro – Bloque 1	ms	Mín.	5.6
			Máx.	11.4
9	Bomba de combustible	ON/OFF	Mín.	ON
			Máx.	ON
10	Relé de control MFI	ON/OFF	Mín.	ON
			Máx.	ON

Comentario:

A través del sistema de comunicación OBD-II que dispone el equipo de pruebas, por medio de la conexión de línea de datos DLC se conectó el scanner G-Scan2, ingresando los datos propios del vehículo a la que pertenece la computadora (HMA, Accent (LC), año 2000, G 1.5 SOHC, Engine Control), para que el scanner logre una comunicación correcta con la ECU, obteniendo como resultado los PID's tabulados a un régimen de 2000 rpm, considerando parámetros de funcionamiento máximos y mínimos.

4.7. Pruebas de la ECU del Hyundai Accent 1.6

Para la verificación de esta unidad de control se dispone de los siguientes equipos y conectores:

- Banco de pruebas
- Unidad de control (ECU) del Hyundai Accent 1.6
- Fuente regulable a 12V
- Osciloscopio Hantek 1008
- Scanner G-Scan2
- Conectores de comunicación
- Computador portátil

Una vez listo los equipos y conectores de comunicación, se sigue el procedimiento descrito anteriormente, hasta generar una comunicación entre el banco y la ECM.

Las respuestas que proporcionó la unidad de control Ecu, se tabulan a continuación.

Tabla 64

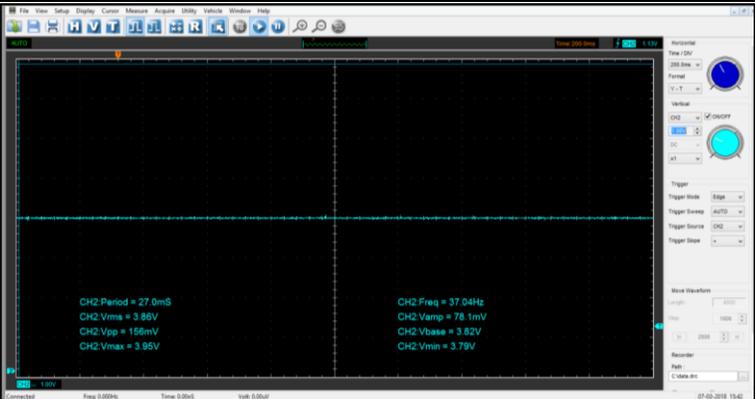
Respuestas de la ECU Accent 1.6

Orden	Designación	Led	Estado	Observación
1	Inyector 1	INY-1	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
2	Inyector 2	INY-2	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
3	Inyector 3	INY-3	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
4	Inyector 4	INY-4	Operativo	La ECU envía el pulso al inyector correctamente
5	Bobina 1	B-1	Operativo	La ECU envía el pulso a la bobina correctamente
6	Bobina 2	B-2	Operativo	No conectado
7	Bobina 3	B-3	Inactivo	No conectado
8	Bobina 4	B-4	Inactivo	No conectado
9	Check Engine	Check Engine	Operativo	El Check enciende al dar contacto
10	Fuel Pump	Fuel Pump	Operativo	La bomba funciona en todo momento
11	Válvula IAC	IAC	Operativo	La ECU no envía el pulso a la válvula IAC

A continuación, se enlistan las señales proporcionadas por el osciloscopio de los sensores y actuadores probados.

