



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE
ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA DE UN MOTOR GRAND VITARA J20A**

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

AUTOR:

CIANI CARRERA GIANFRANCO

GUAYAQUIL, FEBRERO 2015

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Daniela Jerez

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UN MOTOR GRAND VITARA J20A**” realizado por el estudiante: **Gianfranco Ciani Carrera**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de (un) empastado y (un) disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Gianfranco Ciani, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Febrero del 2015



Ing. Daniela Jerez
Docente de Cátedra

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Gianfranco Ciani Carrera

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UN MOTOR GRAND VITARA J20A”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Febrero del 2015



Gianfranco Ciani Carrera
C.I. 1712968393

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Gianfranco Ciani Carrera

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UN MOTOR GRAND VITARA J20A”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Febrero del 2015



Gianfranco Ciani Carrera
C.I. 1712968393

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a culminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz sede Guayaquil por los conocimientos adquiridos en esta prestigiosa institución.

A mi tutora Ing. Daniela Jerez por su colaboración y apoyo en todo el transcurso de la elaboración de mi proyecto de grado.

Al Ing. Edwin Puente Director Académico de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz extensión Guayaquil por todos los consejos y conocimientos transmitidos durante mi carrera universitaria.

DEDICATORIA

A mi madre, Lorena Carrera por su apoyo incondicional, por sus consejos, y más que mi madre ser una amiga para mí.

A mi padre, Pierfranco Ciani, a aun siguen latentes tus enseñanzas la pasión por los autos. Tú me indicaste los caminos y aunque no estás junto a mí siempre estarás a mi lado y desde el cielo espero que este momento sea tan feliz para ti como es para mí.

A mi novia, Kelly Wolf por ser mi inspiración. Por tu amor culmine esta etapa de mi vida, tú eres mi apoyo incondicional, mis fuerzas y el motor de mi vida.

A mis familiares y amigos, por el apoyo incondicional y todo su amor.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PRELIMINARES	2
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. UBICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6. ALCANCE.....	5
1.7. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.8. HIPÓTESIS	6
1.8.1. VARIABLES DE HIPÓTESIS.....	6
1.8.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. MARCO REFERENCIAL	7
2.1.1. MPFI SUZUKI SERIE J20A	7
2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	7

2.1.3. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE Y SU FUNCIONAMIENTO	9
2.1.4. SENSORES	9
2.1.4.1. SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA.....	10
2.1.4.2. SENSOR DE MASA DE AIRE	12
2.1.4.3. SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR .	13
2.1.4.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ENTRADA.....	16
2.1.4.5. SENSOR DE OXÍGENO “O2”	17
2.1.4.6. SENSOR DEL ÁRBOL DE LEVAS.....	18
2.1.4.7. SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.....	20
2.1.5. MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO.....	21
2.1.6 ACTUADORES	21
2.1.6.1. VÁLVULA DE CONTROL DEL AIRE DE RALENTÍ.....	21
2.1.6.2. VÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE	22
2.1.6.3. RELÉ.....	23
2.1.6.4. BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	23
2.1.6.6. RIEL DE INYECTORES	24
2.1.6.7. TANQUE DE COMBUSTIBLE	25
2.1.6.8. BOBINA DE ENCENDIDO	25
2.1.6.7. FILTRO DE COMBUSTIBLE	26
2.2. COMPONENTES GENERALES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J20A	27
2.3. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J20A	32
2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO	33
2.5. CUADRO DE ENTRADA / SALIDA DEL MOTOR Y CONTROL DE EMISIONES	35
2.6. MARCO METODOLÓGICO	36
2.6.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	36
2.6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
2.6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
2.6.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	38
2.6.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	38
2.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	38

CAPÍTULO III	46
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO ENTRENAMIENTO.....	46
3.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO ..	46
3.2. MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	46
3.2.1. CALCULO DE ESFUERZOS	47
3.3. PLANO DE PERSPECTIVA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	50
3.4. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	51
3.5. DISEÑO DEL PANEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	51
CAPITULO IV.....	53
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	53
4.1. MATERIALES PARA EL MONTAJE DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	53
4.2. MONTAJE DEL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO	54
4.3. MONTAJE DEL TABLERO DE INSTRUMENTO	55
4.4. INSTALACIÓN DEL CUERPO DE ACELERACIÓN	58
4.5. INSTALACIÓN DEL SENSOR MAF - IAT	61
4.6. INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE BOBINAS	63
4.7. INSTALACIÓN DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS..	64
4.8. INSTALACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.....	66
4.9. INSTALACIÓN DEL FLUJO DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE.....	67
4.10. INSTALACIÓN DEL SENSOR DE OXIGENO	69
4.11. INSTALACIÓN DEL CONECTOR DE DIAGNÓSTICO	71
4.12. INSTALACIÓN DEL RIEL CON INYECTORES	71
4.13. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	73
4.14. INSTALACIÓN DE LA CAJA DE FUSIBLE E INSTALACIÓN DEL SWITCH DE ENCENDIDO.....	75
4.15. INSTALACIÓN DEL SENSOR ECT.....	77

4.16. INSTALACIÓN DEL CATALIZADOR	78
4.17. INSTALACIÓN DE VÁLVULA EVAP	78
4.18. INSTALACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	79
CAPÍTULO V.....	80
COMPROBACIÓN Y PUESTA PUNTO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO	80
5.1 COMPROBACIÓN DE SEÑALES DE VOLTAJE	81
5.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES	85
CAPÍTULO VI.....	96
ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS.....	96
6.1. GUÍA DE LABORATORIO INYECCIÓN ELECTRÓNICA.	96
6.1.2. Guía de laboratorio inyección electrónica a 1000 rpm.....	97
6.1.3. Guía de laboratorio inyección electrónica a 1500 rpm.....	100
6.1.4. Guía de laboratorio inyección electrónica a 2000 rpm.....	102
6.1.5. Guía de laboratorio inyección electrónica a 3000 rpm.....	104
6.2. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO CARACTERÍSTICAS DEL BANCO SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICO SUZUKI MOTOR J20A	106
6.2.1. Puesta en marcha.....	106
6.2.2. Funcionamiento.....	107
6.2.3. Mantenimiento	107
6.2.4. Seguridad.....	107
6.2.5 Recomendaciones para uso responsable y para la protección medio ambiental.....	108
CAPÍTULO VII.....	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
7.1. CONCLUSIONES	109
7.2. RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil	3
Figura 2. Sensor de posición de mariposa	10
Figura 3. Forma de medición de Sensor de posición de mariposa	11
Figura 4. Sensor de la masa de aire	12
Figura 5. Ubicación del Sensor de la masa de aire	13
Figura 6. Sensor de Temperatura.....	14
Figura 7. Ubicación del Sensor de Temperatura	15
Figura 8. Curva del sensor de temperatura	15
Figura 9. Sensor de temperatura de aire	16
Figura 10. Curva del Sensor de temperatura de aire	17
Figura 11. Sensor de oxígeno	17
Figura 12. Ubicación del Sensor de Temperatura	18
Figura 13. Sensor del árbol de leva.....	19
Figura 14. Sensor de velocidad	20
Figura 15. Módulo de control electrónico.....	21
Figura 16. Válvula de control del aire de ralentí.....	22
Figura 17. Válvula de recirculación de gases de escape	22
Figura 18. Relé	23
Figura 19. Bomba de combustible	23
Figura 20. Inyector	24
Figura 21. Riel de inyectores	24
Figura 22. Tanque de combustible	25
Figura 23. Bobina de encendido	26
Figura 24. Filtro de combustible.....	26
Figura 25. Ubicación esquemática de los componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A	27
Figura 26. Ubicación en el vehículo de los sensores de información del sistema de inyección de combustible del motor J20A	30
Figura 27. Ubicación en el vehículo de los dispositivos controlados del sistema de inyección de combustible del motor J20A	30

Figura 28. Ubicación de la luz indicadora de avería.....	31
Figura 29. Ubicación del señor VSS	31
Figura 30. Diagrama eléctrico del sistema de inyección de combustible del motor J20A.....	32
Figura 31. Pines Diagrama eléctrico	33
Figura 32. Resultado Pregunta 1	39
Figura 33. Resultado Pregunta 2	40
Figura 34. Resultado Pregunta 3.....	40
Figura 35. Resultado Pregunta 4.....	41
Figura 36. Resultado Pregunta 5.....	42
Figura 37. Resultado Pregunta 6.....	42
Figura 38. Resultado Pregunta 7	43
Figura 39. Resultado Pregunta 8.....	44
Figura 40. Resultado Pregunta 9.....	44
Figura 41. Resultado Pregunta 10.....	45
Figura 42. Diagrama de fuerzas	47
Figura 43. Diagrama de esfuerzo	49
Figura 44. Diagrama de esfuerzo	49
Figura 45. Diagrama de desplazamiento	49
Figura 46. Vista tridimensional del banco de entrenamiento	50
Figura 48. Acabado final del banco de entrenamiento	51
Figura 49. Diseño del panel banco de entrenamiento.....	52
Figura 50. Instalación del Módulo de control Electrónico.....	55
Figura 51. Instalación del tablero de instrumento	56
Figura 52. Circuito del tablero de instrumento	57
Figura 53. Montaje del cuerpo de aceleración	59
Figura 54. Circuito de conexión del sensor de posición de mariposa.....	60
Figura 55. Circuito de conexión del control de aire de ralentí	60
Figura 56. Instalación de los sensores MAF y IAT	61
Figura 57. Circuito de conexión del sensor MAF	62
Figura 58. Circuito de conexión del sensor IAT	62
Figura 59. Montaje del conjunto de bobinas.....	63
Figura 60. Circuito de conexión del conjunto de bobinas	64
Figura 61. Montaje del Sensor CMP	65

Figura 62. Circuito de conexión del sensor CMP.....	66
Figura 63. Montaje del Sensor VSS	66
Figura 64. Circuito de conexión del sensor VSS.....	67
Figura 65. Montaje de la EGR.....	67
Figura 66. Circuito de conexión de la válvula EGR	68
Figura 67. Montaje del sensor de oxígeno.....	69
Figura 68. Circuito de conexión del sensor de oxígeno	69
Figura 69. Circuito de simulación del sensor de oxígeno.....	70
Figura 70. Montaje del conector de diagnóstico	71
Figura 71. Montaje del riel de inyectores	72
Figura 72. Circuito de conexión de inyectores	72
Figura 73. Montaje de la bomba de combustible	73
Figura 74. Circuito de la bomba de combustible.....	74
Figura 75. Montaje del filtro de combustible.....	74
Figura 76. Montaje del medidor de presión del combustible	75
Figura 77. Montaje de la caja de fusible	75
Figura 78. Montaje de la caja de fusible	76
Figura 79. Montaje del sensor de temperatura	77
Figura 80. Conexión del sensor de temperatura.....	78
Figura 82. Montaje de la válvula EVAP.....	78
Figura 83. Circuito de la válvula EVAP	79
Figura 84. Circuito de componentes en AC.....	79
Figura 85. Regulador de velocidad motor AC (Secadora, CKP, VSS)	80
Figura 86. Lista de parámetros	81
Figura 87. Gráfica de la carga calculada	86
Figura 88. Gráfica del valor ECT	87
Figura 89. Gráfica del ajuste de combustible TMP corto	88
Figura 90. Gráfica del avance de encendido.....	89
Figura 91. Gráfica de la posición de mariposa.....	90
Figura 92. Gráfica de la temperatura de aire.....	91
Figura 93. Gráfica del caudal de aire	92
Figura 94. Gráfica de la tensión sensor TP	93
Figura 95. Gráfica del ancho del pulso de inyección.....	94
Figura 96. Gráfica de apertura válvula IAC	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación.....	6
Tabla 2. Componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A	27
Tabla 3. Componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A según su clasificación	29
Tabla 4. Diagrama eléctrico del sistema de inyección de combustible del motor “J20A”	33
Tabla 5. Descripción de los pines del diagrama eléctrico	35
Tabla 6. Resultado Pregunta 1	39
Tabla 7. Resultado Pregunta 2	39
Tabla 8. Resultado Pregunta 3	40
Tabla 9. Resultado Pregunta 4	41
Tabla 10. Resultado Pregunta 5	41
Tabla 11. Resultado Pregunta 6	42
Tabla 12. Resultado Pregunta 7	43
Tabla 13. Resultado Pregunta 8	43
Tabla 14. Resultado Pregunta 9	44
Tabla 15. Resultado Pregunta 10	45
Tabla 16. Listado de materiales	53
Tabla 17. Descripción de los pines del tablero.....	58
Tabla 18. Comprobación en modo relanti vehículo 785 RPM	81
Tabla 19. Comprobación en modo 1000 RPM vehículo.....	82
Tabla 20. Comprobación en modo 1500 RPM vehículo.....	82
Tabla 21. Comprobación en modo 2000 RPM vehículo.....	83
Tabla 22. Comprobación en modo 2500 RPM vehículo.....	83
Tabla 23. Comprobación en modo 3000 RPM vehículo.....	84
Tabla 24. Comprobación en modo 3500 RPM vehículo.....	84
Tabla 25. Análisis de la Carga Calculada	85
Tabla 26. Análisis del valor ECT	86
Tabla 27. Análisis del ajuste de combustible TMP corto.....	87
Tabla 28. Análisis del avance de encendido	88

Tabla 29. Análisis de la posición de mariposa	89
Tabla 30. Análisis de la temperatura de aire.....	90
Tabla 31. Análisis del caudal de aire	91
Tabla 32. Análisis de la tensión sensor TP	92
Tabla 33. Análisis del ancho del pulso de inyección	93
Tabla 34. Análisis de apertura válvula IAC	94

RESUMEN

En el taller de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador Extensión Guayaquil, se procedió a la construcción de un banco de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de un vehículo Grand Vitara J20A, el cual fue diseñado con el propósito de unir tanto la instrucción teórica como la práctica, lo que ayudará al desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas en los estudiantes de la facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, generando expertos en el diagnóstico de fallas y averías de estos sistemas aplicándolos en su desenvolvimiento laboral.

Este banco de inyección electrónica está diseñado para que pueda simular algunas situaciones reales de operación del sistema de inyección de combustible, siendo estas: funcionamiento normal y con fallas. El modelo consta de elementos originales del motor del Grand Vitara J20A y elementos contruidos localmente, los cuales están en perfectas condiciones y cumplen con los requerimientos adecuados de operación.

En las pruebas se utilizó herramientas y equipos de diagnóstico automotriz, para observar los parámetros de funcionamiento del vehículo en diferentes rangos de trabajo del motor, para comparar los datos que proporciona el banco de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de combustible, tanto en modo de operación normal y provocando posibles fallas.

Se elaboró un plan de mantenimiento con la finalidad de evitar futuros inconvenientes, además se proporciona un manual de operación que ofrezca todos los pasos a seguir para su correcta operación. Se recomienda en lo posible mantener el banco de entrenamiento en un lugar libre de contaminación.

ABSTRACT

In workshop of the School of Automotive Engineering at the International University of Ecuador Extension Guayaquil, we proceeded to build of a workout a evaluating panel bench of electronic injection of a Grand Vitara J20A, which was designed with the purpose of uniting both theoretical instruction and practice, which will help to development knowledge, skills and abilities in the students of the Faculty of Automotive engineering generating experts in diagnosing faults and failures of these applying them in their job performance systems of.

The electronic injection evaluating panel is designed to can simulate some real situations on fuel injection system: normal and faulty operation. The evaluation panel contains original elements from a Grand Vitara engine J20A and that well built locally, which are in perfect condition and fully completes with the appropriate requirements of operating elements.

In testing tools and automotive diagnostic equipments were used, the same ones that were simulated at different rates and working conditions of the engine, to observe and to record the data that provides the electronic fuel injection, both in normal operation mode or operating faults.

A maintenance plan was made in order to avoid future problems also; it was provided an operating manual with all the steps for proper operation. It is recommended; if possible to keep the evaluating panel in a free from pollution place.

INTRODUCCION

El sistema de inyección de combustible fue creado como una alternativa a los carburadores. Con el fin de reducir las emisiones contaminantes de los vehículos. Hoy en día prácticamente todos los vehículos usan este tipo de sistema.

En los motores, el sistema de inyección de combustible complementa al sistema de encendido del motor, el cual es el encargado de desencadenar la combustión por la mezcla aire/combustible.

En la actualidad el sistema de inyección es comandado por un mando electrónico que utiliza toda la información de los diversos sensores colocados en el motor para manejar las distintas fases de funcionamiento del vehículo, todo esto con el fin de obedecer en primer lugar la solicitud de las normas de anticontaminación y en segundo lugar, las exigencias generadas por el conductor.

En los motores de combustión interna (ciclo Otto) intervienen tres factores que son muy importantes para que se produzca esta combustión las cuales son: Aire, Combustible y Chispa. Como es lógico, todo proceso de combustión genera contaminantes, lo cual en la actualidad se quiere evitar.

En nuestra carrera, con un alto índice de crecimiento de profesionales en el medio es necesario mejorar las condiciones y recursos de aprendizaje. Una de las mejores alternativas para el soporte del conocimiento es la práctica; con este proyecto de tesis se tendrá la posibilidad de observar y manejar de una manera didáctica los componentes del sistema de inyección electrónico y su funcionamiento.

Para aportar con el conocimiento de los estudiantes, una de las mejores alternativas es la creación de un banco de entrenamiento donde se pueda aplicar el conocimiento sobre los sistemas de inyección e incrementar mejoras en el funcionamiento del banco, con el fin de que sea fiable y útil en todo momento.

CAPÍTULO I

PRELIMINARES

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema se centra en la necesidad de un banco de entrenamiento de la serie de motor “J20A” para pruebas del sistema de inyección MPFI (Sistema de inyección Multipunto) en la que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando las distintas pruebas en el banco de entrenamiento para poder interpretar y analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes integrados en este sistema.

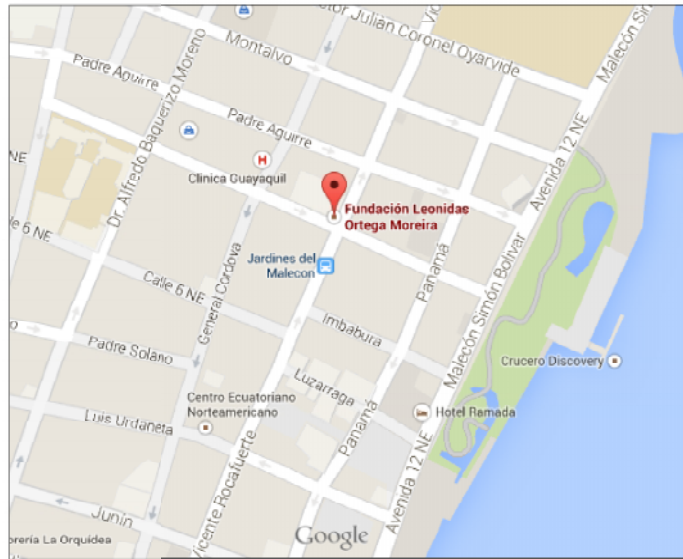
El desarrollo de este tipo de banco ayudará a los estudiantes a obtener mucha más experiencia en el campo a desempeñarse, lo que conlleva a una mejor formación profesional dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. Este trabajo es un sustento del proceso de formación que obtuve dentro de la Universidad Internacional del Ecuador, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

1.2. UBICACIÓN DEL PROBLEMA

La delimitación temporal se determinó durante los meses de julio del 2014 hasta febrero del año 2015, lapso que permitió realizar la investigación, así como diseño y construcción del banco.

El trabajo se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil en la dirección Roca fuerte 310 y Tomás Martínez.

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/>

Editado por: Gianfranco Ciani

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a manuales de taller y demás documentación acerca del modelo Suzuki Gran Vitara J20A, modelo que utiliza este sistema.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es viable el diseño y construcción de un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie: J20A para evaluar mediante guías prácticas su funcionamiento?

1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuál es la influencia del desarrollo de este trabajo a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil?

- ¿Cuál es el funcionamiento del sistema de inyección MPFI del Suzuki del motor serie J20A?
- ¿Qué instrumentos electrónicos y mecánicos se utilizaron para el desarrollo del trabajo?
- ¿Cómo se desarrolló el funcionamiento del equipo, mediante la prueba del simulador?
- ¿Cómo se realizó el manual de prácticas del Banco de entrenamiento?

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Elaborar un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie J20A, el cual consta con los repuestos originales del mismo sistema para evaluar el desarrollo y funcionamiento de este tipo de simuladores dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.5.2. Objetivos específicos

- ✓ Diseñar un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie J20A.
- ✓ Construir dicho Banco de entrenamiento con elementos electrónicos y mecánicos que se utilizarán para el desarrollo del trabajo.
- ✓ Comprobar el funcionamiento del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie J20A.
- ✓ Simular las fallas y verificar señales y comportamiento del sistema.
- ✓ Desarrollar un manual de uso y mantenimiento del sistema.

1.6. ALCANCE

El alcance de este proyecto es que el estudiante pueda reconocer las partes del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie J20A, y conocer su funcionamiento dentro del sistema por medio de datos de sensores y actuadores como también simular las posibles fallas.

1.7. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación del sistema de inyección MPFI del motor Suzuki serie J20A.

La investigación se basa en la información del manual de motor Suzuki J20A, manuales de Bosch y libros técnicos obtenidos con los cuales se comprende de mejor manera los conceptos y terminologías.

Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación necesaria para este proyecto:

El tipo de metodología que se utilizó en esta investigación es de tipo científico, investigativo, descriptivo y de campo.

El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos sean los adecuados para obtener la información esperada.

El diseño y construcción del Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del Suzuki serie J20A, ayudará a evaluar el sistema, ya que es necesario conocer sobre el funcionamiento y las posibles fallas que se podrían presentar, tomando la medida correctiva oportuna.

Con el simulador, al finalizar la prueba, se podrá desarrollar una guía práctica que permita conocer acerca del sistema de inyección para el motor establecido.

1.8. HIPÓTESIS

La elaboración de un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del Suzuki motor serie J20A en el que se podrá comprobar el funcionamiento real del mismo en un banco de pruebas.

1.8.1. Variables de hipótesis

Variable independiente: Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI del Suzuki serie J20A

Variable dependiente: MPFI del motor del Suzuki serie J20A

1.8.2. Operacionalización de variables

Tabla1. Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación.

