



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN COMPROBADOR
DE INYECTORES ELECTRÓNICOS DIÉSEL CON ASPIRADOR,
PARA COMPLEMENTAR EL BANCO DE PRUEBAS DE
INYECTORES DIÉSEL YA EXISTENTE, PARA LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

MARLON PAÚL LARCO PAZMIÑO

DIRECTOR: ING. ALEX GUZMÁN

Quito, mayo 2016

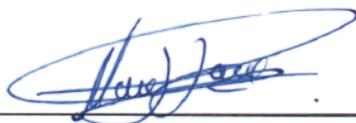
© Universidad Tecnológica Equinoccial 2016

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

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

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

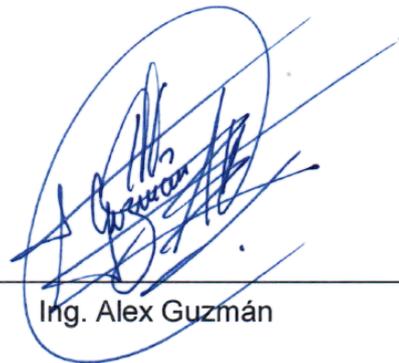


Marlon Paúl Larco Pazmiño

1718757022

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título, **“Implementación y adaptación de un comprobador de inyectores electrónicos diésel con aspirador, para complementar el banco de pruebas de inyectores diésel ya existente, para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial”** que, para aspirar al título de Ingeniero Automotriz fue desarrollado por **Marlon Paúl Larco Pazmiño**, bajo mi dirección y supervisión, en la facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.



Ing. Alex Guzmán

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1716331291

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida profesional.

A mi padre Marlon Larco y mi madre María Pazmiño, por su amor y dedicación, y hacer de mí una persona íntegra, doy gracias a Dios por sus vidas.

A mi hermana Brendy y mejor amigo David por todos sus consejos y ser mi fuerza en momentos críticos.

A mis dos abuelitas y abuelito Mamá Olguita, Mamá Michita y Papá Raúl, quienes hoy no se encuentran físicamente a mi lado, pero están siempre en mi corazón, gracias por animarme y no dejarme desistir en situaciones difíciles.

MARLON PAÚL LARCO PAZMIÑO

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fuerza y sabiduría para culminar con éxito este proyecto.

A mi director Ing. Cesar Padilla e Ing. Alex Guzmán por su valiosa guía, asesoramiento y apoyo para la realización de esta tesis.

Al Señor Eduardo Lema, propietario de Laboratorio Autodiesel Sur, quien abrió las puertas de su taller, para realizar mis pasantías y probar los equipos del proyecto.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial y a su Facultad de Ingeniería Automotriz por darme el privilegio de obtener una profesión con un gran sentido de humanidad y profesionalismo.

MARLON PAÚL LARCO PAZMIÑO

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718757022
APELLIDO Y NOMBRES:	LARCO PAZMIÑO MARLON PAÚL
DIRECCIÓN:	Juan Jácome S9-563 y Gaspar Lozano
EMAIL:	poolmax0205@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	022667839
TELÉFONO MOVIL:	0987221767

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN COMPROBADOR DE INYECTORES ELECTRÓNICOS DIÉSEL CON ASPIRADOR, PARA COMPLEMENTAR EL BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES DIÉSEL YA EXISTENTE, PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
AUTOR O AUTORES:	MARLON PAUL LARCO PAZMIÑO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	18 DE MAYO DEL 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. ALEX GUZMÁN
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>

TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AUTOMOTRIZ
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p> La presente tesis implementó un comprobador de inyectores diésel con su aspirador para equipar el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Actualmente los vehículos diésel vienen incorporados con el sistema Common Rail Diesel Inyeccion (CRDI), por lo cual, se recurrió a la implementación y adaptación de un comprobador para inyectores electrónicos, con aspirador, en el actual comprobador de inyectores existente en el taller de Ingeniería Automotriz. En el país existen vehículos diésel con sistema CRDI con diferentes marcas de inyectores pero se encontraron en mayor cantidad la marca Bosch, la marca Delphi y la marca Denso, por lo que este proyecto de tesis se enfocó a determinar su buen funcionamiento y posibles fallas en los inyectores. Lo que este proyecto buscó con la implementación de los equipos al taller de Ingeniería Automotriz es sacar el máximo de provecho al comprobador de inyectores mecánicos diésel ya existente. La necesidad de un banco de pruebas para inyectores electrónicos diésel en el taller de Ingeniería Automotriz convierte a este proyecto en factible, y en tal virtud, se comprobó el estado del equipo que se encuentra en la Universidad Tecnológica Equinoccial, y al verificar su buen estado se implementó y adaptó el equipo. Los equipos que se implementaron al banco de prueba de inyectores </p>