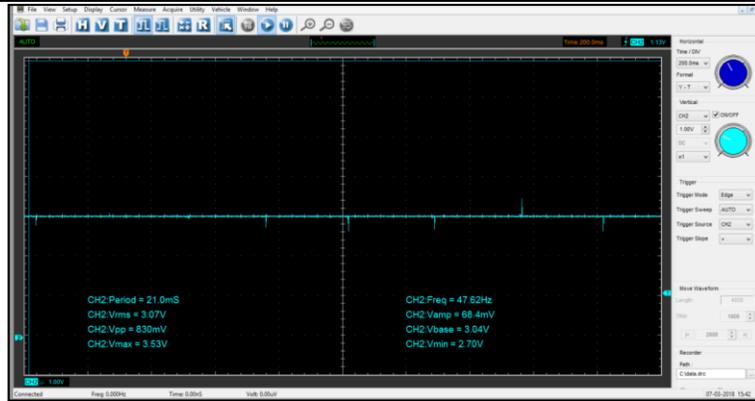
Tabla 65

Señales sensores y actuadores ECU Accent 1.6

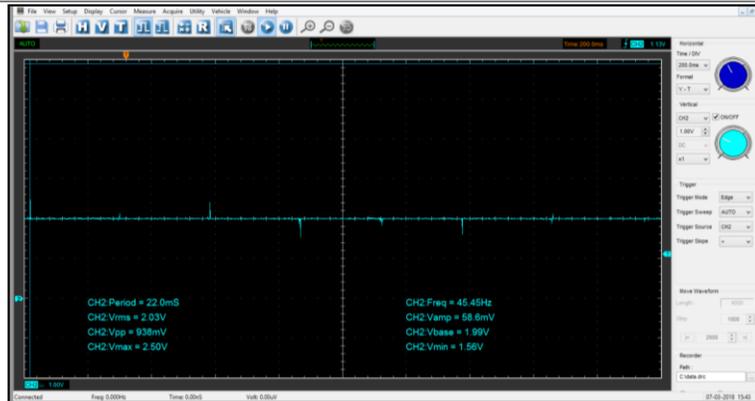
Orden	Designación	Oscilograma
1	Sensor MAP	