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores
MPFI del Suzuki serie J20	Dependiente	Adquisición de MPFI del Suzuki serie J20	100% adquirida
		Simulación del funcionamiento	100% simulado
Banco de entrenamiento de MPFI del Suzuki serie J20	Independiente	Diseño del Banco de entrenamiento	Adoptar modelos establecidos y normalizados
		Construcción del Banco de entrenamiento	100% construido

Autor: Gianfranco Ciani

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. MPFI Suzuki Serie J20A

Los sistemas de inyección electrónica de combustible permiten mejorar en los motores de los vehículos el problema de emisión de contaminantes, ayudan a la economía de combustible y permiten un mejor rendimiento del motor.

Gracias al sistema electrónico que incorporan los sistemas de inyección electrónica, se puede lograr con una mayor exactitud la dosificación de combustible que se necesita de acuerdo a las condiciones de trabajo y operación.

2.1.2. Clasificación de los sistemas de inyección de combustible

Se clasifican según:

- Lugar donde realizan la inyección: Esta puede ser directa o indirecta.
- Cantidad de inyectores que tienen: Es el número de inyectores que puede tener el vehículo pudiendo ser 1, 3, 4, 6 u 8 inyectores.
- La forma de inyección que realiza: Puede ser monopunto o multipunto.
- Las características de funcionamiento: Estas pueden ser mecánicas, electromecánicas o electrónicas. Cada una es la versión mejorada de la anterior.

Sistemas de inyección de combustible según el lugar donde realizan la inyección se clasifican en:

- Inyección directa. Cuando el combustible es inyectado a la cámara de combustión

- Inyección indirecta. Cuando el combustible es inyectado fuera de la cámara de combustión, en el múltiple de admisión.

Sistemas de inyección de combustible según el número de inyectores que tienen se clasifican en:

- Inyección monopunto: Un solo inyector realiza la inyección de combustible.
- Inyección multipunto: Varios inyectores realizan la inyección de combustible.

Sistemas de inyección de combustible según el número de inyecciones que realiza se clasifican en:

- Inyección continua: Siempre está inyectado combustible.
- Inyección intermitente: La inyección es intermitente por lapsos de tiempo.
- Inyección secuencial: Cada inyector tiene un tiempo específico para la inyección, la inyección va de 1 en 1.
- Inyección semisequencial: Actúan dos inyectores al mismo tiempo.
- Inyección simultánea: Todos los inyectores trabajan al mismo tiempo

Sistemas de inyección de combustible según las características de funcionamiento se clasifican en:

- Inyección Mecánica (K-jetronic): Proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo.
- Inyección Electromecánica (Ke-jetronic). Es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con un sistema de control electrónica.
- Inyección Electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant). Es un sistema perfeccionado con un mayor control de las entradas y salidas de parámetros para el cálculo de inyección, para evitar la emisión de gases contaminantes y mejorar el rendimiento del motor.

2.1.3. Estructura del sistema de inyección electrónica de combustible y su funcionamiento

Los sistemas de inyección de combustible básicamente se dividen en tres subsistemas:

- Subsistema electrónico: formado por sensores, módulo de control electrónico (ECM) y actuadores.
- Subsistema hidráulico: formado por sistema de alimentación de combustible, bomba de combustible, regulador de presión de combustible, filtro de combustible, riel de inyectores, etc.
- Subsistema de aire: formado por depurador de aire, filtro de aire y múltiple de admisión.

2.1.4. Sensores

Los sensores son los encargados de convertir en voltaje un movimiento, una presión, una temperatura u otra energía que se produzca en un vehículo. Esto se realiza mediante el módulo de control electrónico (ECM) del vehículo, el cual puede leer señales de voltaje, pueden definirse como interruptores, transformadores, generadores, resistores, etc. que pueden recibir algún tipo de movimiento mecánico o físico y producir señales digitales o analógicas.¹

Los sensores pueden enviar señales al módulo de control electrónico de las siguientes maneras: generando un voltaje o modificando un voltaje de referencia.

Existen varios tipos de sensores cuya aplicación dependerá de las condiciones de operación. Entre los distintos tipos de sensores podemos encontrar los siguientes: resistivos, termistores, potenciómetros, inductivos, iónicos, de efecto Hall y ópticos.

¹ "Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo". Pág. 180

2.1.4.1. Sensor de posición de mariposa

Este sensor conocido por sus siglas en ingles TPS (Throttle Position Sensor), es de tipo potenciómetro, es decir, varía su resistencia de acuerdo a su posición. En algunos vehículos se encuentra en forma paralela al cable del acelerador y es el que se encargó de monitorear la apertura y cierre de la mariposa del cuerpo acelerador para que la ECM calcule la mezcla aire-combustible.

Figura 2. Sensor de posición de mariposa

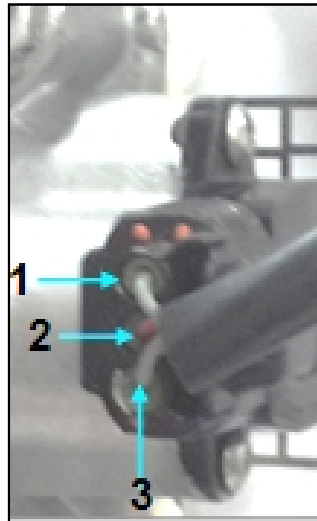


Autor: Gianfranco Ciani

En el sistema de inyección de Suzuki motor J20A se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración, este sensor consta de tres pines principales para su funcionamiento:

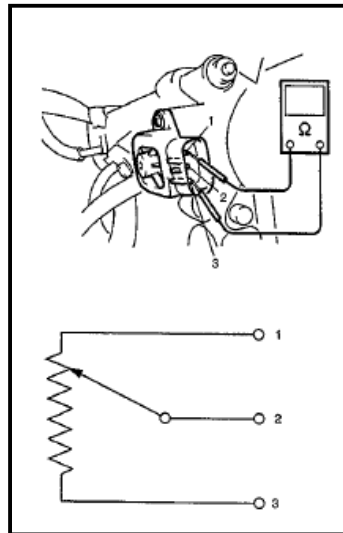
1. Terminal a tierra.
2. Terminal de voltaje de salida.
3. Terminal de voltaje de referencia.

Figura 3. Pines de conexión sensor de posición de mariposa



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 4. Forma de medición de sensor de posición de mariposa



Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

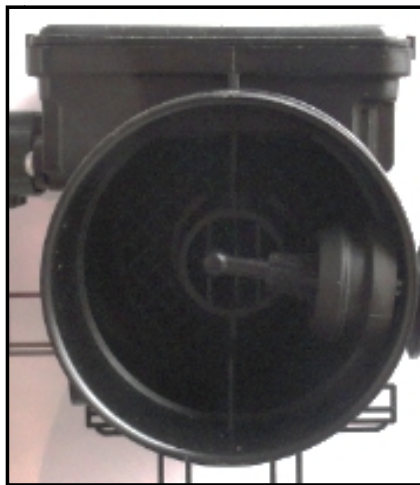
Editado por: Gianfranco Ciani

La resistencia de este potenciómetro es de 0.02 a 6 K dependiendo de la apertura del cuerpo de aceleración.

2.1.4.2. Sensor de masa de aire

Este sensor conocido por sus siglas en ingles MAF (Mass Air Flow), es de tipo térmico es decir, varía su resistencia de tipo hilo calentado que, dependiendo de la temperatura que ingresa genera una señal; normalmente se encuentra localizada en el conducto de entrada de aire al motor. Una vez que censa la variación de temperatura, el sensor procede a calcular la masa de aire que entra al motor y envía el impulso en forma de señal a la ECM para que modifique el tiempo de inyección.

Figura 5. Sensor de la masa de aire

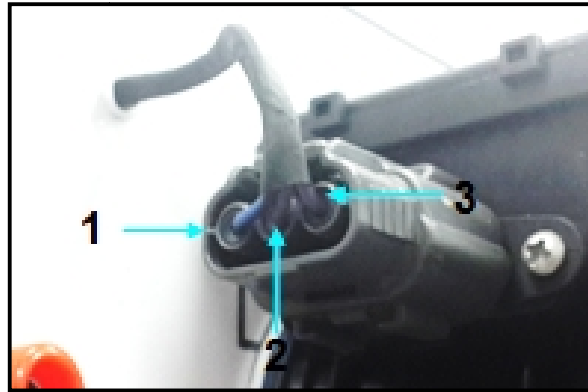


Autor: Gianfranco Ciani

El sensor de masa de aire se encuentra ubicado junto al depurador de aire, este sensor consta de tres pines principales para su funcionamiento:

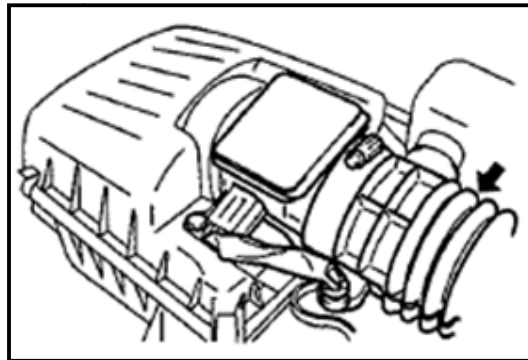
1. Terminal de alimentación.
2. Terminal a tierra.
3. Terminal de voltaje de salida.

Figura 6. Pines de conexión sensor de la masa de aire



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 7. Ubicación del Sensor de la masa de aire



Editado por: Gianfranco Ciani

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

La unidad de medida del sensor es en gramos/segundos.

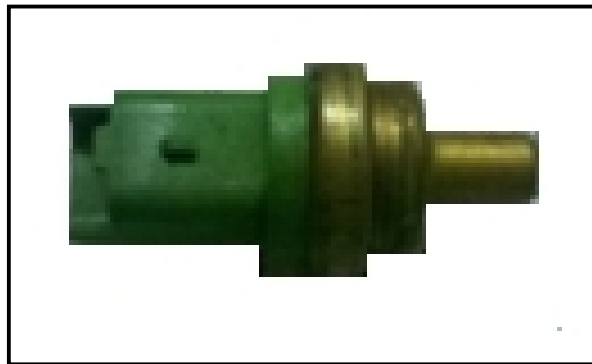
2.1.4.3. Sensor de temperatura de refrigerante del motor

Este sensor conocido por sus siglas en inglés ECT (Engine Coolant Temperature), es de tipo termistor es decir, varía su resistencia cuando se modifica la temperatura de operación; normalmente se encuentra ubicado en el colector de admisión.²

² Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Pág. 26

Se encarga de censar la temperatura del sistema de enfriamiento. Dependiendo de la temperatura del refrigerante del motor envía una señal a la computadora para que esta active y desactive el ventilador del radiador. También modifica el avance del encendido del motor, para que la mezcla aire-combustible sea más eficiente.

Figura 8. Sensor de temperatura

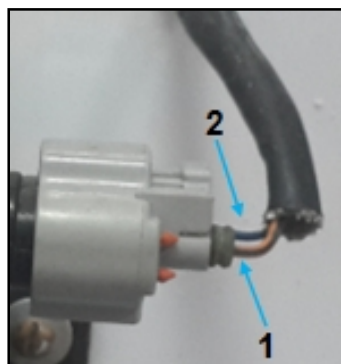


Autor: Gianfranco Ciani

El sensor de temperatura de motor se encuentra ubicado en el conducto posterior de ingreso de agua al motor y consta con dos pines principales para su funcionamiento:

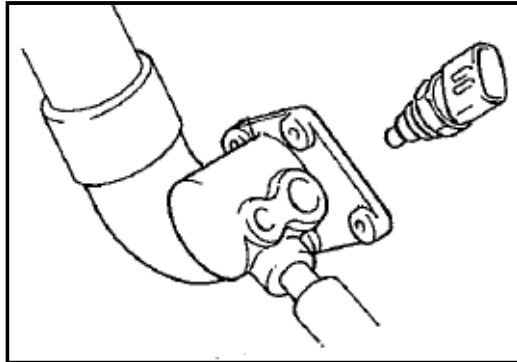
1. Terminal de voltaje de salida.
2. Terminal a tierra.

Figura 9. Pin de conexión sensor de temperatura



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 10. Ubicación del sensor de temperatura

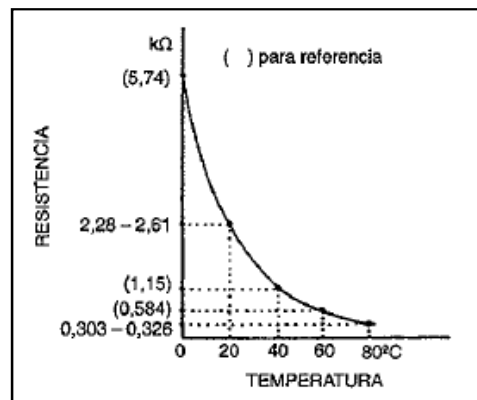


Editado por: Gianfranco Ciani

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

La Resistencia de este sensor varía su resistencia según la temperatura de trabajo del motor.

Figura 11. Curva del sensor de temperatura



Editado por: Gianfranco Ciani

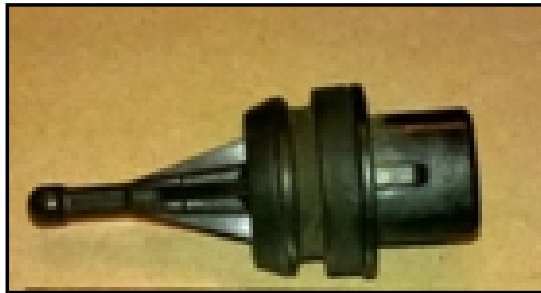
Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

2.1.4.4. Sensor de temperatura del aire de entrada

Es un sensor conocido por sus siglas en ingles IAT (Intake Air Temperature), de tipo termistor, es decir varía su resistencia cuando se modifica la temperatura de operación, normalmente se localiza en el conducto de aire de entrada o en el depurador del motor.³

Se encarga de monitorear la temperatura del aire de entrada al motor para luego enviar una señal al módulo de control electrónico y se realice el ajuste de combustible.

Figura 12. Sensor de temperatura de aire



Autor: Gianfranco Ciani

Este sensor consta de dos pines principales para su funcionamiento:

1. Terminal de voltaje de salida.
2. Terminal a tierra.

Figura 13. Pin conexión sensor de temperatura de aire

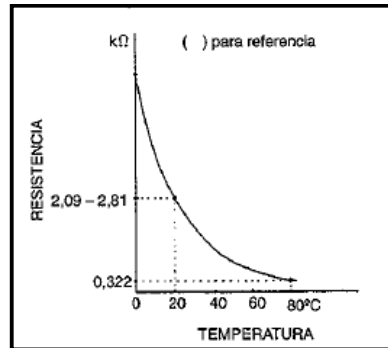


Autor: Gianfranco Ciani

³ Manual Práctico de inyección electrónica. Pág. 77

La resistencia de este sensor varía por la temperatura del aire ingresado al depurador donde se encuentra ubicado

Figura 14. Curva del Sensor de temperatura de aire



Editado por: Gianfranco Ciani

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

2.1.4.5. Sensor de oxígeno “O₂”

Es un sensor de tipo iónico, es decir se basa en las propiedades de ionización de un gas, el cual puede conducir electricidad; se encuentra localizado en el primer tramo del escape y se encarga de monitorear la cantidad de oxígeno que sale de la combustión de los gases y, con esta señal enviada al módulo de control electrónico para realizar los ajustes necesarios para lograr la mezcla aire-combustible ideal.

Figura 15. Sensor de oxígeno



Autor: Gianfranco Ciani

Este sensor consta de cuatro pines principales para su funcionamiento:

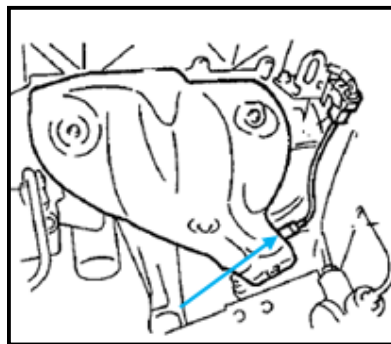
1. Terminal de voltaje de salida sensor.
2. Terminal a tierra sensor.
3. Terminal de alimentación calefactor.
4. Terminal a tierra calefactor.

Figura 16. Pines de conexión sensor de oxígeno



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 17. Ubicación del Sensor de Temperatura



Editado por: Gianfranco Ciani

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

2.1.4.6. Sensor del árbol de levas

Es un sensor conocido por sus siglas en inglés CMP (Camshaft Position Sensor), de tipo inductivo y se localiza generalmente en la parte posterior de la culata en la salida árbol de levas de las válvulas de escape del motor. Este sensor calcula las vueltas de giro del motor, generando una señal al módulo de control electrónico para que realice la activación del punto exacto de inyección, activación de las bobinas de encendido y el avance de encendido.

Figura 18. Sensor del árbol de leva

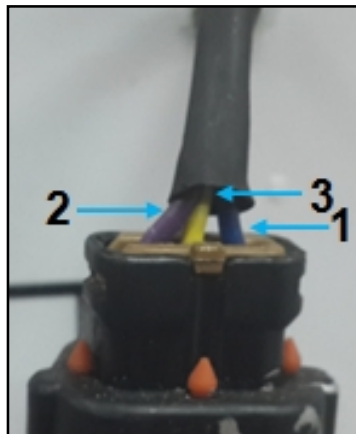


Autor: Gianfranco Ciani

El sensor del árbol de levas se encuentra ubicado en la parte posterior del árbol de leva de escape, este sensor consta de tres pines principales para su funcionamiento:

1. Terminal de alimentación.
2. Terminal a tierra.
3. Terminal de voltaje de salida.

Figura 19. Pin de conexión CMP

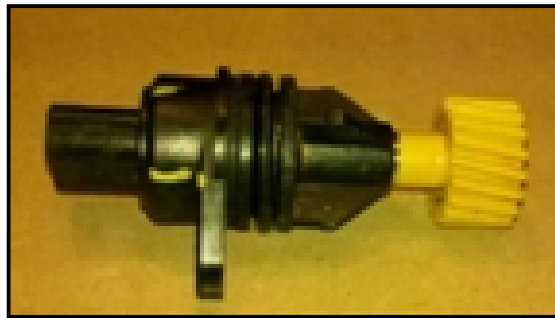


Autor: Gianfranco Ciani

2.1.4.7. Sensor de velocidad del vehículo

Es un sensor conocido por sus siglas en ingles VSS (Sensor Speed Vehicle), de tipo generador o de imán permanente, se localiza en la salida del eje de caja de cambios. Este sensor envía en forma de corriente alterna la señal para el velocímetro y del odómetro.

Figura 20. Sensor de velocidad



Autor: Gianfranco Ciani

Consta con dos pines principales para su funcionamiento:

1. Terminal de voltaje de salida.
2. Terminal a tierra.

Figura 21. Pin de conexión sensor de velocidad



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.5. Módulo de control electrónico

El módulo de control electrónico conocido por sus siglas en inglés ECM (Engine Control Module), recibe información a través de una señal de voltaje de algún dispositivo alimentador que puede ser de los sensores e interruptores, luego la analiza a través de los circuitos electrónicos internos y estos resultados los compara con las instrucciones programadas; posteriormente almacena las señales de entrada, ya sea de manera temporal o momentáneamente, para utilizarlas cuando sean necesarias. Una vez procesada esta información, envía señales de voltaje y salida a varios dispositivos actuadores, ya sea para activar su funcionamiento o para ajustar algún parámetro. ⁴

Figura 22. Módulo de control electrónico



Autor: Gianfranco Ciani

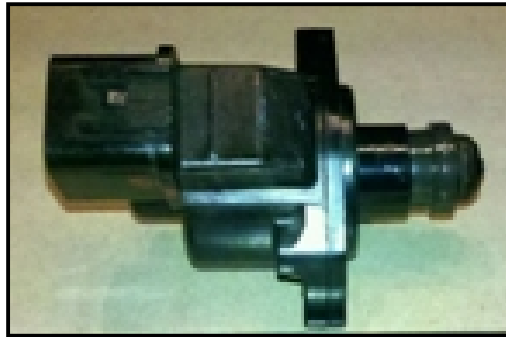
2.1.6 Actuadores

2.1.6.1. Válvula de control del aire de ralentí

El actuador de ralentí conocido por sus siglas en inglés IAC (Intake Air Control), es un motor paso a paso, controlado por el módulo de control electrónico del vehículo, se encarga de regular la cantidad de aire que ingresa al vehículo en bajas RPM como también en altas RPM. Esta válvula se encuentra en el cuerpo de aceleración, donde se encuentran las galerías de entrada de aire para la admisión.

⁴ Manual Práctico de inyección electrónica. Pág. 23

Figura 23. Válvula de control del aire de ralentí



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.2. Válvula de recirculación de gases de escape

Conocido por su siglas en ingles EGR (Exhaust Gases Recirculation) es un sistema de recirculación de los gases de escape cuyo objetivo es el de volver a ingresar gases y partículas (productos de la combustión) al interior del cilindro para que de esta forma vuelvan a ser quemados, disminuyendo las emisiones de gases y partículas contaminantes al medio ambiente.

Figura 24. Válvula de recirculación de gases de escape

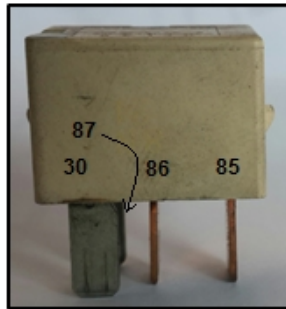


Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.3. Relé

El relé es un componente electromagnético que, según el número de contactos, puede actuar como interruptor o como conmutador. Son utilizados en la caja de fusibles para el circuito principal, bomba de combustible y algunos otros circuitos del vehículo.

Figura 25. Relé



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.4. Bomba de combustible

La bomba de combustible es la encargada de succionar el combustible desde el tanque y enviarlo hacia un riel de inyectores donde será dosificado y pulverizado por cada inyector. Se encuentra ubicada dentro del tanque de combustible, donde el mismo combustible realizada la lubricación de la bomba.

Figura 26. Bomba de combustible



Fuente: <http://agrega.educacion.es/>

Editado por: Gianfranco Ciani

2.1.6.5. Inyectores de combustible

Los inyectores de combustible son los encargados de pulverizar el combustible para que pueda realizar la combustión. Normalmente se encuentran ubicados en el múltiple de admisión, entre el riel de inyectores y los orificios del múltiple.