	<p>mecánicos fueron probados para garantizar su funcionamiento, para ello se realizaron algunas pruebas sacando el máximo de provecho de los mismos, y con parámetros similares a las pruebas realizadas se creó una guía práctica para los estudiantes de la Universidad Tecnológica Equinoccial.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Diésel, inyectores, equipos, comprobador, aspirador.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>This research is focused on the implementation of a Diesel- Injector Tester with its vacuum ejector in order to complete the workshop of Automotive Engineering of the "Universidad Tecnológica Equinoccial". Nowadays, diesel vehicles have a Common Rail Diesel Injection (CRDI), thus, therefore, the implementation and adaptation of an electronic tester for injector was used with vacuum cleaner, in the current existing injector tester in the workshop of Automotive Engineering ..In our country, there are diesel vehicles with a CRDI system that have different kinds of injector's brands, however, brands like Bosch, Delphi and Denso can be found in greater amounts. Therefore, this research sheds lights on determining the appropriate functioning and the possible failures in those injectors. That this project sought with implementation of equipment to Automotive Engineering workshop is to get the most out of the</p>

	<p>tester existing diesel power injectors. The need of a testing bank for electronic diesel injectors in the Automotive Engineering workshop demonstrates the factibility of this project, as a result, the equipment of the "Universidad Tecnológica Equinoccial" was tested, and verified. As good performance was verified, the equipment was adapted under the conditions of this investigation. The teams that will be implemented to test bench mechanical injectors must be tested to ensure operation for it some tests were performed taking full advantage of them, and with parameters similar to tests a practical guide was created for students of the "Universidad Tecnológica Equinoccial".</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Diesel, injectors , equipment, tester , vacuum cleaner .</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f:  _____
 LARCO PAZMIÑO MARLON PAUL

C.I. 1718757022

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **LARCO PAZMIÑO MARLON PAUL**, CI 1718757022 autor del proyecto titulado: **Implementación y adaptación de un comprobador de inyectores electrónicos diésel con aspirador, para complementar el banco de pruebas de inyectores diésel ya existente, para la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 18 Mayo de 2016

f:  _____

LARCO PAZMIÑO MARLON PAUL

1718757022

Quito,.....

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **NOMBRES COMPLETOS** con cédula de identidad N.-..... en calidad de Gerente General de..... autorizo a **NOMBRE DEL ESTUDIANTE**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “.....”, basada en la información proporcionada por la compañía.

f: _____

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS

NÚMERO DE CÉDULA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
1.4 ALCANCE.....	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MOTORES DIESEL	5
2.2. SISTEMA COMMON-RAIL.....	8
2.3. BOMBA DE ALTA PRESIÓN	9
2.4. SISTEMA DE INYECCIÓN DIÉSEL	10
2.4.1. TIPOS DE INYECCIÓN.....	11
2.5. PURGA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	13
2.6. FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	14

2.7.	LOS INYECTORES DIÉSEL	16
2.7.1.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	16
2.8.	TIPO DE INYECTORES	18
2.8.1.	INYECTORES DE ORIFICIOS	19
2.8.2.	INYECTORES DE TETÓN	22
2.9.	COMPROBADOR DE INYECTORES	23
2.10.	ASPIRADOR PARA COMPROBADOR DE INYECTORES	25
2.11.	COMPROBADOR DE INYECTORES ELECTRÓNICOS	26
2.11.1.	PARÁMETROS QUE SE VERIFICAN EN EL EQUIPO	27
2.11.2.	INYECTOR PIEZOELÉCTRICO	28
2.11.4.	INYECTOR BOSCH	30
2.11.5.	INYECTOR DENSO	31
3.	METODOLOGÍA	34
3.1.	COMPONENTES	34
3.2.	SERVICIOS	34
3.3.	MÉTODO ANALÍTICO	35
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1.	ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN	37
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	37
4.1.2.	COMPROBADOR ELECTRÓNICO PARA INYECTORES DIÉSEL 37	
4.1.3.	ASPIRADOR PARA COMPROBADOR DE INYECTORES	40
4.1.4.	CAÑERÍAS	40
4.1.5.	HERRAMIENTAS	41