CONTINÚA 

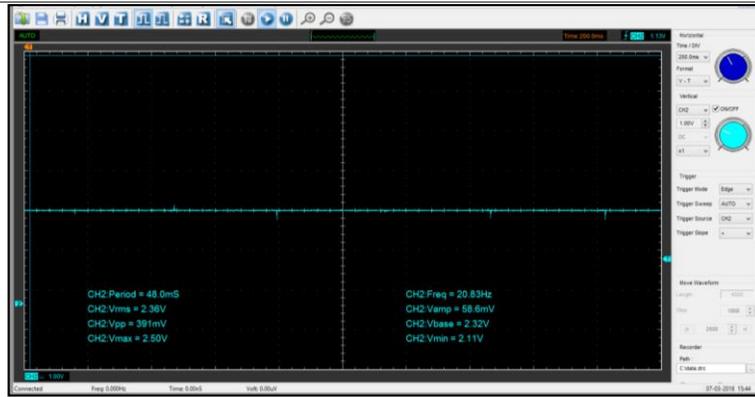
2 Sensor MAF



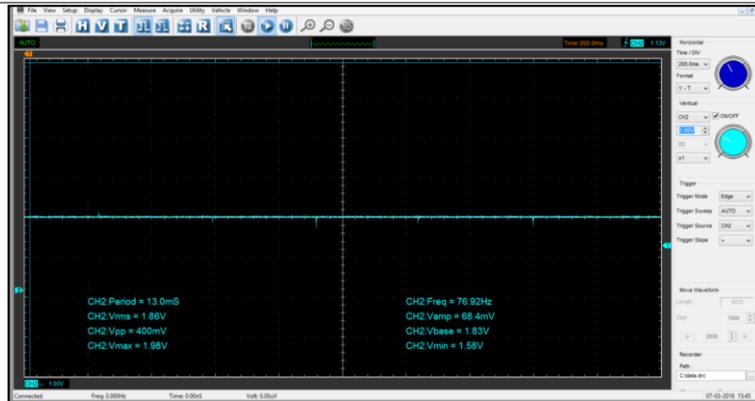
3 Sensor TPS



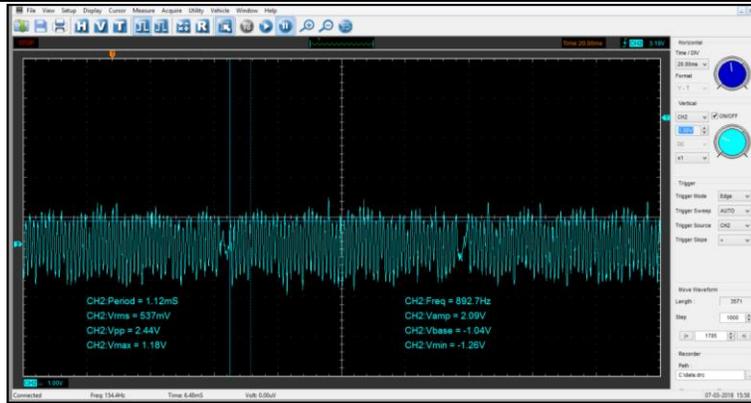
4 Sensor ECT



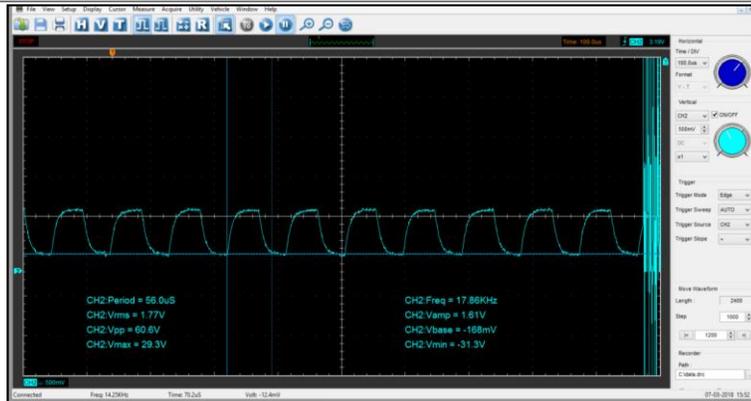
5 Sensor IAT



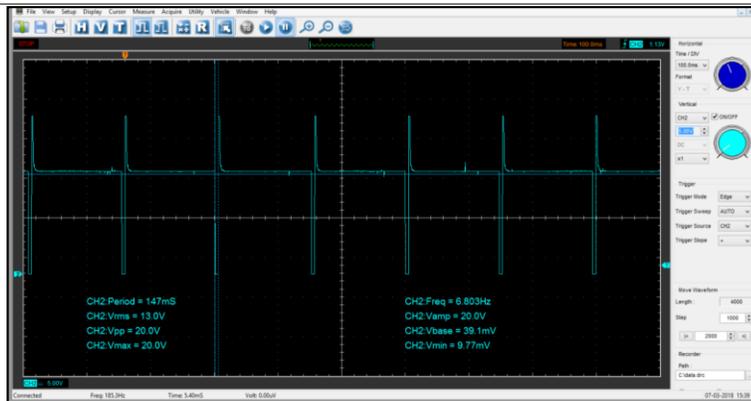
6 Sensor CKP



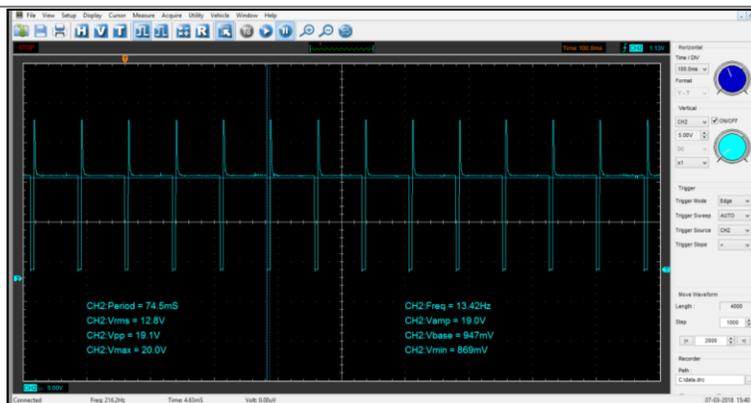
7 Sensor HEGO



8 Inyector 1



12 Bobina



4.8. Resultados de la ECU del Hyundai Accent 1.6

- **Ralentí (800 rpm)**

Luego de las respectivas mediciones con el osciloscopio de los diferentes sensores, los resultados se tabulan a continuación considerando parámetros normales de funcionamiento.