Figura 27. Inyector



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.6. Riel de inyectores

El riel de inyectores es el encargado de alojar al regulador de presión de combustible y es el encargado de transportar el combustible hacia los inyectores. Normalmente tiene dos cañerías, una de alimentación y otra de retorno.

Figura 28. Riel de inyectores



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.7. Tanque de combustible

El tanque de combustible es un reservorio donde se almacena el combustible para luego ser utilizado.

Figura 29. Tanque de combustible



Fuente: <http://www.suzukiclub4x4.com.ar/>

Editado por: Gianfranco Ciani

2.1.6.8. Bobina de encendido

Las bobinas de encendido son acumuladores de energía. Se alimenta de la red de corriente continua del vehículo suministrando los impulsos de encendido a la bujía con alta tensión. La energía acumulada en el campo magnético viene determinada por la etapa final de encendido, con corriente de desconexión prefijada, así como también en el bobinado primario con sus valores de resistencia y de inducción. Mediante el dimensionado del bobinado secundario, puede determinarse, según sea la necesidad, la alta tensión, la corriente de chispa y la duración de la chispa.⁵

⁵ "Manual de la técnica del automóvil" Pág.439

Figura 30. Bobina de encendido



Autor: Gianfranco Ciani

2.1.6.7. Filtro de combustible

El filtro de combustible es el encargado de retener las impurezas que se encuentran presentes en el combustible pudiendo obstruir o dañar algún componente del sistema de inyección. La ubicación del mismo puede variar por el modelo del vehículo.

Figura 31. Filtro de combustible



Autor: Gianfranco Ciani

2.2. COMPONENTES GENERALES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J20A

Tabla 2. Componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A

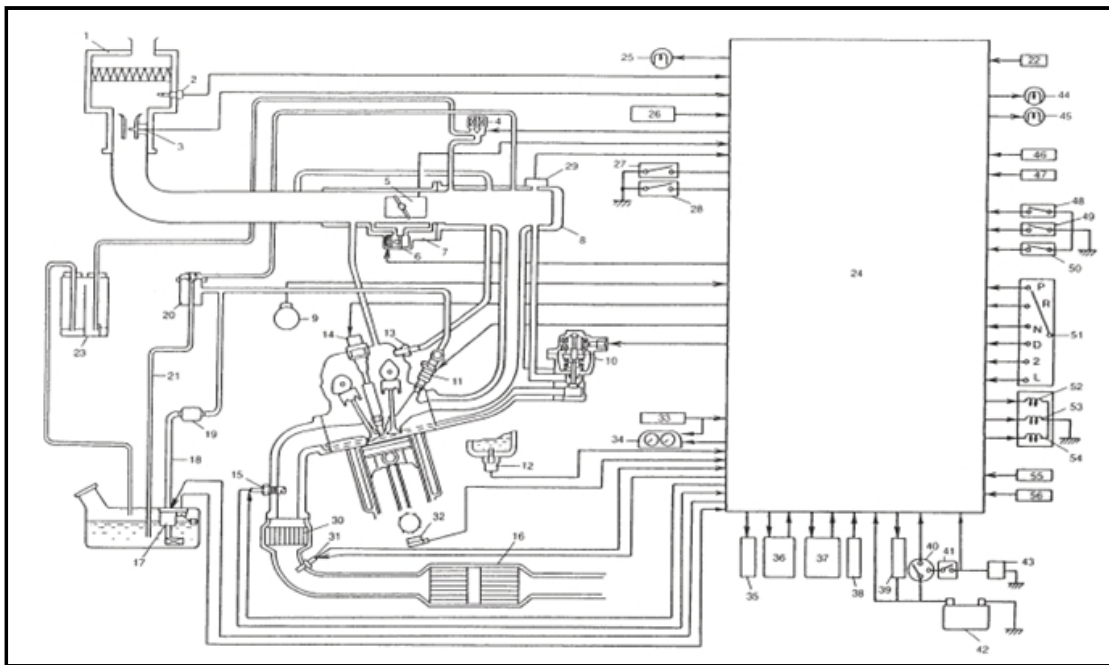
1	Depurador de aire	23	Recipiente EVAP
2	Sensor de temperatura de aire de admisión	24	ECM/ PCM (Módulo de control del motor/ Módulo de control de tren de potencia)
3	Sensor de flujo de aire masivo	25	Luz indicadora de malfuncionamiento (luz CHECK ENGINE)
4	Válvula de purga del recipiente EVAP	26	Cargas eléctricas
5	Sensor de posición de la mariposa de gases	27	Desempañador trasero (si está instalado)
6	Válvula de control de aire de ralentí	28	Luces (M/T)
7	Cuerpo de la mariposa de gases	29	Interruptor de presión de la dirección asistida (si está instalado)
8	Colector de admisión	30	Interruptor del ventilador del calentador
9	Sensor de posición del árbol de levas	31	Resistencia de ajuste de CO (si está instalado)
10	Válvula EGR (si está instalado)	32	Terminal del interruptor de diagnóstico
11	Inyector de combustible	33	Terminal del interruptor de diagnóstico
12	Sensor de temperatura de refrigerante del motor	34	Terminal de salida de ciclo de trabajo
13	Válvula PCV	35	Sensor de velocidad del vehículo
14	Conjunto de la bobina de encendido	36	Medidor combinado
15	Sensor de oxígeno calentado (si está instalado)	37	Relé del ventilador del condensador de A/C (si está instalado)
16	Convertidor catalítico de tres vías (si está instalado)	38	Amplificador A/C (si está instalado)
17	Bomba de combustible	39	Conector de enlace de datos/ módulo de control (si está instalado)
18	Tubería de alimentación de combustible	40	Módulo de control de ABS (si está instalado)
19	Filtro de combustible	41	Relé principal
20	Regulador de presión de combustible	42	Interruptor principal
21	Tubería de retorno de combustible	43	Batería
22	Válvula de control de presión del tanque	44	Interruptor magnético del motor de arranque

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

En la siguiente figura se encuentran la ubicación de los componentes que conforman el sistema de inyección de este vehículo el mismo que se utilizara como plantilla del banco de entrenamiento. Ver en tabla 2. Los nombres correspondientes.

Figura 32. Ubicación esquemática de los componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A.



Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

La siguiente tabla se encuentra clasificada en diferentes grupos los diferentes componentes que integran este sistema de inyección electrónica:

- Sensores de Información.
- Dispositivos Controlados.
- Otros.

Tabla 3. Componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A según su clasificación

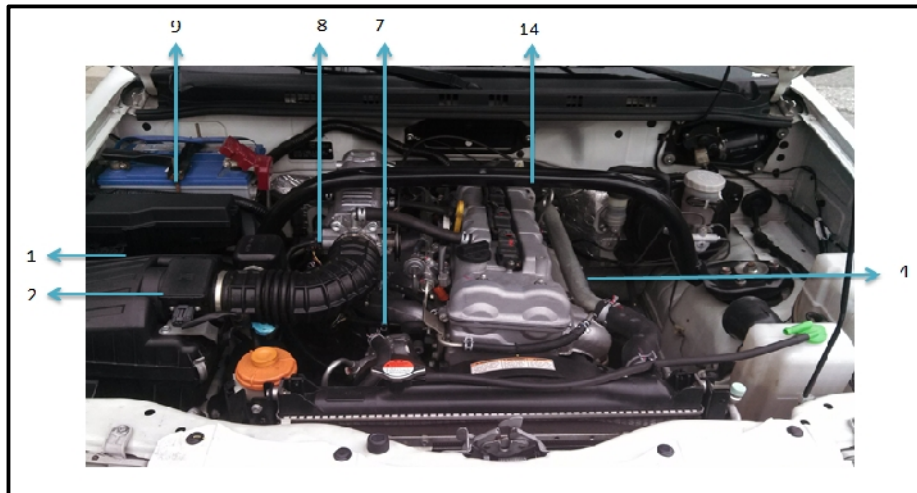
Sensores de información		Dispositivos controlados	
1	Sensor IAT	a	Válvula de control del aire de ralentí
2	Sensor MAF	b	Relé del motor ventilador condensador del A/C (si está instalada)
3	Interruptor de presión de la servodirección (si está instalada)	c	Válvula de drenaje del recipiente de EVAP
4	Sonda-1 de oxígeno calentado	d	Conjunto de bobinas de encendido
5	Sonda-2 de oxígeno calentado (si está instalada)	e	Relé principal
6	Módulo de control ABS (si está instalada)	f	Relé de la bomba de combustible
7	Sensor de ECT	g	Luz indicadora de avería
8	Sensor de TP	h	Inyectores
9	Batería	i	Válvula de EGR (si está instalada)
10	Resistencia de ajuste del CO (si está instalada)	j	Relé del compresor de A/C
11	Sensor de nivel de combustible	Otros	
12	Módulo de control (amplificador) del A/C	A	ECM
13	Sensor de posición de árbol de levas (si está instalada)	B	Recipiente de EVAP
14	Sensor de presión absoluta del colector (si está instalada)	C	Conector de enlace de datos
15	Sensor de detonación	D	Juego de instrumentos
16	Sensor de VSS		
17	Interruptor de posición de la transmisión (solo A/T)		
18	Conector de diagnóstico (si está instalada)		

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

Editado por: Gianfranco Ciani

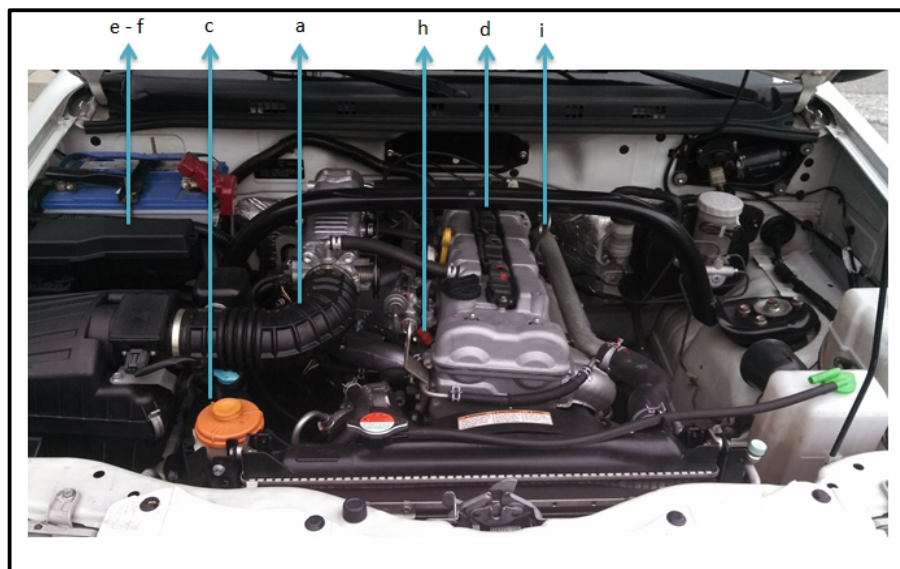
En las figuras 33 y 34 se encuentran ubicados ciertos componentes visibles en el compartimiento del motor los mismos que se encuentran numerados para su mejor observación.

Figura 33. Ubicación en el vehículo de los sensores de información del sistema de inyección de combustible del motor J20A



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 34. Ubicación en el vehículo de los dispositivos controlados del sistema de inyección de combustible del motor J20A



Autor: Gianfranco Ciani

Los dispositivos controlados que no se ubican en la imagen se encuentran ubicados en:

- Dentro del vehículo en el tablero de instrumentos (luz indicadora de avería).

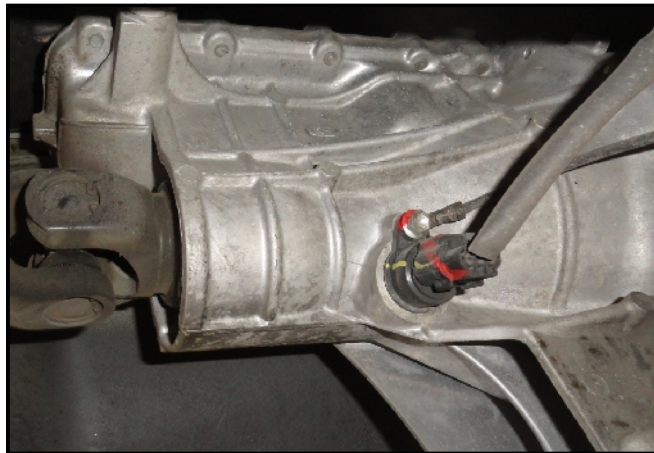
Figura 35. Ubicación de la luz indicadora de avería en el tablero



Autor: Gianfranco Ciani

- Parte inferior del vehículo dentro del tanque de combustible (sensor de nivel de combustible).
- Parte inferior del vehículo en la salida del cono de la caja de cambio (sensor de velocidad) o VSS.

Figura 36. Ubicación del señor VSS

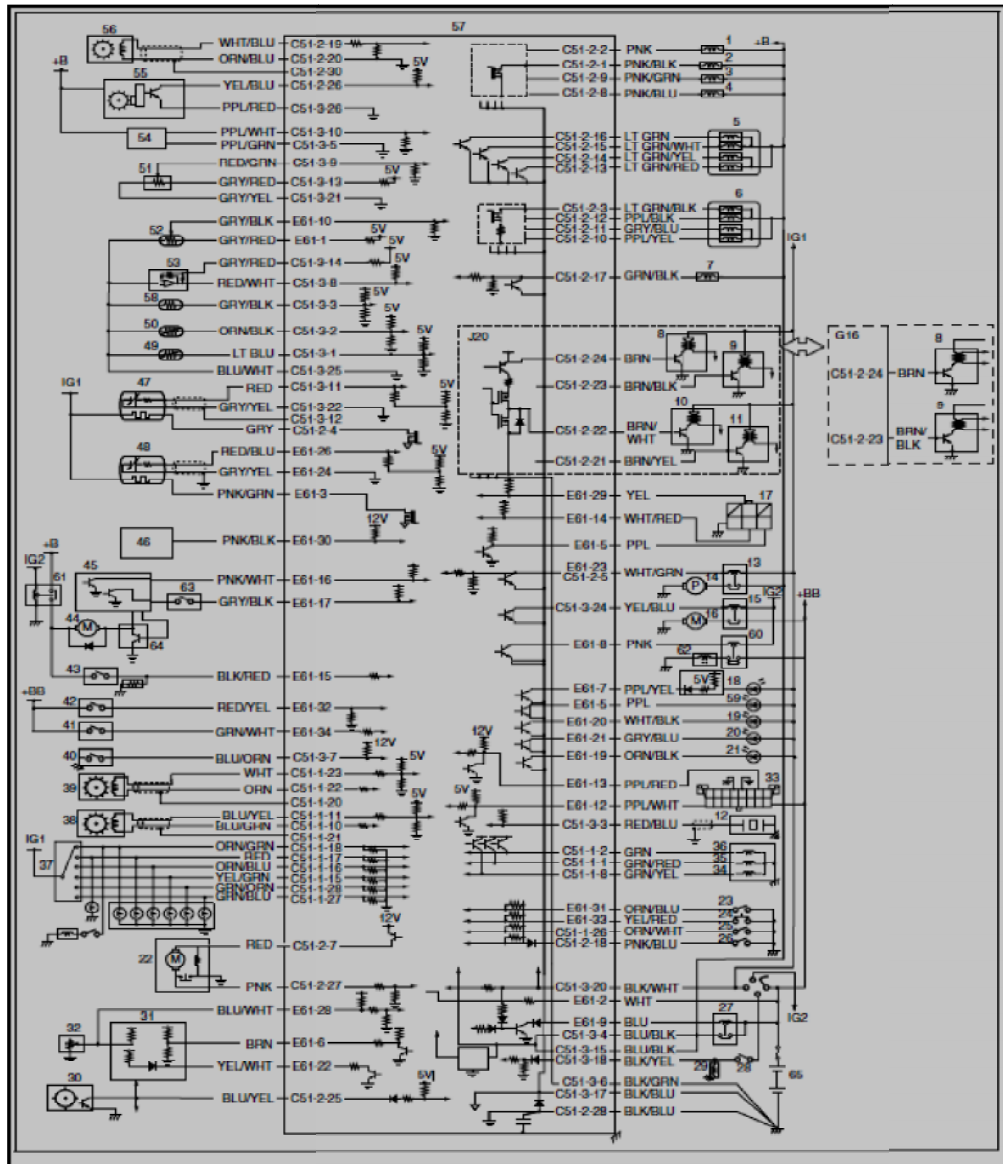


Autor: Gianfranco Ciani

2.3. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J20A

En la figura 37 se detalla la conexión por pines de cada componente hacia el módulo de control electrónico, así mismo se puede observar la circuitería interna del módulo.

Figura 37. Diagrama eléctrico del sistema de inyección de combustible del motor J20A



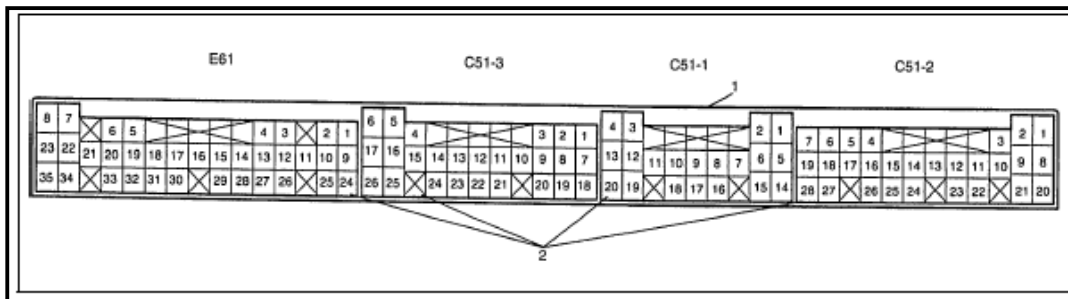
Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO

En la figura 38, se encuentran los cuatro conectores principales del cableado principal del motor que se conectan con la ECM, las mismas que se encuentran divididas por numeración del conector y pin correspondiente para cada componente.

Figura 38. Pines Diagrama eléctrico



Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

Tabla 4. Diagrama eléctrico del sistema de inyección de combustible del motor “J20A”

1	Inyector N° 1 de combustible	34	Válvula solenoide de TCC (A/T)
2	Inyector N° 2 de combustible	35	Válvula solenoide-B de cambio (A/T)
3	Inyector N° 3 de combustible	36	Válvula solenoide-A de cambio (A/T)
4	Inyector N° 4 de combustible	37	Interruptor (sensor) de posición de la transmisión (A/T)
5	Válvula de EGR (si está instalada)	38	Sensor de velocidad de entrada de A/T (A/T)
6	Válvula de control del aire de ralentí (IAC)	39	Sensor de velocidad (salida) del vehículo con A/T (A/T)
7	Válvula de drenaje del recipiente de EVAP	40	Interruptor de presión de la servodirección
8	Conjuntos de bobina de encendido para las bujías N° 1 y N° 4 (motor G16) Conjunto de bobina de encendido para la bujía N° 1 (motor J20)	41	Interruptor de luces de parada (interruptor del pedal de freno)
9	Conjuntos de bobina de encendido para las bujías N° 2 y N° 3 (motor G16) Conjunto de bobina de encendido para la bujía N° 2 (motor J20)	42	Interruptor de alumbrado

10	Bobina de encendido para la bujía N° 3 (motor J20)	43	Interruptor del desempañador trasero (si está instalado)
11	Bobina de encendido para la bujía N° 4 (motor J20)	44	Motor del soplador del calefactor (si está instalado)
12	Sensor de detonación (motor J20)	45	Módulo de control de HVAC
13	Relé de la bomba de combustible	46	Módulo de control del ABS (si está instalado)
14	Bomba de combustible	47	Sonda-1 de oxígeno calentado (si está instalado)
15	Relé del ventilador del condensador del A/C (si está instalado)	48	Sensor-2 de oxígeno calentado (si está instalado)
16	Motor del ventilador del condensador del A/C (si está instalado)	49	Sensor de temperatura del aire de admisión
17	Conector de supervisión (si está instalado)	50	Sensor de temperatura del refrigerante del motor
18	Luz indicadora de avería	51	Sensor de posición de la mariposa de gases
19	Luz de "O/D OFF (corte de O/D)" (A/T)	52	Resistencia de ajuste del CO (si está instalada)
20	Luz indicadora "POWER (Potencia)" (A/T)	53	Sensor de presión absoluta del colector (si está instalado)
21	Luz de "4WD"	54	Sensor de caudal de la masa de aire
22	Conjunto de la bomba de aire 4WD	55	Sensor de posición del árbol de levas
23	Interruptor de cambio potencia/normal (A/T)	56	Sensor de posición del cigüeñal (si está instalado)
24	Interruptor de corte de la O/D (A/T)	57	Módulo de control del motor (módulo de control del tren de Potencia)
25	Interruptor de baja 4WD	58	Resistencia de ajuste del calado del encendido (si está instalada)
26	Interruptor de 4WD	59	Luz indicadora del inmovilizador
27	Relé principal	60	Relé del compresor del A/C (si está instalado)
28	Interruptor de posición de la transmisión (interruptor de posición estacionamiento/Punto muerto)	61	Relé del motor del soplador del calefactor
29	Interruptor magnético del motor de arranque	62	Compresor del A/C (si está instalado)
30	Sensor de velocidad del vehículo	63	Interruptor de presión del refrigerante del A/C (si está instalado)
31	Juego de instrumentos	64	Controlador del motor del soplador
32	Sensor de nivel del combustible	65	Batería
33	Conector de enlace de datos		

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 1998, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

2.5. CUADRO DE ENTRADA / SALIDA DEL MOTOR Y CONTROL DE EMISIONES

Tabla 5. Descripción de los pines del diagrama eléctrico

Función	Entrada-Salida	Sensor CMP	Sensor MAF	Sensor TP	Sensor ECT	Sensor IAT	HO2S	Resistencia de ajuste CO	VSS	Interruptor del ventilador	Interruptor del desempañador trasero	Interruptor PSP	DLC	Terminal del interruptor de diagnóstico	Interruptor de encendido	Interruptor del motor de arranque	Módulo de control ABS	Amplificador A/C	Interruptor posición de cambio	Interruptor de luces	Interruptor de freno	
Control de relé principal	Relé principal														o							
Control de bomba de combustible	Relé de bomba de combustible	o													o	o						
Control de inyección	Inyectores	o	o	o	o	o	o	o	o							o	o	o	o	o	o	o
Control de aire de ralentí	Válvula IAC	o	o	o	o	o			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
Control de encendido	Bobina de encendido con encendedor	o	o	o	o	o			o	o	o	o	o	o	o	o		o	o			
Control MIL	MIL	o											o	o								
Control de purga de EVAP	EVAP Válvula de purga de recipiente EVAP	o	o	o	o				o													
Control EGR	Válvula EGR	o	o	o	o	o			o				o		o	o						
Control de calentador HO2S	HO2S	o	o		o				o						o	o						
Control A/C	Amplificador A/C	o		o	o				o							o		o				
Control del ventilador del condensador A/C	Relé del ventilador del condensador A/C	o			o				o							o		o				

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

Editado por: Gianfranco Ciani

2.6. MARCO METODOLÓGICO

2.6.1. Método de investigación

Se considera la aplicación del método de investigación cuali-cuantitativa, considerando que de esta manera se podrá expresar de manera porcentual la factibilidad de diseñar e implementar un banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI Suzuki Serie J20A, en base a las preferencias del mercado para de tal manera desarrollar una propuesta que se ajuste a sus necesidades. Además se busca obtener información en base a la opinión de expertos acerca de los procesos de implementación del sistema de inyección.