4.2.	DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO	42
4.2.1.	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	42
4.2.2.	MANÓMETRO DE PRESIÓN.....	43
4.2.3.	VÁLVULA DE CIERRE.....	43
4.2.4.	PALANCA DE LA BOMBA	44
4.2.5.	CAÑERÍAS.....	44
4.2.6.	ACOPLES	45
4.2.7.	ASPIRADOR.....	47
4.2.8.	PASO DE AIRE.....	47
4.2.9.	MANGUERA DE AIRE	48
4.2.10.	MANGUERA DRENADO.....	48
4.2.11.	FUENTE DE VOLTAJE	49
4.2.12.	COMPROBADOR	49
4.2.13.	CABLES DE SEÑAL PARA LOS INYECTORES.....	50
4.2.14.	CABLE PARA CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN.....	50
4.2.15.	HERRAMIENTAS	51
4.3.	INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO	51
4.3.1.	INTRODUCCIÓN.....	51
4.4.	IDENTIFICACION DE SUS PARTES.....	58
4.5.	FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	62
4.6.	MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO YA ADAPTADO AL COMPROBADOR MANUAL	67
4.7.	INTRODUCCION	67
4.8.	RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL EQUIPO.....	68
4.9.	MODO DE USO	69
4.9.1.	LUGAR DE TRABAJO.....	69
4.9.2.	REVISAR CABLES DEL COMPROBADOR ELECTRÓNICO	70
4.9.2.	ASPIRADOR DIESEL.....	71

4.9.4. COMPROBADOR ELECTRÓNICO	71
4.10. PRUEBAS REALIZADAS EN EL EQUIPO.....	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
NOMENCLATURA O GLOSARIO	120
BIBLIOGRAFÍA.....	122
ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Ficha técnica del equipo	39
Tabla 2. Valores de la prueba	76
Tabla 3. Valores de la prueba	80
Tabla 4. Valores de la prueba	85
Tabla 5. Valores obtenidos en la prueba	89
Tabla 6. Valores obtenidos en la prueba	94
Tabla 7. Valores obtenidos en la prueba	98
Tabla 8. Valores de prueba (pre inyección)	103
Tabla 9. Valores de prueba (inyección piloto)	108
Tabla 10. Valores de prueba (inyección principal)	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Cuatro tiempos del motor diésel. (Sanz, 2007)	6
Figura 2. Sistema Common Rail (BOSCH, 2005).....	9
Figura 3. Bomba de Alta Presión, (Bosch, 2015)	10
Figura 4. Esquema de inyección directa, (Fullmecanica, 2014)	12
Figura 5. Esquema de inyección indirecta, (Fullmecanica, 2014).....	12
Figura 6. Purga, (Aficionados a la mecánica, 2014)	14
Figura 7. Filtros, (2016 All-Biz).....	15
Figura 8. Esquema del inyector diésel (CEAC,2008)	18
Figura 9. Inyectores diésel	19
Figura 10. Inyector de orificios (Sánchez, 2012)	20
Figura 11. Inyectores tipo IB e ID. (Sánchez, 2012).....	20
Figura 12. Inyectores tipo IBM e IA	21
Figura 13. Inyectores tipo IFK (Sánchez, 2012)	21
Figura 14. Inyector de tetón (Gil, 2008).....	22
Figura 15. Comprobador de inyectores	24
Figura 16. Aspirador para comprobador de inyectores Common Rail	25
Figura 17. Comprobador de inyectores electrónicos	26
Figura 18. Inyector piezoeléctrico (BOSCH R.).....	29
Figura 19. Inyector Dephi.....	30
Figura 20. Inyector Bosch	31
Figura 21. Inyector Denso	32
Figura 22. Comprobador electrónico de inyectores	38
Figura 23. Cables para cada tipo de inyector electrónico	38
Figura 24. Aspirador de combustible.....	40
Figura 25. Cañerías de combustible (Enrique Huerta, 2015.).....	41
Figura 26. Depósito de combustible	43
Figura 27. Manómetro de presión	43
Figura 28. Válvula de cierre	44
Figura 29. Palanca de la bomba	44