Tabla 66

Datos sensores proporcionados por el osciloscopio a ralentí

Orden	Designación	V _{máx.} (mV)	V _{mín.} (mV)	V _{pp.} (mV)	V _{rms.} (mV)	V _{base} (mV)
1	MAP	3.95 V	3.79 V	156	3.86 V	3.82 V
2	TPS	2.5 V	1.56 V	938	2.03 V	1.99 V
3	ECT	2.5 V	2.11 V	391	2.36 V	2.32 V
4	IAT	1.98 V	1.58 V	400	1.86 V	1.83 V
5	HEGO	29.3 V	-31.3	60.6 V	1.77 V	-168
6	CKP inductivo	1.18 V	-1.26 V	2.44 V	537	-1.04 V

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.6, se estableció parámetros normales de funcionamiento obteniendo como resultado voltajes de operación de cada sensor a un régimen de ralentí generado por la señal de CKP.

Tabla 67

Datos actuadores proporcionados por el osciloscopio a ralentí

Orden	Designación	Amplitud (V)	Frecuencia (Hz)	Periodo (ms)
1	Inyector 1	20	6.8	147
2	Bobina 1	19	13.42	74.5

Comentario:

Luego de haber analizado los oscilogramas obtenidos al polarizar la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.6, se estableció parámetros normales de funcionamiento obteniendo como resultado voltajes de amplitud, frecuencia y periodo de operación de cada actuador a un régimen de ralentí generado por la señal de CKP, a excepción de la válvula IAC ya que la Ecu no enviaba pulso a la válvula reguladora de ralentí.

Tabla 68

PID's principales generados a ralentí Accent 1.6

Orden	PID	Unidad	Valor
1	MAF	(kg/h)	0.0
2	RPM (Régimen del motor)	RPM	800
3	O211 (Bloque 1/sensor 1)	(V)	0.49
4	O221 (Bloque 1/sensor 2)	(V)	0.20
5	ECT (Sensor de temperatura de refrigerante del motor)	°C	48
6	IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión)	°C	38
7	Accionador del control de régimen de ralentí	%	76.1
8	Tiempo de inyección de cilindro 1	ms	9
9	Bomba de combustible	ON/OFF	ON

Comentario:

A través del sistema de comunicación OBD-II que dispone el equipo de pruebas, por medio de la conexión de línea de datos DLC se conectó el scanner G-Scan2, ingresando los datos propios del vehículo a la que pertenece la computadora (HMA, Accent (LC), año 2010, G 1.6 DOHC, Engine Control), para que el scanner logre una comunicación correcta con la ECU, obteniendo como resultado los PID's tabulados a un régimen de ralentí.

CAPÍTULO V

5. MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos

En el proyecto de investigación se utilizan recursos humanos, tecnológicos, materiales y de apoyo los cuales complementan la investigación, porque los mismos serán de una gran ayuda para alcanzar los objetivos planteados.

5.1.1. Recursos humanos

Los aspectos más relevantes que se consideraron en la investigación fueron: la compilación de información de fuentes bibliográficas confiables, así como el planteamiento de metodologías investigativas como el uso de protocolos de pruebas y la capacidad de trabajo grupal conformado por: el señor John Jairo Sánchez Quishpe y el señor Ricardo David Taipe Gualpa, los cuales adquirieron el rol de investigadores, ejecutores del proyecto y analistas de resultados, contando con el asesoramiento de forma exhaustiva del Ing. German Erazo en calidad de director del proyecto de investigación y ejecución del mismo.

Recurso humano del proyecto:

Tabla 69

Recursos humanos del proyecto

John Sánchez	Investigador
Ricardo Taipe	Investigador
Ing. Germán Erazo	Director del proyecto
Ing. José Quiroz	Jefe de Laboratorio Autotrónica (Uso de instrumentación)

5.1.2. Recursos tecnológicos

Para el desarrollo del proyecto de investigación y la obtención de los procesos planteados fue de uso notable elementos tecnológicos como: los softwares Eagle y Livewire, los cuales permitieron la comprobación y ejecución de los circuitos, así como distintos elementos habituales como: internet, bibliotecas virtuales, multímetro, cámara fotográfica y computador portátil elementos que fueron de gran apoyo dentro del desarrollo del mismo.