En lo que corresponde al método de investigación se determina la aplicación de una investigación de campo, debido a que los datos deberán ser obtenidos de manera directa de la muestra que será estudiada. La investigación de campo permitirá al autor analizar y entender el motivo por el cual se considera necesaria el desarrollo de la propuesta en base a la implementación de un banco de entrenamiento.

2.6.2. Tipo de investigación

En lo que se refiere al tipo de estudio que será desarrollado, se considera la aplicación de un tipo de investigación descriptiva, científica y de campo debido a que se pretende conocer aspectos referentes al sistema de inyección MPFI Suzuki serie J20A. Es decir, se podrá obtener información con respecto al mercado potencial, su comportamiento, y el nivel de demanda existente en la actualidad, de modo que se pueda conocer la necesidad existente de la creación de un banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI Suzuki Serie J20A.

2.6.3. Población y muestra

Población

Para el desarrollo de la investigación cuantitativa, se considerará como población a los responsables de los sistemas de inyección MPFI Suzuki Serie J20A que se encuentren ubicados en la Ciudad de Guayaquil, la cual está conformada por 4 talleres autorizados. Además, se considerará realizar la investigación cuantitativa en base a los clientes de estos talleres autorizados.

Dentro de los talleres autorizados están: INDUAUTO, AUTOLASA, EUMALE y VALLEJO ARAUJO.

Muestra

Para el cálculo de la muestra que se considerará para el desarrollo de las entrevistas, se aplicará la fórmula de población finita, para lo cual se trabajará con un nivel de confianza de 95% con un error de 5% máximo permitido, se referirá la investigación con una muestra con la máxima probabilidad de éxito o fracaso de 50%. La siguiente fórmula nos indicará la muestra correspondiente:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{((NE)^2 + (Z^2 * p * q))}$$

Z= Nivel de confianza

N= Población-Censo

p= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

e= Error de estimación

n= tamaño de la muestra

$$n = \frac{(0.95)^2 * (0.5) * (0.5) * 20}{(20 * (0.05)^2) + ((0.95)^2 * (0.5) * (0.5))} = 16$$

Como nos muestra la resolución de la ecuación nos indica que nuestra muestra debe ser dirigida a 16 entrevistados la cual dividiremos la cantidad por los cuatro talleres autorizados.

2.6.4. Recolección de la información

La recolección de la información se realizará aplicando una investigación de campo, es decir, que el autor acudirá a los talleres autorizados a realizar la respectiva investigación a los responsables de estos establecimientos en la Ciudad de Guayaquil, de forma que se pueda obtener la información de manera directa

2.6.5. Técnicas e instrumentos de investigación

Como técnica de investigación se aplicará la entrevista direccionada, la cual será realizada a los responsables de los talleres autorizados ubicados en la Ciudad de Guayaquil, en donde trabajen con sistemas de inyección MPFI Suzuki Serie J20A. Como instrumento de investigación será aplicado el guion de preguntas, las cuales estarán orientadas a conocer las directrices que se deben considerar al momento de la utilización de los sistemas de inyección MPFI Suzuki Serie J20A. Además, se aplicará la encuesta que será realizada a los clientes de estos talleres autorizados, para ello se requiere de la utilización del cuestionario. Ver anexo 2.

2.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En cuanto al procesamiento de los datos se realizó el respectivo análisis de la información obtenida, mientras que el procesamiento de los datos cuantitativos se realizó a través de la utilización de la herramienta de Excel, en donde están tabulados y analizados los datos.

A continuación los resultados de la entrevista:

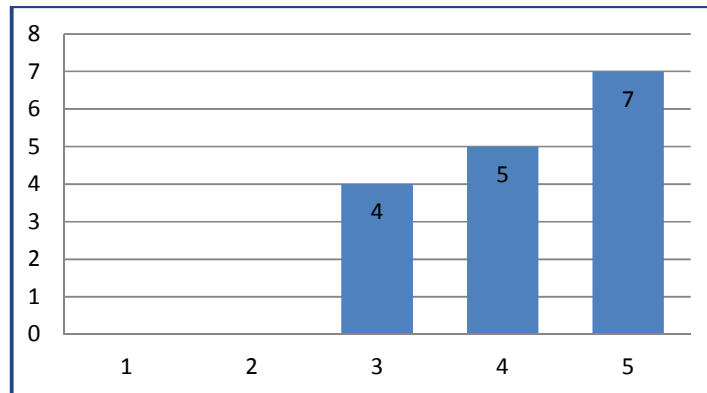
1.- ¿En la escala del 1 al 5 como califica el consumo de combustible del sistema de inyección del Suzuki Grand Vitara?

Tabla 6. Resultado Pregunta 1

1	2	3	4	5
0	0	4	5	7

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 39. Resultado Pregunta 1



Autor: Gianfranco Ciani

Según los resultados obtenidos las personas indican que el Suzuki Gran Vitara tiene un alto consumo de combustible.

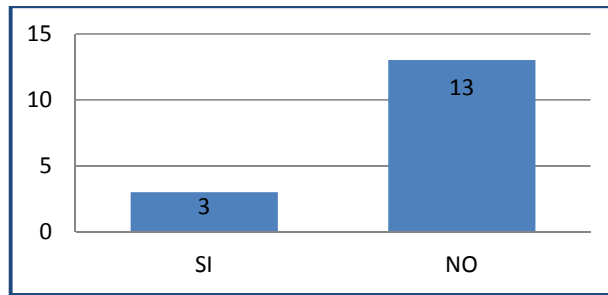
2.- ¿El sistema de inyección MPFI del Suzuki Gran Vitara falla comunmente?

Tabla 7. Resultado Pregunta 2

SI	NO
3	13

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 40. Resultado Pregunta 2



Autor: Gianfranco Ciani

Estos resultados demuestran que este vehículo no muestra frecuentes fallas en su sistema de inyección por lo que las mediciones son confiables.

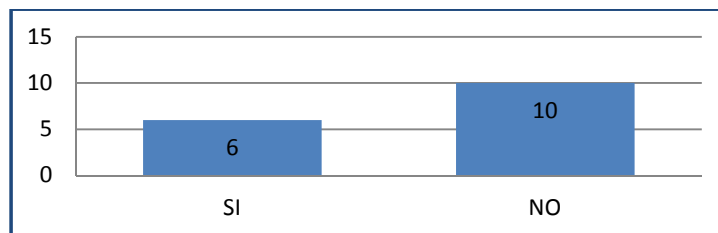
3.- ¿Tienen un sistema confiable de reconocimiento de fallas del sistema de inyección?

Tabla 8. Resultado Pregunta 3

SI	NO
6	10

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 41. Resultado Pregunta 3



Autor: Gianfranco Ciani

La mayoría de talleres consultados no cuentan con una manera confiable o su personal no está lo suficientemente capacitado para determinar las fallas de los sensores del sistema de inyección. Lo que conlleva a un mal diagnóstico y a su vez, un mal servicio.

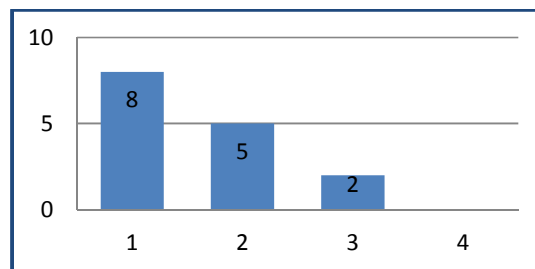
4.- ¿Cuánto tiempo se toma para la determinación de una falla de diagnóstico en promedio?

Tabla 9. Resultado Pregunta 4

1 H	2 H	3 H	4 H
8	5	2	0

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 42. Resultado Pregunta 4



Autor: Gianfranco Ciani

Para el personal técnico depende de la experiencia en este tipo de vehículos. El diagnóstico puede ser rápido para un técnico con experiencia pero para uno nuevo le puede llevar unas horas más.

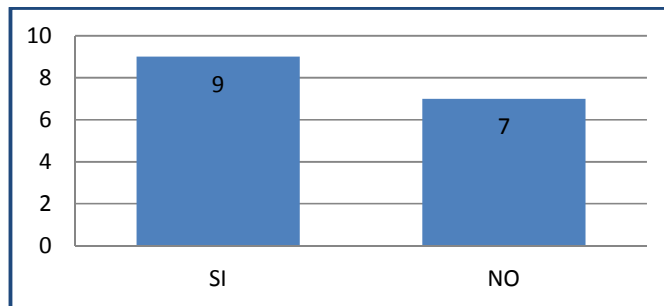
5.- ¿Conoce usted cuáles son las señales de los sensores que influyen en el sistema de inyección?

Tabla 10. Resultado Pregunta 5

SI	NO
9	7

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 43. Resultado Pregunta 5



Autor: Gianfranco Ciani

El 57% de los técnicos encuestados tienen conocimiento sobre estas señales sin embargo es preocupante que el 43% de los técnicos no las conozcan.

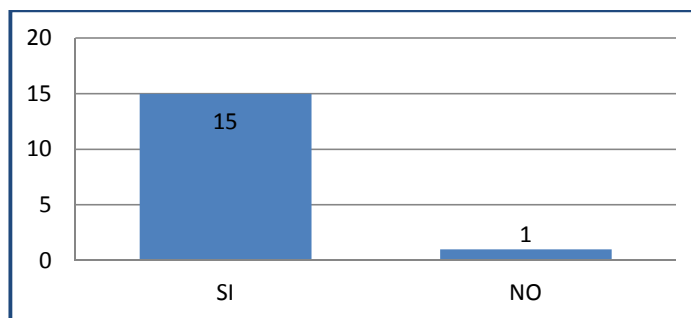
6.- ¿Considera usted que es necesario el desarrollo de un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI para comprobar posibles fallos?

Tabla 11. Resultado Pregunta 6

SI	NO
15	1

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 44. Resultado Pregunta 6



Autor: Gianfranco Ciani

El 94% de los encuestados indicaron que es muy útil realizar este proyecto ya que ayuda a su formación profesional.

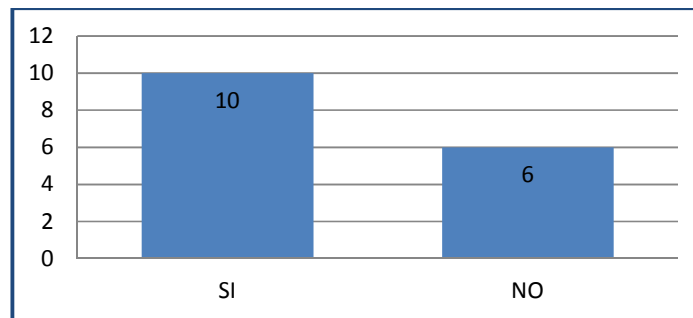
7.-¿Cree que el sistema de inyección MPFI del Suzuki Grand Vitara es eficiente?

Tabla 12. Resultado Pregunta 7

SI	NO
10	6

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 45. Resultado Pregunta 7



Autor: Gianfranco Ciani

El 62% indican que este sistema de inyección es eficiente debido a las pocas fallas que este presenta.

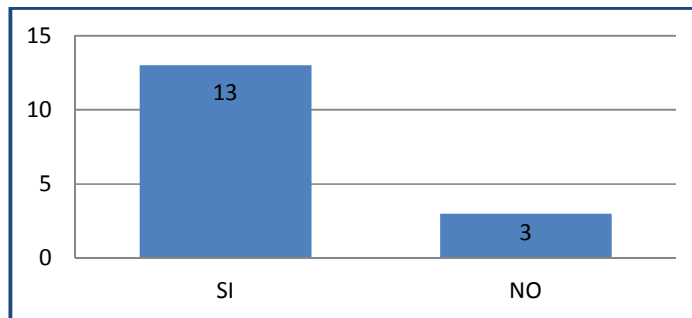
8.- ¿Cree usted que con un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI acortará los tiempos de detección de fallo?

Tabla 13. Resultado Pregunta 8

SI	NO
13	3

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 46. Resultado Pregunta 8



Autor: Gianfranco Ciani

El 82% de los encuestados indicaron que al conocer las variación del sistema de inyección aplicando variantes de los sensores a través de este banco de entrenamiento, se puede tomar como referencia para determinar las fallas más frecuentes.

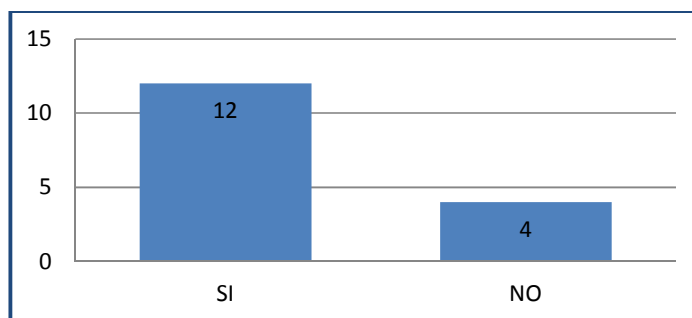
9.- ¿Considera usted que un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI le dará mayor credibilidad a su taller con respecto a la detección de fallas?

Tabla 14. Resultado Pregunta 9

SI	NO
12	4

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 47. Resultado Pregunta 9



Autor: Gianfranco Ciani

El 75% de los talleres encuestados indicaron que al tener un banco de entrenamiento en su taller aseguraría la credibilidad de que su personal técnico se encuentra capacitado para la detección de fallas oportunas en los sistemas de inyección multipunto.

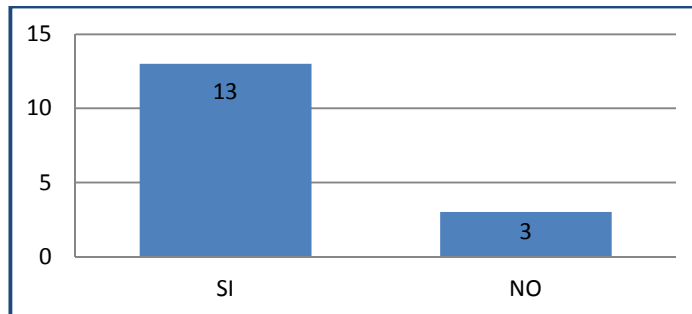
10.- ¿Estaría dispuesto a adquirir este tipo de módulo para mejorar la calidad de su taller?

Tabla 15. Resultado Pregunta 10

SI	NO
13	3

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 48. Resultado Pregunta 10



Autor: Gianfranco Ciani

El 82% de los encuestados indicaron que tienen interés en la compra de este tipo de banco de entrenamiento para poder mejorar la formación técnica de los técnicos mediante prácticas dirigidas por los jefes de taller y a su vez mejorar la calidad en el servicio y mantenimiento oportuno de los sistemas de inyección multipunto.

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO ENTRENAMIENTO

3.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

El diseño de la estructura se basó en el espacio físico necesario para el montaje del conjunto de componentes que conforman el sistema de inyección del Suzuki Serie J20A en donde se deberá tener un lugar de trabajo cómodo y seguro para realizar las pruebas correspondientes.

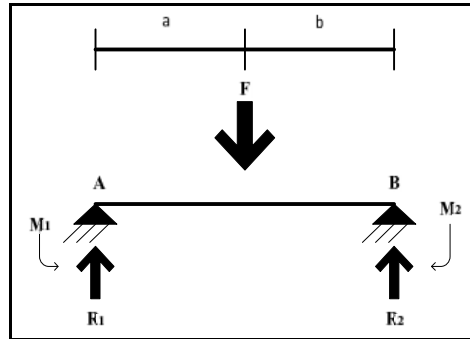
3.2. MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

El material seleccionado para este tipo de estructuras es de tubo cuadrado estructural 40 mm por 1.5 mm de espesor con norma de calidad ASTM A 500GR. A y establecida por la norma de fabricación por el INEN 2 415:2008 para los perfiles de soporte de la estructura, cuyas características físicas son que cada 2,25 cm² soporta un peso aproximado 1.30 kg/m según pruebas realizadas en laboratorios por el fabricante de aceros IPAC.

El material de revestimiento de la estructura es de plancha laminada en caliente con norma de calidad ASTM A 36 y establecida por la norma de fabricación por el INEN 115:2008.

3.2.1. Cálculo de esfuerzos

Figura 49.Diagrama de fuerzas



Autor: Gianfranco Ciani

Los puntos de soporte R_1 y R_2 son los que recibirán la carga de la estructura, sin embargo el cálculo que se realiza es para conocer la flexión que tendrá la estructura en su parte central.

Para ello, primero se debe conocer el peso, en donde intervienen la masa y gravedad.

$$W = mg$$

En donde:

W: Peso

M: Masa (42kg)

G: Gravedad (9.81 m/s^2)

$$W = (42\text{kg}) (9.81\text{m/s}^2)$$

$$W = (42\text{kg}) (9.81\text{m/s}^2)$$

$$W = 412.02 \text{ N}$$

Momento flector

$$M_1 = (F) (a)$$

$$M_1 = (618.03) (1.68)$$

Factor de seguridad: es aquel con el cual se dimensiona un peso adicional que podrá soportar la estructura. Se colocara un factor adicional al peso actualmente incorporado el 150%.

$$f = 1.5$$

$$F = W f$$

$$F = (412.02) (1.5)$$

$$F = 6.1803N$$

$$Y_{max} = \frac{(F)(2a)^3}{48 E I}$$

Y = Deformación

E = Módulo de elasticidad

I = Inercia

$$Y_{max} = \frac{(618.03)((2)(1.68))^3}{(48)(210 \times 10^6)(1.706 \times 10^{-3})}$$

$$Y_{max} = \mathbf{0.00136 \text{ m}}$$

Esfuerzo corte y flexión

$$" F=0"$$

$$M=0$$

$$F-R_1-R_2=0$$

$$M_A=R_2 (a+b)$$

$$F=R_1-R_2$$

$$M_B=R_1 (a+b) \Rightarrow R_1=R_2$$

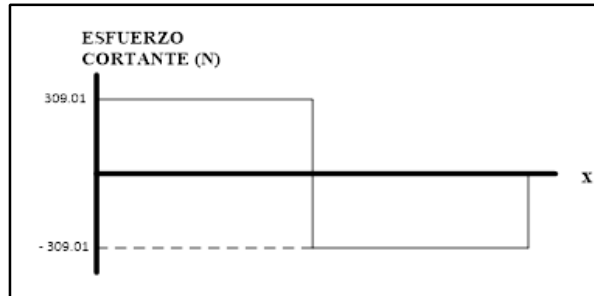
$$F=2R$$

$$618.03=2R$$

$$\mathbf{R=309.01 \text{ N}}$$

DIAGRAMAS

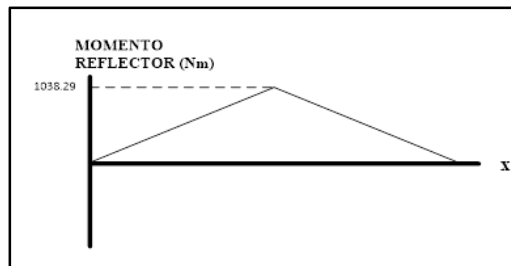
Figura 50. Diagrama de esfuerzo



Autor: Gianfranco Ciani

La gráfica muestra el esfuerzo constante que puede soportar la estructura

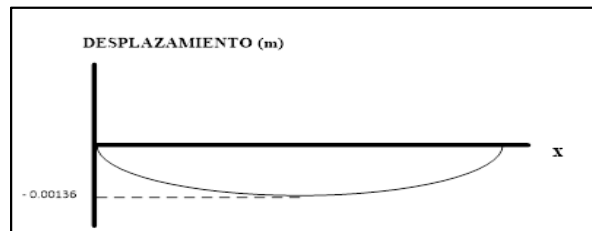
Figura 51. Diagrama de momento



Autor: Gianfranco Ciani

La gráfica muestra el momento reflector máximo que soporta la estructura

Figura 52. Diagrama de desplazamiento



Autor: Gianfranco Ciani

La gráfica muestra el desplazamiento máximo (la deflexión) que tendrá el acrílico por los materiales.