Tabla 70

Recursos tecnológicos

Orden	Recurso tecnológico
1	Software Eagle
2	Software Livewire
3	Software Mitchell OnDemand5
4	Multímetro
5	Computador portátil
6	Cámara fotográfica
7	Internet

5.1.3. Recursos materiales

Entre de los recursos materiales se encuentran elementos tangibles que fueron utilizados con el fin de realizar el proyecto de investigación, los cuales permitieron la construcción del banco de pruebas, así como elementos eléctrico – electrónicos (Ecus, fuente regulable), herramientas y demás elementos utilizados para la ejecución del protocolo de pruebas.

Tabla 71**Recurso material**

Orden	Recurso material
1	ECU Hyundai Accent 1.5
2	ECU Hyundai Accent 1.6
3	Fuente regulable
4	Banco de pruebas
5	Osciloscopio Hantek
6	Cautín y materiales para soldar
7	Mesa para el banco

5.1.4. Recursos de apoyo

Los recursos de apoyo son implementos esenciales que contribuyeron en la culminación de la investigación.

Tabla 72**Recursos de apoyo**

Ord.	Detalle
1	Curso de reparación de Ecus
2	Asesoría técnica

5.2. Análisis de costos del proyecto de investigación

Dentro del análisis económico que se utilizó en el presente proyecto de investigación se señala sobre la inversión en la obtención de elementos tecnológicos, materiales y de apoyo que intervinieron en el presente proyecto, con la excepción de elementos de propiedad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se obviaron dentro de la inversión como es el caso del scanner automotriz G-Scan2 para la ejecución de las pruebas del trabajo de investigación.

Tabla 73**Análisis de costos**

Orden	Detalle	Costo
1	Recurso material	1351.00
2	Recurso tecnológico	50.00
3	Recurso de apoyo	500.00
4	Movilización	250.00
5	Gastos de imprenta	50.00
6	Imprevistos	200.00
	Total	2401.00

5.2.1. Análisis costo - beneficio

Es importante realizar el análisis costo - beneficio de la “Investigación de los parámetros de funcionamiento del sistema de inyección de combustible de los vehículos Hyundai para desarrollar la construcción de un banco de pruebas de verificación de Ecus”, ya que por ser un tema relevante dentro de la electrónica automotriz este enseñará nuevos conocimientos logrando generar el diagnóstico con un 90% de precisión para la posterior reparación de las ECM's y dentro del ámbito profesional de igual manera, los conocimientos y la mano de obra con respecto al diagnóstico resulta ser escasa y costosa, ya que optan por cambiar la Ecu mas no su posterior reparación.

CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se diseñó y construyó un banco de pruebas de verificación de unidades de control electrónica (ECU) para la línea Hyundai, capaz de polarizar ECM's fuera del vehículo y permitir generar un diagnóstico con un 90% de precisión de su funcionamiento.
- Se determinó parámetros de operación (PID's) de módulos de control de la línea Hyundai.
- Se seleccionó componentes eléctricos y electrónicos del mercado local para la construcción del equipo de pruebas.
- Se recopiló información válida como diagramas eléctricos de las ECM's (Pindata) para poder polarizar la unidad de control y evitar malas conexiones que puedan generar algún corto circuito interno de la misma.
- Se estableció un protocolo de pruebas (manual de usuario) que facilitan al operario seguir un proceso para verificar la unidad de control electrónica (ECU).
- Se generó señales base de entrada y salida para polarizar computadoras automotrices.
- Se implementó el sistema de comunicación OBD-II para un diagnóstico rápido con el scanner automotriz a través de la conexión de línea de datos (DLC), que facilitan una lectura de sensores y actuadores como también de posibles DTCs presentes en la ECM en uso para un diagnóstico más rápido.
- De igual manera se implementó terminales de prueba (conectores Jack) para medir señales por medio del osciloscopio de los sensores y actuadores presentes.
- El banco de pruebas para ECM, ayudará a tener un mejor desempeño en el ámbito de reparación de computadoras automotrices.

RECOMENDACIONES

Concluida la investigación se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda seguir un orden específico de conexiones eléctricas dentro del banco para evitar posibles cables sueltos que puedan generar señales falsas y posibles corto circuitos.
- Realizar un pre-diseño por bloques ya sea alimentación, masa, señal CKP, sensores, actuadores, comunicación e indicadores de servicio para una mejor interpretación del funcionamiento del banco de pruebas.
- Colocar los cables de alimentación correctamente (positivo con positivo y negativo con negativo).
- No colocarle al banco de pruebas más voltaje al necesario (de 12V a 15V).
- No utilizar el equipo en lugares con altas temperaturas.
- No utilizar el equipo en lugares con muy bajas temperaturas, o directo al aire acondicionado, la humedad podría dañarlo.
- Verifique la punta contraria del cable banana, al conectarlo a alguna función del banco de prueba, compruebe que NO está conectada a algo que logre causar corto circuito internamente y así dañarlo.
- Es responsabilidad del usuario realizar las conexiones correctamente, ya que al conectar mal lo más probable es que queme la computadora ECM que está revisando, por lo que es obligación del usuario estar seguro de contar con la lista de pines correcta de la ECU a trabajar.
- No regirse solo a computadoras que se utilizan en la línea Hyundai, ya que el equipo de pruebas es universal por ende se puede verificar de otras marcas, siempre y cuando disponga de la lista de pines correcta de la ECM que vaya a comprobar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. M. (2007). *Introducción al funcionamiento de las computadoras*. Madrid: Paraninfo, S.A.
- Álvarez, M. P. (2010). *Controladores Lógicos*. Barcelona: MARCOMBO.
- Augeri, F. (2015). *Reparación de Computadoras (Nivel I)*. CISE ELECTRONICS.
- Baéz, A., & Mogro, F. (2008). *Diseño y construcción de un simulador de gestión electrónica para ECU de vehículos Peugeot*. (B.S. thesis). LATACUNGA/ESPE/2008. Recuperado a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4263>
- Cantillo, I. A. D. (2014, abril 15). Computadora Automotriz: Operación, Variables y Beneficios de Repararla. Recuperado 30 de enero de 2018, a partir de <http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/324-computadora-automotriz-operacion-variables-y-beneficios-de-repararla>
- Cise Electronics Corp. (2010). Curso Reparación de Ecus. Recuperado 20 de septiembre de 2017, a partir de <http://www.cise.com>
- Coello, E. (2005). *Sistemas De Inyección Electrónica De Gasolina*. Quito: América.
- Constante, V. (2013). *Diseño y construcción de un banco para comprobación y diagnóstico de ECUS utilizadas en la línea Chevrolet en Ecuador*. (B.S. thesis). ESPE. Recuperado 20 de septiembre de 2017, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7210>
- Erazo, G. (2017). Aplicaciones de la electrónica en el campo automotriz.
- Globaltech. (2017). Scanner automotriz G-Scan2. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <http://www.globaltechla.com>
- Hantek. (2017). Osciloscopio hantek 1008. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <http://hantek.com>