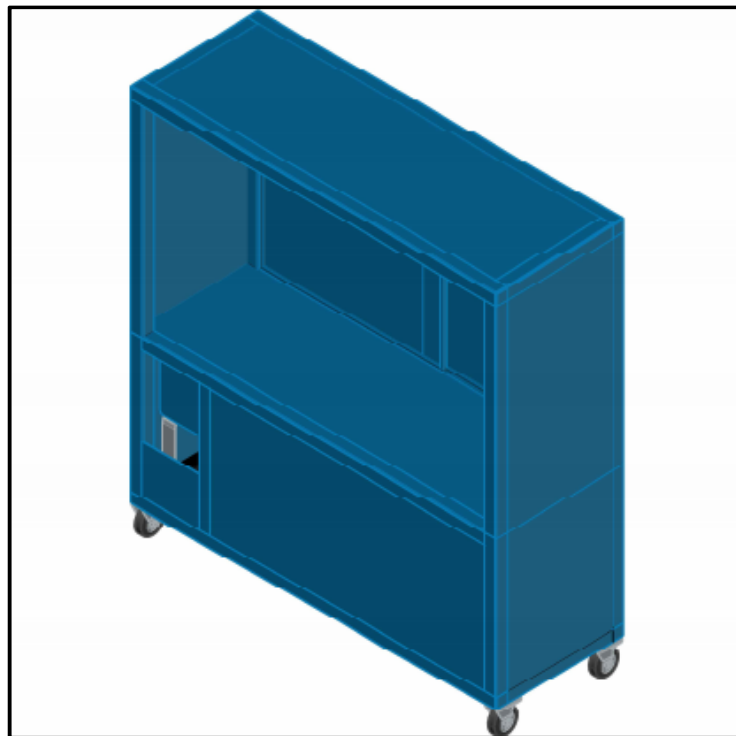
3.3. PLANO DE PERSPECTIVA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

El diseño de la estructura fue realizado en el programa de diseño de dibujos y moldeado AUTOCAD, donde se realizó cada uno de los planos de la estructura en 2D Y 3D para la presentación.

Las medidas del banco de entrenamiento son las siguientes:

- Altura 1860 mm
- Lateral 680 mm
- Frontal 1680 mm

Figura 53. Esquema del banco de entrenamiento



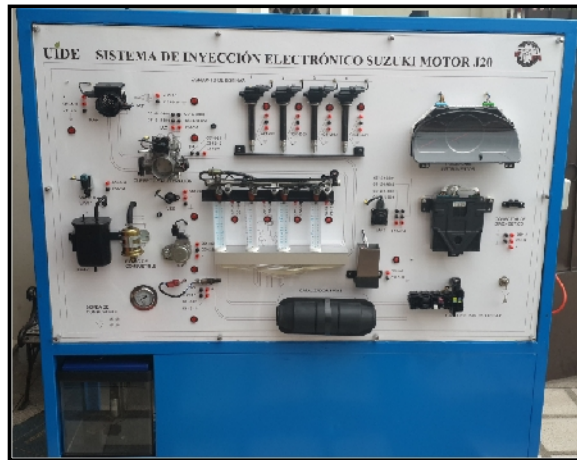
Autor: Gianfranco Ciani

Ver plano de la estructura en anexo.

3.4. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

La construcción del banco de entrenamiento se la realizo por una empresa de fabricación de modulares metálicos, aplicando las técnicas de corte, soldadura, preparación de material y acabado.

Figura 54. Acabado final del banco de entrenamiento



Autor: Gianfranco Ciani

3.5. DISEÑO DEL PANEL DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

Fue necesario redimensionar un área para el panel del banco de entrenamiento tomando como plantilla base la figura 25. Ubicación esquemática de los componentes generales del sistema de inyección de combustible del motor J20A, donde se encuentran ubicados cada uno de los elementos a instalar.

Se dibujó cada componente del sistema en tamaño real o escala 1:1, en donde también se incorporó el nombre de cada uno de los componentes y el número del pin al conector perteneciente del módulo ECM. El esquema del panel fue impreso en material tipo lona para una mayor durabilidad y adherido sobre una lámina plana de material PVC.

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS COMPONENTES A LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

4.1. MATERIALES PARA EL MONTAJE DE ELEMENTOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

Tabla 16. Listado de materiales

Listado de materiales mecánicos		
Detalle	Cantidad	Costo aprox.
Tornillos varios tamaños	33	4,00
Pernos Varios tamaños	17	8,00
Botones sujeción panel	10	7,50
Alzas de caucho	60	27,00
Perno tipo U	4	12,00
Manijas de puertas corrediza	4	5,00
Garruchas	4	92,00
Silicón	2	5
Tuercas varios tamaños	80	8
Listado de materiales Eléctricos		
Cintas aislante	8	10,40
Cable #14 doble por metro	8	14,80
Cable #14 triple revestido por metro	3	6,75
Breaker 1 polo sobre puesto 40amp	1	14,00
Botonera On / Off sobre puesta	1	10,00
Terminales de ojo	100	10,00
Terminal de enchufe	40	4
Plug de banana	63	20,79
Switch redondo	15	17,25
Switch universal con llave	1	20,00
Motor eléctrico 6000rpm 100W	2	20,00
Fuente de voltaje 12vcd 30Amp	1	75,00
Listado de materiales Hidráulicos		
Manómetro de presión combustible	1	65,00
Abrazaderas	10	11,00
Manguera para combustible por metro	7	42

Probetas plásticas	4	39,8
acoples de manguera de retorno	5	12,50
Listado de componentes del sistema de inyección		
CMP	1	300,00
VSS	1	100,00
IAT	4	175,00
MAF	1	600,00
TP	1	85,00
Cuerpo de aceleración	1	200
Riel de inyectores	1	190
Inyectores	4	260,00
Bobinas	4	380,00
EGR	1	200,00
EVAP	1	120,00
Reservorio EVAP	1	115,00
Bomba de combustible completa	1	400,00
IAC	1	480,00
Sensor de oxígeno	1	45
ECM	1	1500
Conector de diagnóstico	1	25,00
ECT	1	85,00
Cableado de motor	1	110,00
Cableado de Carrocería	1	1500,00
BCM	1	380,00
Panel de Instrumentos	1	350
Filtro de combustible	1	8,00
Construcción del banco		
banco de entrenamiento	1	950,00
Panel del banco de entrenamiento		
Acrílico	2	350,00
Impresión + plancha PVC	2	140,00

Autor: Gianfranco Ciani

El costo aproximado para la implementación de este banco de entrenamiento \$9609.79, donde se encuentran adquiridos todos los componentes originales del sistema de inyección del SUZUKI motor J20A.

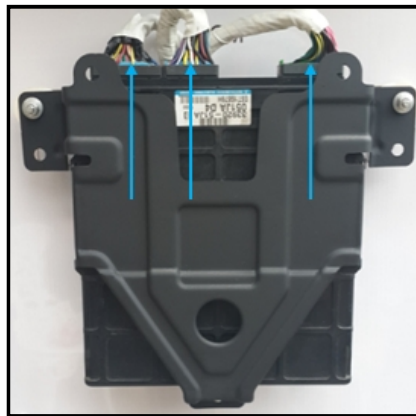
4.2. MONTAJE DEL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO

El ECM se fijó mediante su propio soporte con 3 pernos. Se realizó un orificio en el tablero por donde salen los conectores del cableado principal de motor y cableado de carrocería.

Como se puede observar en la figura 56. Se encuentran conectados tres conectores los cuales son los siguientes:

- CONECTOR E61.
- CONECTOR C51-2.
- CONECTOR C51-3.

Figura 56. Instalación del Módulo de control Electrónico



Autor: Gianfranco Ciani

4.3. MONTAJE DEL TABLERO DE INSTRUMENTOS

Para el Montaje del tablero de instrumentos, este se abrió para sujetar mediante la cara posterior con 3 pernos.

Se realizó 2 orificios en el tablero donde salen los 2 conectores del tablero de instrumentos.

Como se puede observar en la figura. 57. Solo se encuentran conectado dos conectores los cuales son los siguientes:

- CONECTOR G10.
- CONECTOR G11.

Figura 57. Instalación del tablero de instrumento

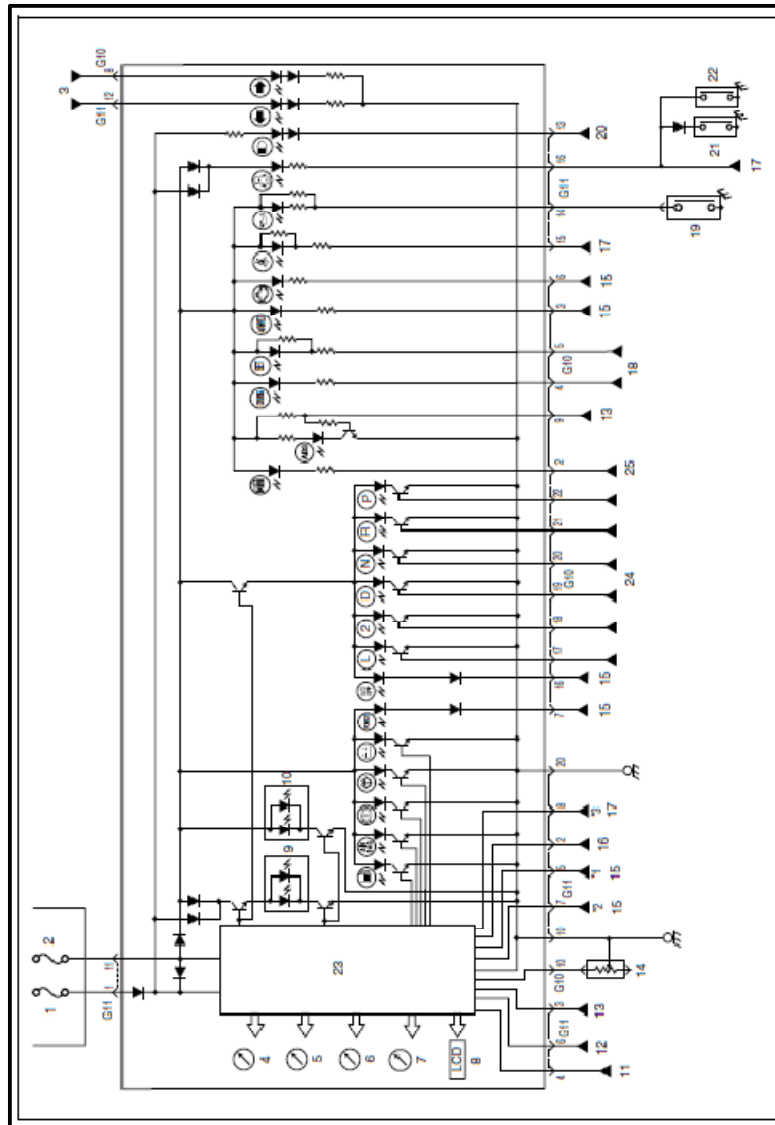


Autor: Gianfranco Ciani

El tablero de instrumentos del motor J20A es el de tipo moderno, el mismo que necesita para su funcionamiento de un módulo de carrocería, el mismo donde se encuentra conectado por la parte posterior.

De igual manera las señales que envía la ECM para el tablero de instrumentos es únicamente la señal de RPM, Velocidad del vehículo, Temperatura de motor, la luz testigo del CHECK ENGINE.

Figura 58. Circuito del tablero de instrumentos



Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan.

Editado por: Gianfranco Ciani

Tabla 17. Descripción de los pines del tablero

1. Fusible Radio Dome	2.Fusible Meter	3.Relé de señales de giro
4. Cuenta revoluciones	5. Velocímetro	6. Indicador de combustible
7. Indicador de ECT	8. ODO-TRIP	9. Luz Marcha atrás
10. Indicador del medidor	11. Controlador de iluminación	12. Sensor VSS
13. Módulo de control ABS	14. Medidor de combustible	15. ECM
16. Módulo de SDM	17. BCM	18. Módulo de control de cruceo
19. Interruptor de presión de aceite	20.Interruptor de luces	21. Interruptor de luces
22. Interruptor de puerta del lado de conductor	23. Excepto el interruptor de puerta del conductor	24. CPU
25. Interruptor de posición de la transmisión		

Fuente: Suzuki Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 1998, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

Editado por: Gianfranco Ciani

4.4 INSTALACIÓN DEL CUERPO DE ACELERACIÓN

El cuerpo de aceleración cuenta con el sensor de posición de la mariposa (TP) y el actuador de válvula de ingreso de aire adicional (IAC). Este cuerpo fue sujeto con 4 pernos ubicados en la respectiva área de fijación; se utilizaron 4 alzas de caucho para permitir la apertura de la mariposa.

Se incorporó plugs tipo banana hembra para cada pin con su respectivo código de ubicación del conector de la ECM para realizar mediciones correspondientes, así como también 1 swicht tipo ON/OFF para simular la falla del sensor TP.

Figura 59. Montaje del cuerpo de aceleración



Autor: Gianfranco Ciani

Sensor de posición de la mariposa

Este sensor posee tres pines de conexión:

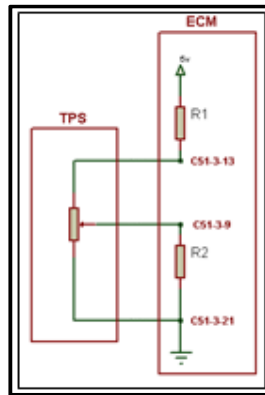
- PIN C51-3-13 alimentación de 5v.
- PIN C51-3-9 señal.
- PIN C51-3-21 masa.

Para la simulación de este sensor se instaló un potenciómetro en el extremo opuesto del sensor donde se encuentra ubicado el muelle del obturador del cuerpo de mariposa, el mismo potenciómetro se encuentra pegado con pega tanque y regulado para que este se encuentre al momento de encender en régimen de relanti.

Se utilizó un capuchón plástico para proteger al potenciómetro como también evitar que al contacto con la mano exista algún tipo de incidente.

También el potenciómetro puede ser regulado para utilizarlo como variador de la señal enviada a la ECM, para provocar un tipo de falla.

Figura 60. Circuito de conexión del sensor de posición de mariposa



Autor: Gianfranco Ciani

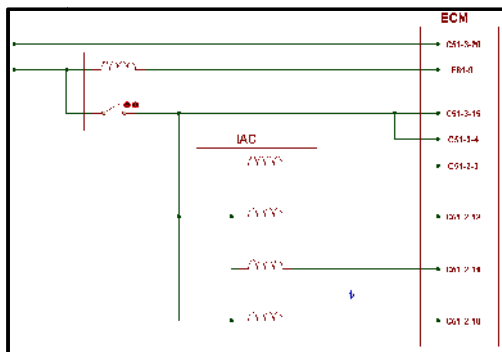
Actuador de válvula de ingreso de aire adicional

Este actuador posee seis pines de conexión:

- PIN C51-2-4 puente para alimentación de 12v.
- PIN C51-2-3 salida de bobina 1 motor paso a paso.
- PIN C51-2-12 salida de bobina 2 motor paso a paso.
- PIN C51-2-10 salida de bobina 3 motor paso a paso.
- PIN C51-2-11 salida de bobina 4 motor paso a paso.

Para la activación del motor paso a paso se necesita la señal de la ECM para su funcionamiento; este se mide en % de apertura.

Figura 61. Circuito de conexión del control de aire de ralentí



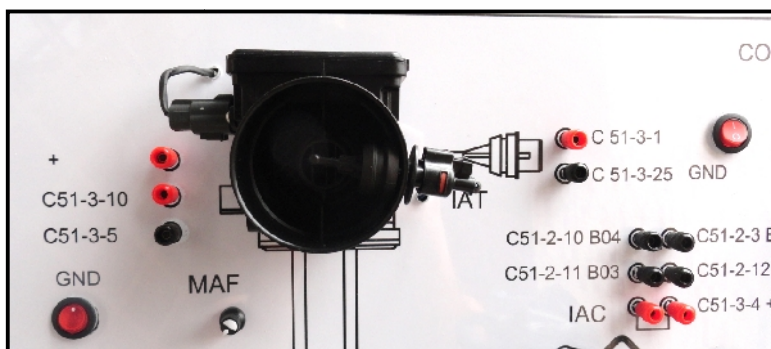
Autor: Gianfranco Ciani

4.5. INSTALACIÓN DEL SENSOR MAF - IAT

Se procedió a realizar un orificio del diámetro del sensor MAF para poder insertar parte del componente, el mismo que se encuentra fijado con pegamento “PEGA TANQUE” por la parte posterior.

Se realizó un pequeño orificio al sensor MAF para poder insertar la punta del sensor IAT, el mismo que se encuentra sujeto por su capuchón de caucho.

Figura 62. Instalación de los sensores MAF y IAT



Autor: Gianfranco Ciani

Sensor de flujo de aire (MAF)

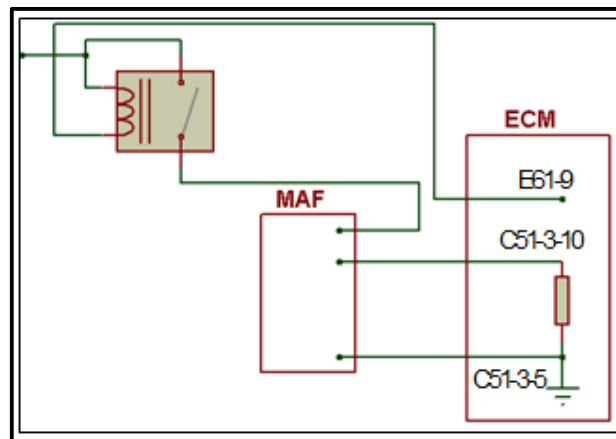
Este sensor posee tres pines de conexión:

- PIN E61-9 Alimentación de 12v.
- PIN C51-3-5 Masa.

- PIN C51-3-10 Señal.

Para el funcionamiento del sensor MAF se instaló en la parte posterior una secadora la cual provee el flujo de aire necesario para poder sensor la señal correspondiente; adicional se incorporó un circuito electrónico para variar la velocidad de la secadora.

Figura 63. Circuito de conexión del sensor MAF



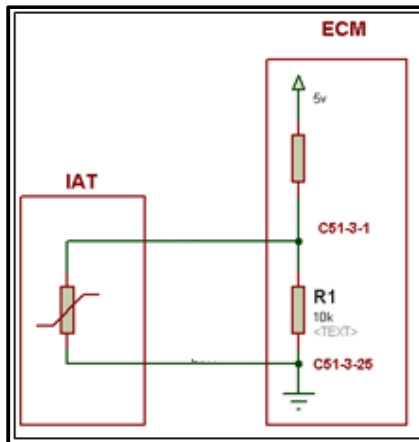
Autor: Gianfranco Ciani

Sensor de temperatura de admisión

Este sensor posee dos pines de conexión:

- PIN C51-3-1 Señal.
- PIN C51-3-25 Masa.

Figura 64. Circuito de conexión del sensor IAT



Autor: Gianfranco Ciani

Esta varía su señal por la temperatura del aire ingresado en el ducto.

4.6. INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE BOBINAS

Se encuentran fijadas en el panel mediante pernos tipo U y apretadas por la parte posterior con anillo y tuerca.

Cada bobina tiene colocada una bujía cuya chispa es enviada a masa por medio de una platina ubicada en la parte inferior.

Este actuador posee 3 pines de conexión:

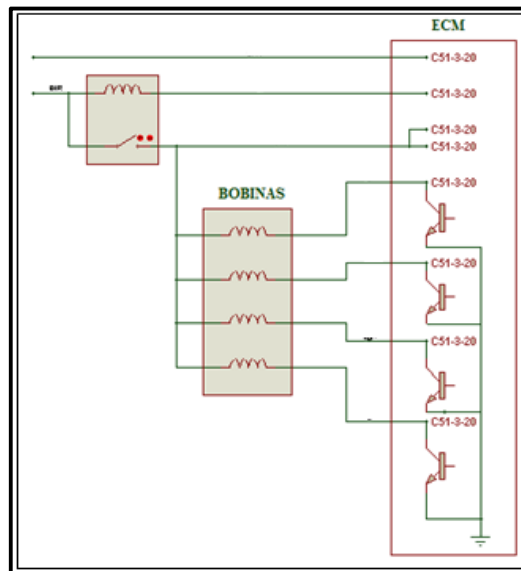
- PIN + Alimentación de 12v (para todas las bobinas).
- PIN Masa (para todas las bobinas).
- PIN C51-2-24 Señal bobina 1.
- PIN C51-2-23 Señal bobina 2.
- PIN C51-2-22 Señal bobina 3.
- C51-2-21 Señal bobina 4.

Figura 65. Montaje del conjunto de bobinas



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 66. Circuito de conexión del conjunto de bobinas



Autor: Gianfranco Ciani

4.7 INSTALACIÓN DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS

Se encuentra fijado por medio de un perno ajustado por la parte posterior en una base metálica, la misma donde se encuentra montado el motor eléctrico el

cual se encargará de dar el giro. Ambos componentes fueron acoplados mediante una pieza torneada.

Para dar una mayor fijación entre el panel y la estructura de metal, se realizaron unos anillos de madera.

Se realizó un circuito electrónico el cual regula la velocidad del motor eléctrico con un potenciómetro ubicado en el cuerpo de aceleración.

Figura 67. Montaje del Sensor CMP

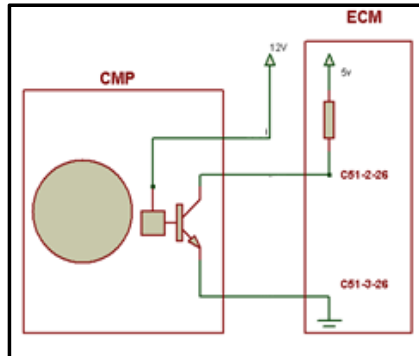


Autor: Gianfranco Ciani

Este sensor posee tres pines de conexión:

- PIN C51-3-26 Señal.
- PIN C51-2-26 Masa.
- PIN + Alimentación de 12v.

Figura 68. Circuito de conexión del sensor CMP



Autor: Gianfranco Ciani

4.8. INSTALACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD

Se procedió a retirar la rueda dentada para acoplar una pieza torneada la cual se acopla con el motor eléctrico el cual se encargará de dar el giro correspondiente.

Para darle una mayor fijación entre el panel y la estructura de metal se realizaron unos anillos de madera.

Se realizó un circuito electrónico el cual regula la velocidad del motor eléctrico con un potenciómetro.

Figura 69. Montaje del Sensor VSS

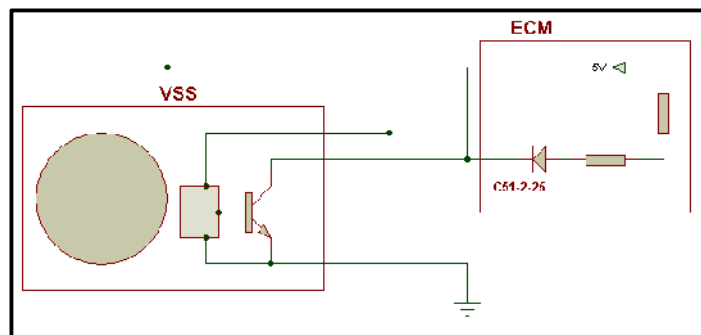


Autor: Gianfranco Ciani

Este sensor posee tres pines de conexión:

- PIN C51-2-25 Señal.
- PIN + Alimentación de 12v.
- PIN Masa.