- INGEAUTO. (2017). Soluciones y tecnología automotriz. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de www.ingeauto.ec
- Izaguirre, A., & Cuéllar, A. (2008). *Clasificación de las memorias*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Kaiser, M. (2015). Electronic control unit (ECU). En *Gasoline Engine Management* (pp. 254–259). Springer. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-03964-6_16
- Mariño, D., & Cholota, V. (2009). *Diseño y construcción de un módulo interface con la ecu para el control de operación de las RPM del motor*. (B.S. thesis). LATACUNGA/ESPE/2009. Recuperado 10 de enero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2927>
- Olivo, J. (2016). *Análisis de funcionamiento del sistema de control electrónico sobre la inyección de combustible del motor S4A del vehículo Chevrolet Sail*. (B.S. thesis). UIDE. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1158>
- Panchi, F., & Salazar, D. (2007). *Adaptación de un sistema de inyección electrónica de combustible multipunto MPFI en un vehículo Lada modelo 2104 fabricado en el año 1994*. (B.S. thesis). LATACUNGA/ESPE/2007.
- Pilatasig, L. (2014). Artículo Científico-Mantenimiento modificativo de un banco de pruebas para un motor LADA 1.7 cc de inyección electrónica e implementación de un software de las curvas características en tiempo real. Recuperado 10 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8401>
- Ramírez, S. (2016). Conociendo los circuitos de procesamiento de datos de una ECU. Recuperado 30 de enero de 2018, a partir de <http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/445-conociendo-los-circuitos-de-procesamiento-de-datos-de-una-ecu>
- Ramírez, S. (2016, junio 27). Si la computadora automotriz falla, es mejor, ¿Cambiarla o repararla? Recuperado 30 de enero de 2018, a partir de

<http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/412-si-la-computadora-automotriz-falla-es-mejor-cambiarla-o-repararla>

Reinoso, E. (2011, abril). Repositorio Digital ESPE. Recuperado 10 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4465>

Reyes, L., & Gualotuña, H. (2005). *Construcción de un banco de pruebas para el sistema de inyección electrónica del motor HYUNDAI 1.5 L.* (B.S. thesis). LATACUNGA/ESPE/2005. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3209>

Rosero, M. (2014). Artículo Científico-Implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor Optra 1.8 del Laboratorio de Autotrónica. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8178>

Salvador, M. (2015). Comunicación electrónica del automóvil: Sistema CAN-BUS. *Revista tecnológica. (2013), 6 (6), 39-42.* Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/1865>

Semanate, D. (2016). *Reprogramación de la unidad de control electrónica del vehículo honda civic si, para mejorar los parámetros característicos del motor de combustión interna serie D16A9.* (B.S. thesis). LATACUNGA/ESPE/2016. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12408>

Serravalle, J. (2011). *Bloques de trabajo de una ECU automotriz.* CISE ELECTRONICS. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-detrabajo-en-una-ecu-automotriz.html>

Tocci, R., & Widmer, N. (2003). *Sistemas Digitales.* México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.

Tokheim, R. (2002). *ELECTRÓNICA DIGITAL.* Barcelona: EDITORIAL REVERTÉ, S.A.

Zapata, A. (2009). Diseño y construcción de un simulador de gestión electrónica para módulos de control electrónico (ECM) para motores diesel Cummins con las especificaciones N14. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/2895>

NETGRAFÍA

<http://614streets.com/drac.html>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4263>

<http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/324-computadora>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7210>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2927>

<http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1158>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8401>

<http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/445-conociendo-los->

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3209>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8178>

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12408>

<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327>

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/2895>

ANEXOS



ESPE

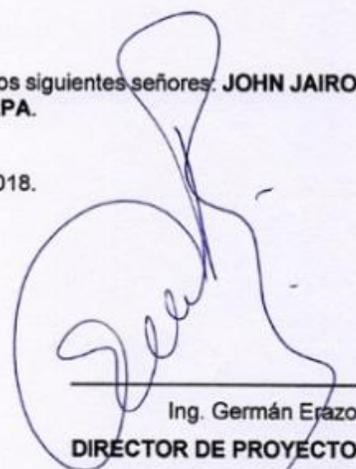
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el siguiente trabajo fue desarrollado por los siguientes señores: **JOHN JAIRO SÁNCHEZ QUISHPE** y **RICARDO DAVID TAÍPE GUALPA**.

En la ciudad de Latacunga, a los 09 días de marzo de 2018.

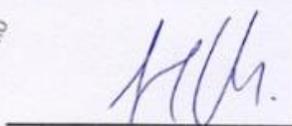


Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DE PROYECTO

Aprobado por:



Ing. Danilo Zambrano
DIRECTOR DE LA CARRERA



Dr. Freddy Jaramillo
SECRETARIO ACADÉMICO