Figura 70. Circuito de conexión del sensor VSS



Autor: Gianfranco Ciani

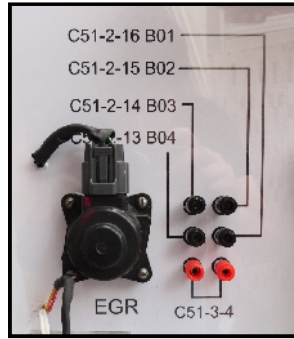
4.9. INSTALACIÓN DEL FLUJO DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE

Para el funcionamiento de este actuador se necesita de una señal de la ECM el cual activa una electroválvula para dar el paso de los gases.

En el banco de entrenamiento esta válvula sonará al momento de realizar una apertura.

Se encuentra fijada con 4 pernos.

Figura 71. Montaje de la EGR

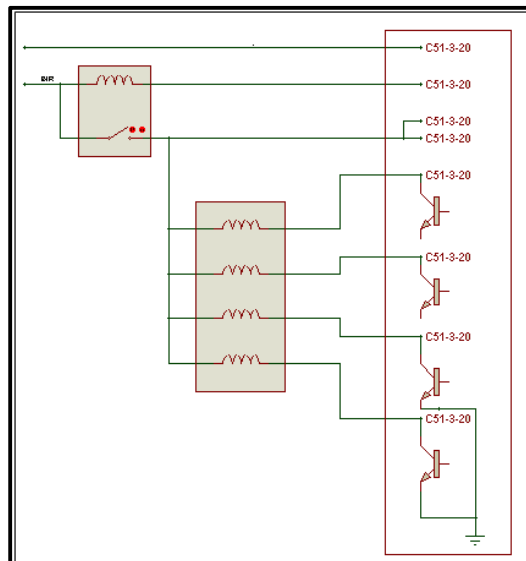


Autor: Gianfranco Ciani

Este actuador posee seis pines de conexión:

- PIN C51-2-14 alimentación de 12v.
- PIN C51-3-16 señal de bobina 1.
- PIN C51-3-15 señal de bobina 2.
- PIN C51-2-14 señal de bobina 3.
- PIN C51-2-13 señal de bobina 4.

Figura 72. Circuito de conexión de la válvula EGR



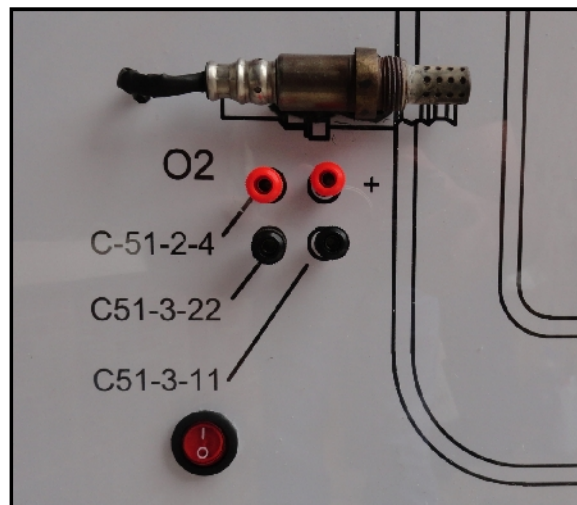
Autor: Gianfranco Ciani

4.10 INSTALACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

Este sensor se encuentra fijado con pegamento "PEGA TANQUE".

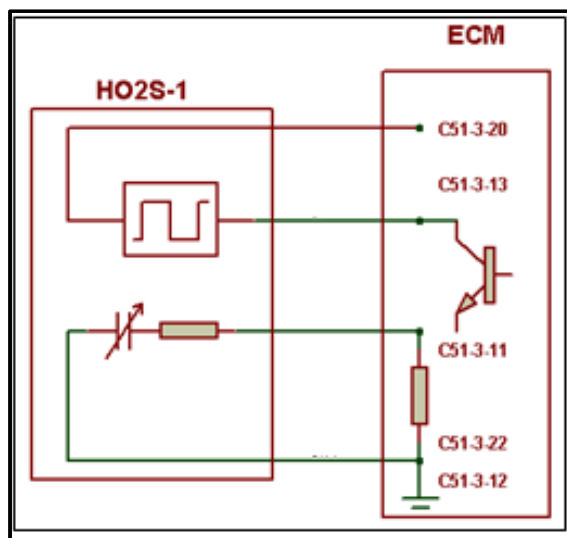
Este sensor no se encuentra conectado al cableado. Se realizó una tarjeta electrónica el cual pueda simular la señal de oxígeno por medio de un integrado 555 en un circuito tipo astable; esta señal varía de 0.00V a 0.850V.

Figura 73. Montaje del sensor de oxígeno



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 74. Circuito de conexión del sensor de oxígeno

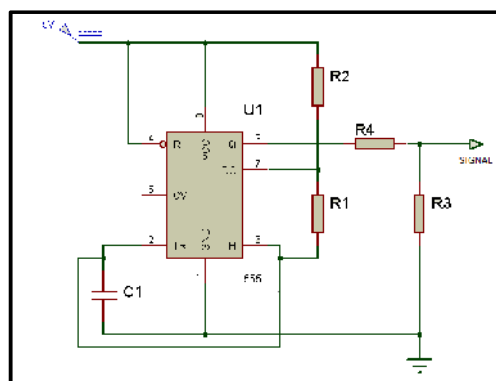


Autor: Gianfranco Ciani

Este sensor posee cuatro pines de conexión:

- PIN C51-3-20.
- PIN C51-3-13.
- PIN C51-3-22.
- PIN C51-3-12.

Figura 75. Circuito de simulación del sensor de oxígeno



Autor: Gianfranco Ciani

Con este circuito se pudo simular una señal a una frecuencia de 1Hz con nivel de 0.87V.

4.11. INSTALACIÓN DEL CONECTOR DE DIAGNÓSTICO

El conector de diagnóstico fue ajustado al panel con dos tornillos para su fijación.

Este conector es de tipo OBD2 con línea K para diagnóstico de otros módulos de control (en este proyecto se adicionó el módulo de carrocería solamente para uso exclusivo del tablero de instrumentos).

Figura 76. Montaje del conector de diagnóstico



Autor: Gianfranco Ciani

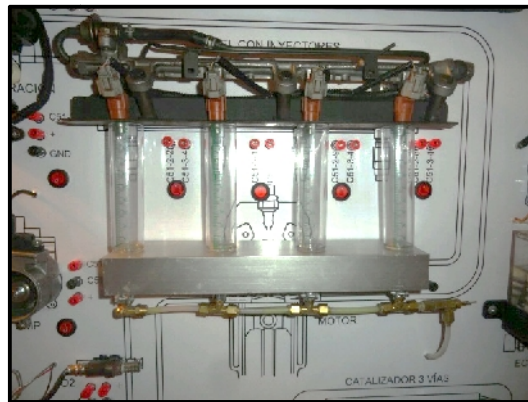
4.12. INSTALACIÓN DEL RIEL CON INYECTORES

Se realizó un soporte metálico donde fue acoplado el riel de inyectores ajustado con tres pernos ya que este conjunto debe estar fijo puesto que los inyectores provocan una presión aproximada de 3PSI en funcionamiento.

En la parte posterior se encuentran las mangueras de ingreso de combustible al riel y la manguera correspondiente para el retorno.

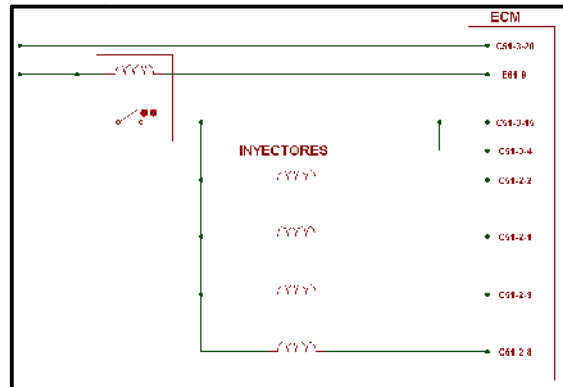
Se utilizaron probetas plásticas para observar la dosificación del combustible en cada uno de los inyectores, las mismas que poseen un sistema de drenado con llave para ver la cantidad de combustible que inyecta cada inyector.

Figura 77. Montaje del riel de inyectores



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 78. Circuito de conexión de inyectores



Autor: Gianfranco Ciani

Este bloque de inyectores posee cuatro pines de conexión para señal:

- PIN C51-2-1 señal.
- PIN C51-2-2 señal.
- PIN C51-2-9 señal.

- PIN C51-2-8 señal.

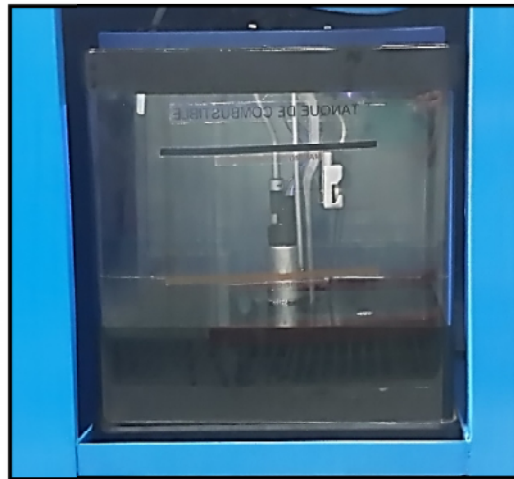
El PIN C51-3-4 se repite para cada uno de los inyectores el mismo que es de alimentación a 12V.

4.13. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El montaje de la bomba de combustible se lo realizó dentro de un reservorio transparente con la finalidad de observar el funcionamiento de la misma.

El conjunto completo de la bomba consta del soporte, boya del nivel de combustible, pila de combustible, cañería de succión de combustible, cañería de retorno de combustible, conector tipo hembra para la alimentación de la bomba y salida del nivel de combustible.

Figura 79. Montaje de la bomba de combustible



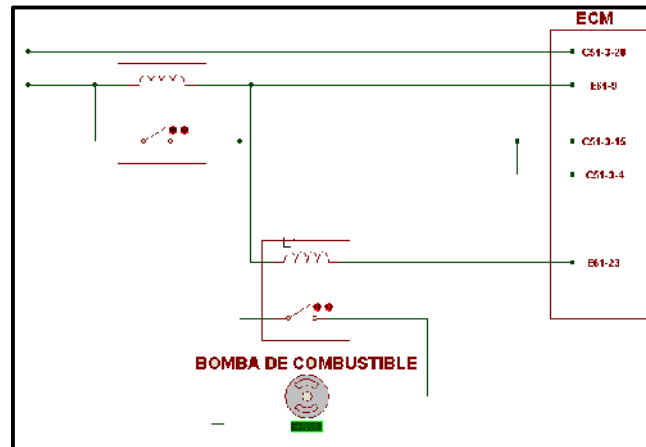
Autor: Gianfranco Ciani

El diagrama eléctrico muestra que la señal que recibe la bomba es desde el giro de la llave hasta ignición alimentando el relé principal el mismo que se deriva al relé de la bomba de combustible que recibe una señal de la ECM.

Este actuador posee un pin de conexión:

- PIN E61 – 23.

Figura 80. Circuito de la bomba de combustible



Autor: Gianfranco Ciani

El filtro de combustible sirve para depurar las impurezas en el sistema, propias del mismo combustible o provocadas por el deterioro del tanque de combustible, ya que esta se encuentra ubicada después de la línea de la bomba de combustible la cual tiene un pre filtro, para mejor limpieza.

Figura 81. Montaje del filtro de combustible



Autor: Gianfranco Ciani

Es importante saber que, la bomba debe tener una presión de combustible entre 30 y 35 PSI aproximadamente, para un trabajo normal, tomar en cuenta que el riel de inyectores también posee un regulador de presión y si no es la correcta, provocará que falle el sistema provocando que la dosificación sea deficiente. Cuando la presión disminuye es síntoma que no hay suficiente combustible o en su defecto, que está deteriorada la bomba de combustible.

Figura 82. Montaje del medidor de presión del combustible



Autor: Gianfranco Ciani

4.14. INSTALACIÓN DE LA CAJA DE FUSIBLES E INSTALACIÓN DEL SWITCH DE ENCENDIDO

Se instaló la caja de fusibles exterior original del vehículo en donde se encuentran los relés y fusibles principales del sistema de inyección, en la cual se realizó una modificación, ya que en esta se encuentra incorporado el fusible principal del sistema.

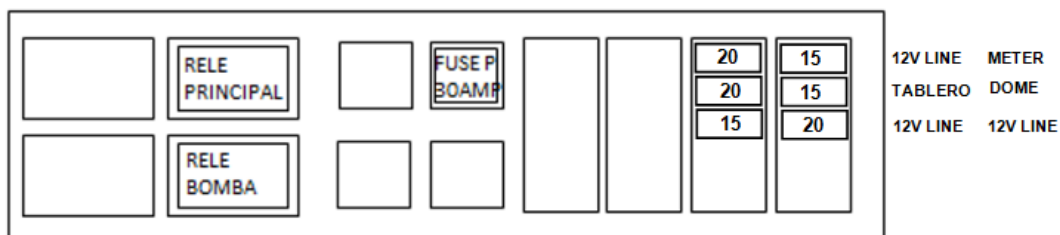
En el siguiente esquema se visualizan instalados los fusibles y relés del sistema.

Figura 83. Montaje de la caja de fusible



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 84. Montaje de la caja de fusible



Autor: Gianfranco Ciani

Se encuentra conectado el relé principal, relé de bomba de combustible, fusible principal de 30AMP, en el lado derecho se encuentran los siguientes fusibles:

- Fusible METER 15 AMP.
- Fusible DOME 15AMP.
- Fusible de líneas 12V 20AMP.

En el lado izquierdo se encuentras los siguientes fusibles:

- Fusible de líneas 12V 20AMP.
- Fusible tablero de instrumentos.
- Fusible de líneas 12V 15AMP.

4.15. INSTALACIÓN DEL SENSOR ECT

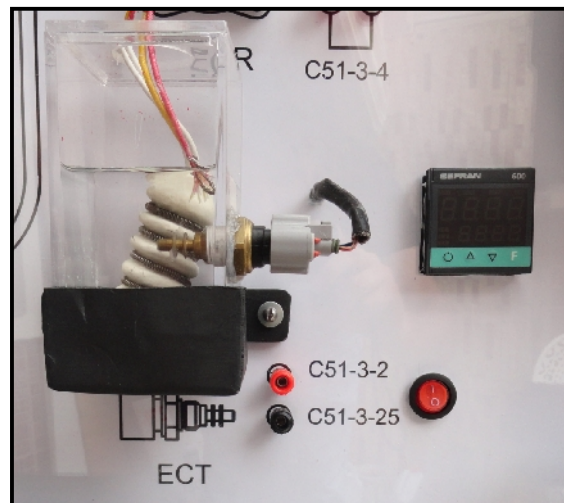
La instalación del sensor de temperatura se lo realizo en un recipiente plástico transparente el mismo que se realizó un orificio donde se ubicara al sensor.

Este sensor posee dos pines de conexión:

- C51-3-2.
- C51-3-25.

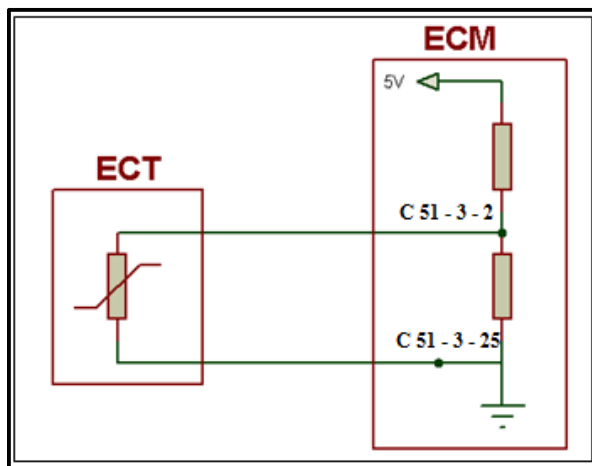
Para el control del sensor de temperatura se colocó un controlador de temperatura marca GEFRAN, en el cual se programa una temperatura deseada y si la misma es superior a la real, manda a encender una resistencia calorífica que calienta el agua hasta llegar a la temperatura deseada. El diagrama de conexión y características del controlador se encuentra en los anexos.

Figura 85. Montaje del sensor de temperatura



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 86. Conexión del sensor de temperatura



Autor: Gianfranco Ciani

4.16. INSTALACIÓN DEL CATALIZADOR

El catalizador se encuentra instalado exclusivamente para uso didáctico ya que a este se le realizó un corte para poder observar el panel interno.

4.17. INSTALACIÓN DE VÁLVULA EVAP

Se ajustó la válvula EVAP con una tuerca en la parte posterior del tablero y conectado con el cableado principal del sistema.

También se incorporó el reservorio del EVAP el mismo que se encuentra sujeto con una base.

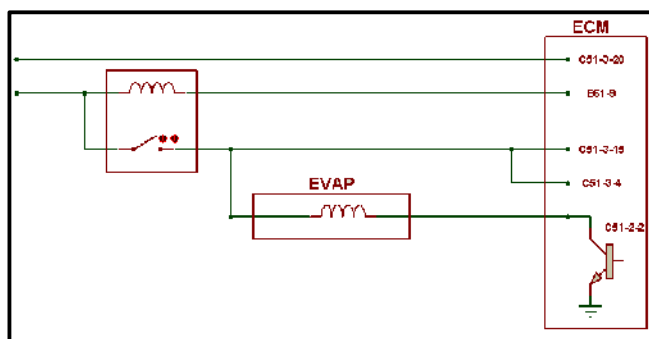
Esta válvula trabajará cuando la presión dentro del tanque de combustible se eleve debido a la condensación de los gases del combustible.

Figura 87. Montaje de la válvula EVAP



Autor: Gianfranco Ciani

Figura 88. Circuito de la válvula EVAP

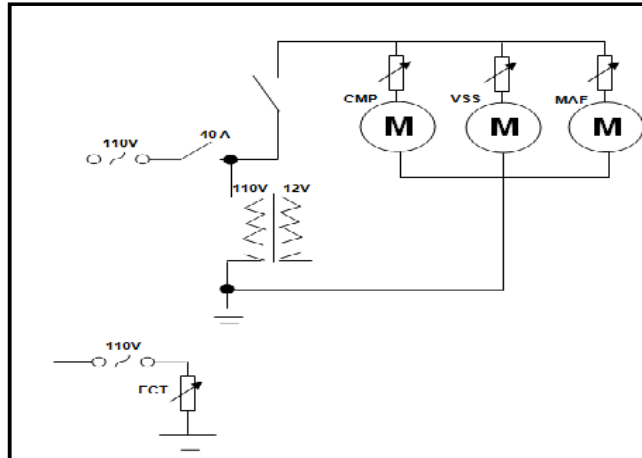


Autor: Gianfranco Ciani

4.18. INSTALACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

En el siguiente diagrama se encuentran las conexiones de los componentes a 110V como son la fuente de poder, dos motores eléctricos, secadora y una resistencia calentadora.

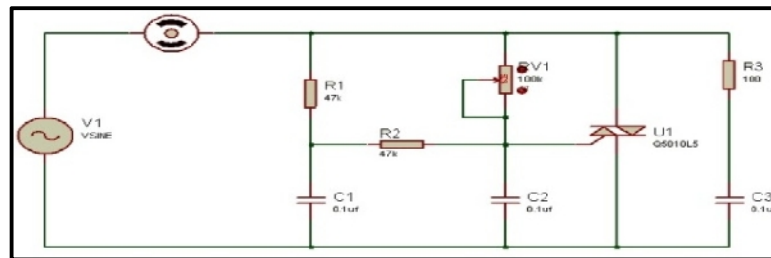
Figura 89. Circuito de componentes en AC



Autor: Gianfranco Ciani

Para el control de velocidad de los motores, se diseñó una tarjeta la cual utiliza un regulador a base de un Triac el cual controla el paso de la corriente alterna a la carga conmutando entre los estado de conducción y corte durante los semiciclos negativos y positivos de la señal de alimentación, la señal de corriente alterna.

Figura 90. Regulador de velocidad motor AC (Secadora, CMP, VSS)



Autor: Gianfranco Ciani

CAPÍTULO V

COMPROBACIÓN Y PUESTA PUNTO DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

El equipo de comprobación que se utilizó para realizar las mediciones fue el SDT (SUZUKI DIAGNOSTIC TOOL), el cual proporciona la última cobertura de diagnóstico para sistemas electrónicos que se encuentra en todos los vehículos de Suzuki. El SDT puede diagnosticar los sistemas de control eléctrico y electrónico y, es capaz de monitorear, probar y programar las unidades de control electrónico (ECU) para obtener mayor potencia.

Este equipo funciona con una alimentación directa de 12V del conector de datos (pin 16).

El uso del equipo es muy fácil ya que detecta a la ECM automáticamente. así mismo se podrá visualizar parámetros de trabajo, detección de averías (DTC), pruebas activas y visualización de gráficas.

Figura 91. Lista de parámetros

All Data	Valor	Unit
Sis. Combust	CL-Fault	
Carga Calculada	16.0 %	
ECT	86 °C	
Ajust Comb Tmp Corto	0.00 %	
Aj.-Comb Largo Tmp	-0.79 %	
Velocidad del Motor	1571 rpm	
Velocidad del vehículo	0 Km/h	
Avance encendido	30.5 °BTDC	
Temp Aire Admisión	48 °C	
Caudalímetro de aire	5.04 g/sec	
Posición meriposa	3.9 %	
O2S B1 S1	0.890 V	
Ralentí deseada	752 rpm	
Tensión Sensor TP	0.94 V	

Autor: Gianfranco Ciani

5.1 Comprobación de señales de voltaje

Tabla 18. Comprobación en modo relanti vehículo 785 RPM

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	15,20	16,9	%

ECT	88	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-0,79	4,68	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-3,13	6,25	%
AVANCE DE ENCENDIDO	13,5	11,5	°
TEMP AIRE ADMISION	38	36	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	2,36	2,32	g/s
POSICION DE MARIPOSA	0	0	%
O2	0,09	0,85	v
TENSION SENSOR TP	0,74	0,71	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,554	3,568	m/s
IAC	25,8	35,7	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-0,79	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 19. Comprobación en modo 1000 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,80	13,3	%
ECT	86	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-0,79	15,62	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-4,69	8,59	%
AVANCE DE ENCENDIDO	20	25	°
TEMP AIRE ADMISION	44	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	3,55	3,29	g/s
POSICION DE MARIPOSA	2,7	12,9	%
O2	0,8	0,85	v
TENSION SENSOR TP	0,84	1,16	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,48	2,992	m/s
IAC	31,7	41	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-1,57	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 20. Comprobación en modo 1500 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,00	13,3	%
ECT	86	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-1,57	29,68	%

AJUST COMB LARGO TEMP	-1,57	8,59	%
AVANCE DE ENCENDIDO	29,5	30	°
TEMP AIRE ADMISION	48	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	4,2	3,41	g/s
POSICION DE MARIPOSA	3,9	17,6	%
O2	0,095	0,855	v
TENSION SENSOR TP	0,94	1,33	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,24	3,04	m/s
IAC	32,5	54,9	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-3,91	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 21. Comprobación en modo 2000 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,40	12,9	%
ECT	84	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-4,9	13,28	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-0,79	11,71	%
AVANCE DE ENCENDIDO	36	35,5	°
TEMP AIRE ADMISION	47	41	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	6,5	5,53	g/s
POSICION DE MARIPOSA	6,2	32,5	%
O2	0,13	0,88	v
TENSION SENSOR TP	1,03	1,82	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,448	2,972	m/s
IAC	33,3	85,1	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-4,69	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 22. Comprobación en modo 2500 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,40	15,7	%
ECT	84	82	° C

AJUST COMB TMP CORTO	-3,56	28,12	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-0,79	17,18	%
AVANCE DE ENCENDIDO	37,5	37,5	°
TEMP AIRE ADMISION	47	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	7,97	7,65	g/s
POSICION DE MARIPOSA	7,8	33,7	%
O2	0,12	0,885	v
TENSION SENSOR TP	1,09	1,86	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,48	3,804	m/s
IAC	34,1	52,5	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-3,78	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 23. Comprobación en modo 3000 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	17,20	13,3	%
ECT	84	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-3,56	0	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-0,79	11,71	%
AVANCE DE ENCENDIDO	40	39	°
TEMP AIRE ADMISION	47	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	9,75	7,94	g/s
POSICION DE MARIPOSA	11,3	49,8	%
O2	0,16	0,86	v
TENSION SENSOR TP	1,13	2,41	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,449	3,016	m/s
IAC	39,2	52,5	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	0,79	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

Tabla 24. Comprobación en modo 3500 RPM vehículo

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	18,00	12,9	%

ECT	83	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-3,79	11,71	%
AJUST COMB LARGO TEMP	0	0	%
AVANCE DE ENCENDIDO	44	44	°
TEMP AIRE ADMISION	48	40	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	11,96	10,3	g/s
POSICION DE MARIPOSA	12,9	60,4	%
O2	0,12	0,86	v
TENSION SENSOR TP	1,19	2,76	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,6	2,664	m/s
IAC	39,2	52,5	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-3,13	3,9	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

Autor: Gianfranco Ciani

La activación del EVAP se da cuando existe una sobrepresión de gases en el tanque de combustible por lo que en las pruebas no hubo dicha presión por lo que no se activó.

Los ajuste de combustible se dan cuando existe carga en el motor ya sea por peso, fricción, o esfuerzo (pendiente) por lo que, en el banco de prueba, estos valores serán nulos.

5.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

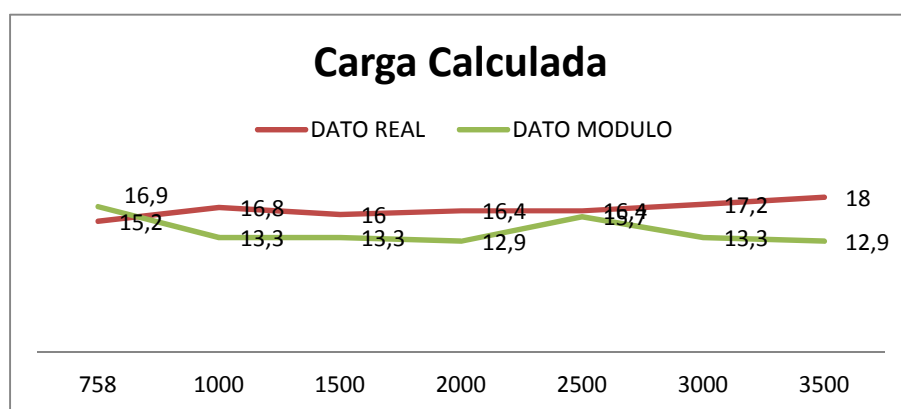
Para el análisis de las variables se tomaron por separado cada una y se levantó una tabla que varía con respecto a las revoluciones.

Tabla 25. Análisis de la Carga Calculada

CARGA CALCULADA	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	15,2	16,9	%
	1000	16,8	13,3	%
	1500	16	13,3	%
	2000	16,4	12,9	%
	2500	16,4	15,7	%
	3000	17,2	13,3	%
	3500	18	12,9	%

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 92. Gráfica de la carga calculada



Autor: Gianfranco Ciani

En la siguiente gráfica se puede observar los datos arrojados por el equipo de diagnóstico con la comparación de un vehículo y del banco de prueba, el banco tiene un margen aproximado de diferencia al real de un 3% esta variación se debe que el cálculo que realiza la ECM varia por la función de la carga que se aplique al motor al momento de su funcionamiento. Todos los datos tomados fueron realizados sin carga alguna. Todos los elementos del vehículo se encontraban apagados (A/C, luces, etc.).

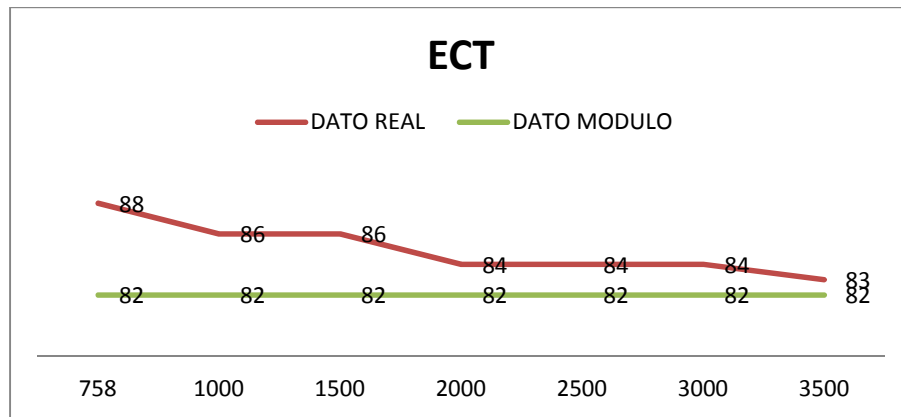
Tabla 26. Análisis del valor ECT

ECT	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	88	82	°C

	1000	86	82	° C
	1500	86	82	° C
	2000	84	82	° C
	2500	84	82	° C
	3000	84	82	° C
	3500	83	82	° C

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 93. Gráfica del valor ECT



Autor: Gianfranco Ciani

Los datos por temperatura del motor son variantes ya que el vehículo trabaja con una temperatura ideal entre 82 °C hasta 90 °C y estos cambios de temperatura depende del funcionamiento del embrague ventilador del motor y la apertura oportuna del termostato.

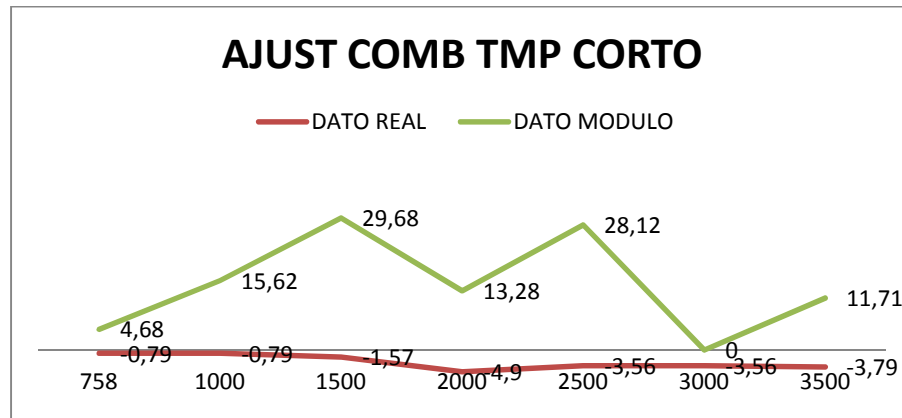
En el caso del banco de pruebas tenemos un calentador en un recipiente el mismo que se encuentra conectado a un variador de temperatura electrónico el mismo que mantiene una temperatura fija en esta gráfica son de 6°C de diferencia en algunos casos el mismo que puede influir en la inyección.

Tabla 27. Análisis del ajuste de combustible TMP corto

AJUST COMB TMP CORTO	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	-0,79	4,68	%
	1000	-0,79	15,62	%
	1500	-1,57	29,68	%
	2000	-4,9	13,28	%
	2500	-3,56	28,12	%
	3000	-3,56	0	%
	3500	-3,79	11,71	%

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 94. Gráfica del ajuste de combustible TMP corto



Autor: Gianfranco Ciani

En el ajuste de combustible de tiempo corto existe una gran variación al dato real del vehículo esto depende mucho del funcionamiento del sensor de oxígeno, en el caso del banco de entrenamiento nuestra señal del sensor de oxígeno es simulada el cual el parámetro no nos dará un ajuste correcto ya que solo se envía un solo parámetro fijo.

Este también puede variar en el ancho de pulso de inyección ya que son los ajustes que envía la ECM para corregir la mezcla ideal.

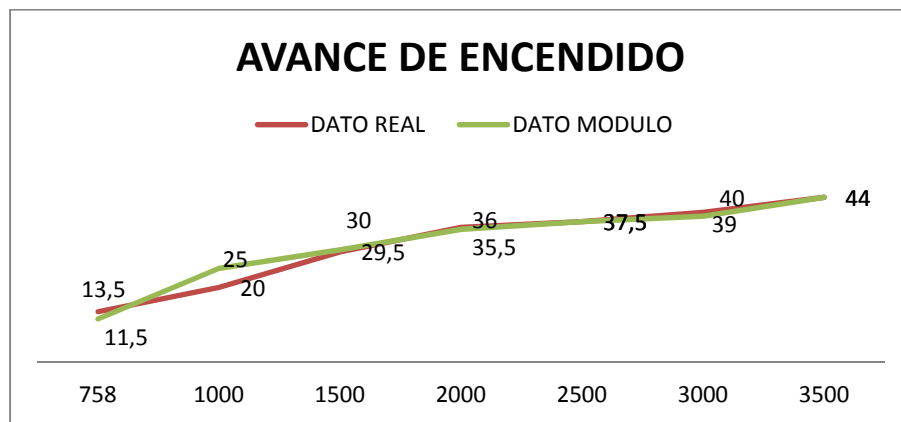
Tabla 28. Análisis del avance de encendido

AVANCE DE ENCENDIDO	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
---------------------	-----	-----------	-------------	--------

	758	13,5	11,5	º
	1000	20	25	º
	1500	29,5	30	º
	2000	36	35,5	º
	2500	37,5	37,5	º
	3000	40	39	º
	3500	44	44	º

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 95. Gráfica del avance de encendido



Autor: Gianfranco Ciani

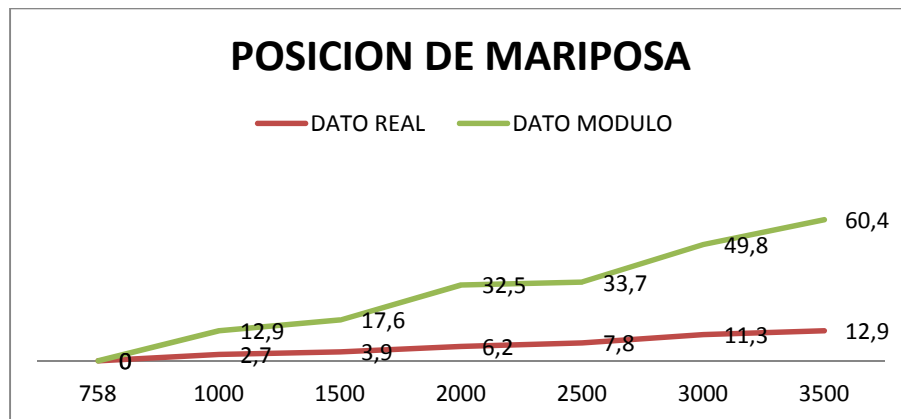
El avance de encendido como muestra la gráfica es igual, el motivo que estos datos sean igual ya que la ECM tiene como parámetros programado que a cierta revoluciones por minuto el avance sea a cierto porcentaje, todo para mejorar el tiempo exacto de la ignición para mejorar la combustión.

Tabla 29. Análisis de la posición de mariposa

POSICION DE MARIPOSA	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	0	0	%
	1000	2,7	12,9	%
	1500	3,9	17,6	%
	2000	6,2	32,5	%
	2500	7,8	33,7	%
	3000	11,3	49,8	%
	3500	12,9	60,4	%

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 96. Gráfica de la posición de mariposa



Autor: Gianfranco Ciani

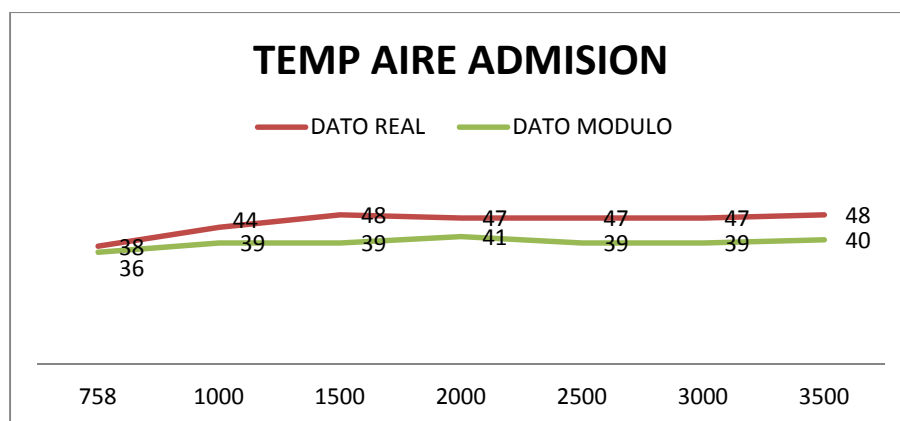
Como se puede apreciar la tendencia de la curva en ambos escenarios es diferente ya que en nuestro banco de entrenamiento estamos utilizando un potenciómetro fijado en el cuerpo de mariposa para el giro del motor AC del sensor CMP, el mismo que se necesita realizar un mayor giro para su funcionamiento esto nos variara los parámetros del ancho de inyección y la apertura del IAC.

Tabla 30. Análisis de la temperatura de aire

CAUDALIMETRO DE AIRE	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	2,36	2,32	g/s
	1000	3,55	3,29	g/s
	1500	4,2	3,41	g/s
	2000	6,5	5,53	g/s
	2500	7,97	7,65	g/s
	3000	9,75	7,94	g/s
	3500	11,96	10,3	g/s

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 97. Gráfica de la temperatura de aire



Autor: Gianfranco Ciani

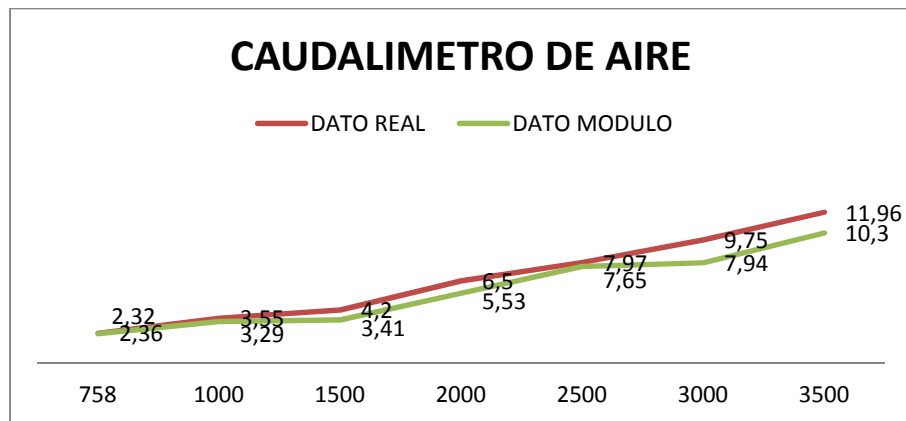
La temperatura del aire que ingresa al motor como muestra la gráfica y la tabla tiene una variación de 8°C en algunos casos, el motivo de la variación es que el ingreso de aire al motor influye la temperatura externa y la temperatura dentro del habitáculo del motor, en el caso del banco de prueba toma como referencia la temperatura ambiente y cierto aumento ya que se utiliza una secadora como proveedora de aire al MAF.

Tabla 31. Análisis del caudal de aire

CAUDALIMETRO DE AIRE	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	2,36	2,32	g/s
	1000	3,55	3,29	g/s
	1500	4,2	3,41	g/s
	2000	6,5	5,53	g/s
	2500	7,97	7,65	g/s
	3000	9,75	7,94	g/s
	3500	11,96	10,3	g/s

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 98. Gráfica del caudal de aire



Autor: Gianfranco Ciani

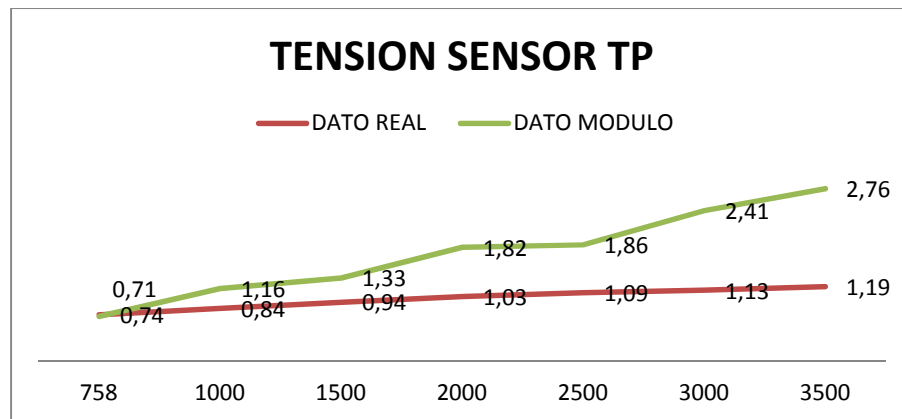
La gráfica del caudal de aire ingresado real vs banco de pruebas son muy similares, estos parámetros se asemejan ya que se utilizó vario la velocidad de la secadora para poder llegar al mismo parámetro del real.

Tabla 32. Análisis de la tensión sensor TP

TENSION SENSOR TP	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	0,74	0,71	v
	1000	0,84	1,16	v
	1500	0,94	1,33	v
	2000	1,03	1,82	v
	2500	1,09	1,86	v
	3000	1,13	2,41	v
	3500	1,19	2,76	v

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 99. Gráfica de la tensión sensor TP



Autor: Gianfranco Ciani

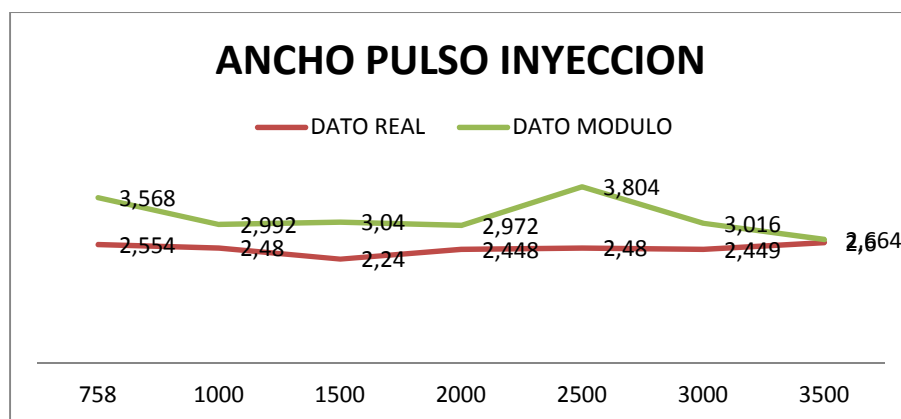
La tensión del sensor TP, va a tener su variación al parámetro real ya que como anteriormente se explica que se encuentra fijado un potenciómetro en el cuerpo de aceleración, al dar un mayor giro del sensor este variara su tensión.

Tabla 33. Análisis del ancho del pulso de inyección

ANCHO PULSO INYECCION	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	2,554	3,568	m/s
	1000	2,48	2,992	m/s
	1500	2,24	3,04	m/s
	2000	2,448	2,972	m/s
	2500	2,48	3,804	m/s
	3000	2,449	3,016	m/s
	3500	2,6	2,664	m/s

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 100. Gráfica del ancho del pulso de inyección



Autor: Gianfranco Ciani

Como se observa en la tabla de datos el ancho del pulso de inyección del banco de inyección varía al dato real en un máximo de 1 punto, esta variación se debe a la simulación de los sensores y los diferentes parámetros obtenidos en el banco de entrenamiento.

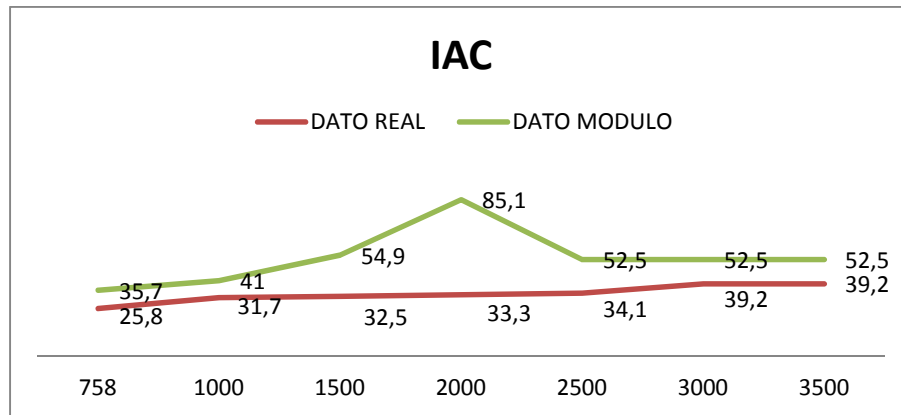
De igual manera para ser un banco de entrenamiento con el funcionamiento de sus componentes tiene una tendencia de llegar al real con el cambio de los parámetros de funcionamiento.

Tabla 34. Análisis de apertura válvula IAC

IAC	RPM	DATO REAL	DATO MODULO	UNIDAD
	758	25,8	35,7	%
	1000	31,7	41	%
	1500	32,5	54,9	%
	2000	33,3	85,1	%
	2500	34,1	52,5	%
	3000	39,2	52,5	%
	3500	39,2	52,5	%

Autor: Gianfranco Ciani

Figura 101. Gráfica de apertura válvula IAC





Autor: Gianfranco Ciani

Las variaciones del porcentaje de apertura del IAC en el vehículo a comparación del banco siempre serán mayores, ya que influyen los cambios variantes de parámetros los mismos que la ECM calcula para mejorar el funcionamiento continuo.

CAPÍTULO VI

ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS

6.1. GUÍA DE LABORATORIO INYECCIÓN ELECTRÓNICA A 785 RPM

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ SEDE GUAYAQUIL</p>	
---	--	---

NOMBRE:				
ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO
				1 hora

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
Taller Automotriz Centro	1	Simulación del funcionamiento a 785 RPM en el banco de entrenamiento

1.	PROPÓSITO		
<p>Comparar los parámetros a 785 RPM entre el tablero y un vehículo.</p> <p>Observar los cambios en el tiempo de inyección al variar las señales de los sensores.</p>			
2.	OBJETIVOS (Competencias)		
<p>Conocer el funcionamiento de equipos de comprobación electrónicos.</p> <p>Comprender y Analizar parámetros de funcionamiento del sistema de Inyección electrónica MPFI.</p> <p>Analizar el funcionamiento del sistema de inyección con simulación de fallas.</p>			
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO		
<p>Los sistemas de inyección de combustible mediante la electrónica de estos sistemas, se puede lograr con una mayor exactitud la dosificación de combustible que se necesita de acuerdo a sus condiciones de trabajo y operación.</p> <p>Los sensores deben transmitir los parámetros de funcionamiento para que la ECM, realice el cálculo de corrección para tener una mezcla estequiometría ideal.</p>			
4.	RECURSOS		
	EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS

- Scanner
- Multímetro
- Banco de entrenamiento

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	15,20	16,9	%
ECT	88	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-0,79	4,68	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-3,13	6,25	%
AVANCE DE ENCENDIDO	13,5	11,5	°
TEMP AIRE ADMISION	38	36	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	2,36	2,32	g/s
POSICION DE MARIPOSA	0	0	%
O2	0,09	0,85	v
TENSION SENSOR TP	0,74	0,71	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,554	3,568	m/s
IAC	25,8	35,7	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-0,79	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%



7. CONCLUSIONES

- El ajuste de combustible en tiempo corto varía su parámetro comparado al dato tomado real en el vehículo, ya que tenemos una simulación del sensor de oxígeno.
- El ancho del pulso de inyección en el banco de entrenamiento tiene un aumento comparado al real de 30 m/s.
- La apertura del IAC varía el parámetro que corresponde por una necesidad adicional de aire al motor para mantenerlo estable a comparación del banco de entrenamiento ya que este se simula ciertos parámetros de funcionamiento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- OROVIO, M, "Tecnología del automóvil", Primera Edición, Paraninfo Ediciones, Madrid 2010.
- SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

6.1.2. Guía de laboratorio inyección electrónica a 1000 rpm

	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ SEDE GUAYAQUIL	
---	---	---

NOMBRE:				
ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO
				1 hora



LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
Taller Automotriz Centro	2	Simulación del funcionamiento a 1000 RPM en el banco de entrenamiento

1.	PROPÓSITO
	<p>Comparar los parámetros a 1000 RPM entre el tablero y un vehículo. Observar los cambios en el tiempo de inyección al variar las señales de los sensores</p>
2.	OBJETIVOS (Competencias)
	<p>Conocer el funcionamiento de equipos de comprobación electrónicos. Comprender y Analizar parámetros de funcionamiento del sistema de Inyección electrónica MPFI. Analizar el funcionamiento del sistema de inyección con simulación de fallas.</p>
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
	<p>El Sistema de inyección se encarga de llevar el combustible desde el tanque hasta los cilindros para su inyección. El <i>Fuel Ingestión</i> realiza la misma función que antes hacían la bomba de gasolina y el carburador.</p> <p>Dentro de este sistema de inyección encontramos los “inyectores” y “bombas de</p>

inyección"		
4. RECURSOS		
EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS
<ul style="list-style-type: none"> • Scanner • Multímetro • Banco de entrenamiento 		<ul style="list-style-type: none"> • Guantes • Gafas de Protección

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS			
DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,80	13,3	%
ECT	86	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-0,79	15,62	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-4,69	8,59	%
AVANCE DE ENCENDIDO	20	25	°
TEMP AIRE ADMISION	44	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	3,55	3,29	g/s
POSICION DE MARIPOSA	2,7	12,9	%
O2	0,8	0,85	v
TENSION SENSOR TP	0,84	1,16	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,48	2,992	m/s
IAC	31,7	41	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-1,57	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%
7. CONCLUSIONES			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La apertura del cuerpo de aceleración hace que el giro del motor aumente provocando un aumento del pulso de inyección. ▪ El TP envía un parámetro fijo siempre y cuando el cuerpo se encuentre en una sola posición ya que por el muelle que posee este hace que regrese a la posición cerrado. 			
8 BIBLIOGRAFÍA			
<ul style="list-style-type: none"> . SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan . Sistema de inyección. Blog.espol.edu.ec 			

6.1.3. Guía de laboratorio inyección electrónica a 1500 rpm

	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ SEDE GUAYAQUIL	
---	--	---

NOMBRE:				
ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO
				1 hora

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
Taller Automotriz Centro	3	Simulación del funcionamiento a 1500 RPM en el banco de entrenamiento

1.	PROPÓSITO
-----------	------------------

Comparar los parámetros a 1500 RPM entre el tablero y un vehículo.
 Observar los cambios en el tiempo de inyección al variar las señales de los sensores

2.	OBJETIVOS (Competencias)
-----------	---------------------------------

Conocer el funcionamiento de equipos de comprobación electrónicos.
 Comprender y Analizar parámetros de funcionamiento del sistema de Inyección electrónica MPFI.
 Analizar el funcionamiento del sistema de inyección con simulación de fallas.

3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
-----------	---------------------------

Las razones de estas ventajas residen en el hecho de que la inyección permite (una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo. Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla.



4.	RECURSOS		
-----------	-----------------	--	--

EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS
<ul style="list-style-type: none"> • Scanner • Multímetro • Banco de 	Guantes	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes • Gafas de Protección

entrenamiento		
---------------	--	--

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS			
DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,00	13,3	%
ECT	86	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-1,57	29,68	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-1,57	8,59	%
AVANCE DE ENCENDIDO	29,5	30	°
TEMP AIRE ADMISION	48	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	4,2	3,41	g/s
POSICION DE MARIPOSA	3,9	17,6	%
O2	0,095	0,855	v
TENSION SENSOR TP	0,94	1,33	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,24	3,04	m/s
IAC	32,5	54,9	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-3,91	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%
7. CONCLUSIONES			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El giro del CMP varia el tiempo exacto para la ignición y realiza el ajuste del avance de encendido y este avance aumenta dependiendo el giro del motor. ▪ Para el parámetro del ingreso de aire en el banco hay que variarlo a cada aumento de revoluciones para ver el incremento del pulso de inyección. 			
8 BIBLIOGRAFÍA			
SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan www.aficionadosalaelectronica.net			

6.1.4. Guía de laboratorio inyección electrónica a 2000 rpm

	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ SEDE GUAYAQUIL	
---	--	---

NOMBRE:				
ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO
				1 hora



LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
Taller Automotriz Centro	4	Simulación del funcionamiento a 2000 RPM en el banco de entrenamiento

1.	PROPÓSITO	
	<p>Comparar los parámetros a 2000 RPM entre el tablero y un vehículo. Observar los cambios en el tiempo de inyección al variar las señales de los sensores</p>	
2.	OBJETIVOS (Competencias)	
	<p>Conocer el funcionamiento de equipos de comprobación electrónicos. Comprender y Analizar parámetros de funcionamiento del sistema de Inyección electrónica MPFI. Analizar el funcionamiento del sistema de inyección con simulación de fallas.</p>	
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO	
	<p>Es un sistema que se encarga de llevar el combustible (Fuel significa combustible) desde el tanque de automóvil hasta los cilindros, donde la inyecta (ingestión significa inyectar). Este sistema realiza la misma función que el sistema de combustible convencional, compuesto por la bomba de gasolina y el carburador. El sistema consta de un bomba eléctrica dentro del tanque de gasolina, una serie de tres filtros, los inyectores, un regulador de presión un módulo de control (llamado computadora) una serie de sensores y actuadores.</p>	
4.	RECURSOS	
	EQUIPOS	INSUMOS
	<ul style="list-style-type: none"> • Scanner • Multímetro • Banco de 	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes • Gafas de Protección

entrenamiento		
---------------	--	--

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS			
DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	16,40	12,9	%
ECT	84	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-4,9	13,28	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-0,79	11,71	%
AVANCE DE ENCENDIDO	36	35,5	°
TEMP AIRE ADMISION	47	41	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	6,5	5,53	g/s
POSICION DE MARIPOSA	6,2	32,5	%
O2	0,13	0,88	v
TENSION SENSOR TP	1,03	1,82	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,448	2,972	m/s
IAC	33,3	85,1	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	-4,69	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%
7. CONCLUSIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El tiempo de inyección va aumentando paulatinamente dependiendo de la carga ingresada, caudal de aire, apertura del cuerpo de aceleración, temperatura de motor, etc. Todos estos datos son enviados a la ECM y realiza los ajustes del tiempo de inyección necesario para el régimen de giro correspondiente. 			
8. BIBLIOGRAFÍA			
SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan			

6.1.5. Guía de laboratorio inyección electrónica a 3000 rpm

	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL EDUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ SEDE GUAYAQUIL	
---	--	---

NOMBRE:				
ASIGNATURA	CÓDIGO	NIVEL	FECHA	TIEMPO
				1 hora

LABORATORIO O TALLER	PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
Taller Automotriz Centro	5	Simulación del funcionamiento a 3000 RPM en el banco de entrenamiento

1.	PROPÓSITO
<p>Comparar los parámetros a 3000 RPM en el banco de prueba y un vehículo. Observar los cambios en el tiempo de inyección al variar las señales de los sensores</p>	
2.	OBJETIVOS (Competencias)
<p>Conocer el funcionamiento de equipos de comprobación electrónicos. Comprender y Analizar parámetros de funcionamiento del sistema de Inyección electrónica MPFI. Analizar el funcionamiento del sistema de inyección con simulación de fallas.</p>	
3.	FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>Hay dos tipos de sistemas comunes de inyección de combustible usado en automóviles, inyección de combustible mecánica, y la inyección electrónica de combustible, vamos a discutir en esta página cómo funciona la inyección electrónica de combustible, ya que este es el sistema más común en automóviles modernos.</p> <p>Existen varias partes que participan en el sistema de inyección de combustible, las más comunes son: la bomba de combustible, colador de la bomba de combustible, filtro de combustible, líneas de combustible, regulador de presión de combustible, la línea de combustible, inyectores de combustible, equipo de control electrónico (ECM), relé de la bomba de combustible, sensor de flujo de aire, sensor de oxígeno, sensor de posición del acelerador, el sensor de temperatura del aire, la válvula de control de aire de ralenti o</p>	

en el motor al ralentí, el sensor de temperatura del refrigerante, sensor de posición del eje del cigüeñal, sensor de posición del árbol de levas.

4. RECURSOS		
EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS
<ul style="list-style-type: none"> • Scanner • Multímetro • Banco de entrenamiento 		<ul style="list-style-type: none"> • Guantes • Gafas de Protección

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS			
DETALLE	DATO OBTENIDO		UNIDAD
CARGA CALCULADA	17,20	13,3	%
ECT	84	82	° C
AJUST COMB TMP CORTO	-3,56	0	%
AJUST COMB LARGO TEMP	-0,79	11,71	%
AVANCE DE ENCENDIDO	40	39	°
TEMP AIRE ADMISION	47	39	° C
CAUDALIMETRO DE AIRE	9,75	7,94	g/s
POSICION DE MARIPOSA	11,3	49,8	%
O2	0,16	0,86	v
TENSION SENSOR TP	1,13	2,41	v
ANCHO PULSO INYECCION	2,449	3,016	m/s
IAC	39,2	52,5	%
AJUSTE COMBUSTIBLE	0,79	0	%
EVAP	0	0	%
EGR	0	0	%

7. CONCLUSIONES

- A mayor apertura de la válvula IAC el parámetro del ancho pulso de inyección aumenta ya que se está ajustando la entrada de aire correspondiente.

8. BIBLIOGRAFÍA

SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

6.2. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO CARACTERÍSTICAS DEL BANCO SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICO SUZUKI MOTOR J20A

La información contenida en este manual de funcionamiento y mantenimiento es importante leer y aplicar cada punto correspondiente para el buen funcionamiento del equipo.

Cada componente que conforma este sistema debe ser manejado cuidadosamente ya que son elementos eléctricos y electrónicos una mala manipulación del mismo puede causar algún daño permanente en la ECM.

Información importante

- Retirar cualquier objeto que no perezca al banco.
- Conectar correctamente el conector de diagnóstico.
- No se podrá realizar pruebas que estén fuera de parámetros establecidos.

6.2.1. Puesta en marcha

- Conectar los cables de alimentación a una fuente de 110 voltios (conectar ambos cables en diferentes puntos de alimentación para evitar caída de tensión).
- Poner en ON el breque principal.
- Comprobar que la fuente de 12 voltios esté funcionando correctamente.
- Verificar el nivel de combustible en el tanque.
- Poner el switch de encendido en la posición ON.
- Revisar que el tablero de instrumentos haya encendido.
- Revisar que la bomba de combustibles tenga la presión adecuada (30 Psi).
- Revisar que las líneas de combustible no tengan fuga.
- Encender el botón principal a sistemas alimentados por 110 voltios.

6.2.2. Funcionamiento

- Utilizar potenciómetros para la regulación de:
 1. Girar el cuerpo de aceleración para (regulación de posición de mariposa, regulación de giro de motor eléctrico del CMP).
 2. Potenciómetro para MAF (regulación caudal de aire).
 3. Potenciómetro para VSS (regulación velocidad de motor eléctrico).
- Utilizar regulador de temperatura para ECT.
- Utilizar switch ON/OFF para dar falla a sensores.

6.2.3. Mantenimiento

- Limpiar el equipo con un paño seco.
- No use detergentes o disolventes.
- En caso de que se mojara el equipo, apáguelo y desconecte inmediatamente.
- Evacuar combustible del tanque después de cada práctica.
- Lubricar motores eléctricos.

6.2.4. Seguridad

- Manténgase alejado de los niños.
- Utilice equipos de protección (guantes, botas y gafas).
- En caso de descarga eléctrica puede provocar un mal funcionamiento del equipo, por lo tanto se deberá reiniciar el sistema.
- Revisar cableados que se encuentren en buen estado.
- Revisar fuente principal en buen estado.
- Trabajar en un espacio físico adecuado.
- No trabajar en suelo húmedo.
- No desconectar los componentes eléctricos y electrónicos mientras se encuentren en funcionamiento.

6.2.5 Recomendaciones para uso responsable y protección del medio ambiente

- No realizar prácticas fuera de rangos para el giro del motor (máx. 4000 rpm).
- No realizar pruebas activas con el equipo de diagnóstico (Prueba activa de apertura IAC, prueba de Purga EGR).
- Mantener puertas posteriores del banco cerrado al momento de realizar pruebas.
- Utilizar equipo de diagnóstico para la verificación de parámetros y verificar gráficas en tiempo real.
- Desconectar de la fuente una vez terminadas las prácticas correspondientes.
- Desechar combustible en el área apropiada para estos desechos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Las señales simuladas en el banco de inyección con la comparación del vehículo real se asemejan, el cálculo por cargas adicionales son muy variables por la falta de una señal real del sensor de oxígeno.
- El sensor de velocidad no influye en el cambio de parámetros de inyección, ya que este sensor nos da la velocidad de salida del cono al tablero con un margen de error de un 10% de la velocidad real.
- El funcionamiento conjunto de los sensores como el TP y CMP utilizando el cuerpo de aceleración no es posible ya que se utiliza un motor de AC para el giro del CMP y la señal que envía el TP es de corriente DC, lo que implica la utilización de otros elementos electrónicos los mismos que serán simulados por medio programación teniendo posible errores en la simulación.
- La comprobación del funcionamiento del banco se realizó mediante el equipo de diagnóstico SDT, los datos en otros equipos de diagnóstico no serán completos ya que no son equipos originales de la marca y darán ciertos parámetros, que servirán como base para comprobaciones básicas.
- Las guías prácticas son fundamentales ya que en estas se encuentran los datos necesarios, que fueron comprobados durante la etapa de prueba del proyecto, esto facilitara a los estudiantes en prácticas futuras a realizarse en el banco.

7.2. RECOMENDACIONES

- El banco de entrenamiento posee un módulo BCM el mismo que puede ser utilizado para incorporar otros subsistemas del SUZUKI J20A para recrear un mayor conocimiento de este modelo de vehículo.
- Los manuales de taller de SUZUKI que incorporan los modelos G16, J20A, tienen ciertas actualizaciones las mismas que cambian los diagramas, que podrán encontrar la actualización para nuestro país en el manual del año 2001 - 2002.
- La Utilización de varios equipos de diagnóstico automotriz en el banco de entrenamiento podrá enriquecer el conocimiento y la facilidad de manejo de cada uno de los equipos existentes en el medio.
- La utilización del manual servirá como una única guía para el correcto funcionamiento, si existiera alguna mejora en el banco de entrenamiento sería conveniente realizar la actualización del mismo.
- Realizar mantenimientos periódicos al banco de entrenamiento según la especificación del manual de usuario servirá para mantener el sistema en óptimas condiciones, ya que existen elementos que se encuentran con fluidos los mismos que podrán tener algún tipo de corrosión.

BIBLIOGRAFÍA

[1] OROVIO, M, "Tecnología del automóvil", Primera Edición, Paraninfo Ediciones, Madrid 2010.

[2] ORTEGA, J, "Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo", Aran Ediciones, España 2010.

[3] PEREZ, M, "Sistemas auxiliares del motor", Primera Edición, Madrid 2011.

[4] ROS, J. BARRERA, Ó, "Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad", Primera Edición, Paraninfo Ediciones, Madrid 2011.

[5] SUZUKI Motor Corporation, 1st Ed. Sep., 2001, 2nd Ed. Oct., 2001 Printed in Japan

LINKS INTERNET

<http://agrega.educacion.es/>

<http://www.suzukiclub4x4.com.ar/>

ANEXOS

ANEXO 1

LISTA DE ABREVIACIONES

ECM:	Módulo de Control Electrónico.
CMP:	Sensor de posición del árbol de levas.
ECT:	Sensor de temperatura del refrigerante del motor.
EGR:	Recirculación de gases de escape.
IAT:	Sensor de temperatura del aire de admisión.
MAF:	Sensor de flujo de masa de aire.
TPS:	Sensor de posición del acelerador.
IAC:	Control de aire adicional.
O₂:	Sonda de oxígeno calentado.
OHM:	El ohmio es la unidad derivada de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades.
V o Volt:	Es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico.
DTC:	Código de diagnóstico de averías.
IAC:	Válvula de control del aire de ralentí.
PCV:	Ventilación positiva del cárter del motor.
CAN:	Red de área de control.
CHECK ENGINE:	Luz indicadora de malfuncionamiento.
DLC:	Conector de enlace de datos.
VSS:	Sensor de velocidad del vehículo.
DIS:	Sistema directo de encendido.
SDT:	Herramienta de Diagnóstico Suzuki
BCM:	Módulo de control de carrocería
AMP:	Intensidad de corriente

ANEXO II
FORMATO DE ENCUESTAS



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ENTREVISTA DIRIGIDA A ENCARGADOS DE LABORATORIOS MECÁNICOS

Estimados: Este documento se presenta como un instrumento de investigación con el cual propone recolectar datos referentes al rendimiento del motor Suzuki Serie: J20A

La información aquí recopilada es confidencial y de absoluta reserva, únicamente para uso de la investigación. Por lo tanto, sírvase prescindir de identificación alguna.

1.- ¿En la escala del 1 al 5 como califica el consumo de combustible del sistema de inyección del Suzuki Grand Vitara?

1 2 3 4 5

Donde 1 es bajo consumo y 5 muy alto consumo de combustible

2.- ¿El sistema de inyección MPFI del Suzuki Gran Vitara falla comunmente?

SI NO

3.- ¿Tienen un sistema confiable de reconocimiento de fallas del sistema de inyección?

SI NO

4.- ¿Cuánto tiempo se toma para la determinacion de una falla de diagnóstico en promedio?

5.- ¿Conoce usted las señales de los sensores que influyen en el sistema de inyección?

SI NO

6.- ¿Considera usted que es necesario el desarrollo de un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI para comprobar posibles fallos?

SI NO

7.-¿Cree que el sistema de inyección MPFI del Suzuki Grand Vitara es eficiente?

SI NO

8.- ¿Cree usted que con un Banco de entrenamiento del sistema de inyección MPFI acortara los tiempos de detección de fallo?

SI NO

9.- ¿Considera usted que un módulo simulador del sistema de inyección MPFI le dará mayor credibilidad a su taller con respecto a la detección de fallas?

SI NO

10.- ¿Estaría dispuesto a adquirir este tipo de módulo para mejorar la calidad de su taller?

SI NO

ANEXO III
DIAGRAMA ELÉCTRICO

ANEXO IV
PLANO DE LA ESTRUCTURA