Figura 30. Cañería de presión.....	45
Figura 31. Acoples	45
Figura 32. Banco de pruebas armado	46
Figura 33. Aspirador	47
Figura 34. Paso de aire.....	47
Figura 35. Línea de aire	48
Figura 36. Manguera de drenado.....	48
Figura 37. Fuente de voltaje	49
Figura 38. Comprobador	49
Figura 39. Cables de señal	50
Figura 40. Cable de alimentación de voltaje.....	50
Figura 41. Herramientas	51
Figura 42. Preparación de los equipos.....	53
Figura 43. Prueba de inyector tipo Bobina (tiempo)	54
Figura 44. . Prueba inyector piezo eléctrico (tiempo)	55
Figura 45 Prueba inyector tipo bobina (golpe).....	56
Figura 46. Prueba inyector piezo eléctrico (golpe)	57
Figura 47. Teclado.....	58
Figura 48. Pantalla.....	58
Figura 49. Interruptor de encendido	59
Figura 50. Conexión de alimentación	59
Figura 51. Conexión piezo eléctricos	60
Figura 52. Conexión bobina	60
Figura 53. Cables de conexión.....	61
Figura 54. Cable de corriente.....	61
Figura 55. Conexión a 220V	62
Figura 56. Posición de cañerías.....	63
Figura 57. Selección de tipo de inyector	63
Figura 58. Enter	64
Figura 59. Selección deseada.....	64
Figura 60. Enter	65
Figura 61. Tiempo para inyectores.....	65

Figura 62. Prueba a realizar.....	66
Figura 63. Parámetros de prueba	66
Figura 64. Resultado de prueba.....	67
Figura 65. Partes del conjunto	68
Figura 66. Mesa de trabajo	70
Figura 67. Cables de conexión.....	70
Figura 68. Aspirador diésel	71
Figura 69. Comprobador electrónico.....	72
Figura 70. Conjunto armado	72
Figura 71. Selección tipo de Inyector	73
Figura 72. Selección de prueba a realizar	74
Figura 73. Selección de inyección.....	74
Figura 74. Selección de parámetros de prueba.....	75
Figura 75. Parámetro inicial de la prueba.....	75
Figura 76. Resultado final de la prueba.....	76
Figura 77. Gráfica de prueba de pulsos en el equipo	77
Figura 78. Selección tipo de Inyector	77
Figura 79. Selección de prueba a realizar	78
Figura 80. Selección de inyección.....	78
Figura 81. Selección de parámetros de prueba.....	79
Figura 82. Parámetro inicial de la prueba.....	79
Figura 83. Resultado final de la prueba.....	80
Figura 84. Gráfica de prueba realizada	81
Figura 85. Selección tipo de Inyector	81
Figura 86. Selección de prueba a realizar	82
Figura 87. Selección de inyección.....	83
Figura 88. Selección de parámetros de prueba.....	83
Figura 89. Parámetro inicial de la prueba.....	84
Figura 90. Resultado final de la prueba.....	84
Figura 91. Gráfica de prueba realizada	85
Figura 92. Selección tipo de Inyector	86
Figura 93. Selección de prueba a realizar	87

Figura 94. Selección de inyección.....	87
Figura 95. Selección de parámetros de prueba.....	88
Figura 96. Parámetro inicial de la prueba.....	88
Figura 97. Resultado final de la prueba.....	89
Figura 98. Gráfica de prueba realizada	90
Figura 99. Selección tipo de Inyector	90
Figura 100. Selección de prueba a realizar	91
Figura 101. Selección de inyección.....	91
Figura 102. Selección del tiempo de prueba	92
Figura 103. Parámetro inicial de la prueba.....	93
Figura 104. Resultado final de la prueba.....	93
Figura 105. Gráfica de prueba realizada	94
Figura 106. Selección tipo de Inyector	95
Figura 107. Selección de prueba a realizar	95
Figura 108. Selección de inyección.....	96
Figura 109. Selección del tiempo de prueba	96
Figura 110. Parámetro inicial de la prueba.....	97
Figura 111. Resultado final de la prueba.....	97
Figura 112. Gráfica de prueba realizada	98
Figura 113. Selección tipo de Inyector	99
Figura 114. Selección de prueba a realizar	100
Figura 115. Selección de inyección.....	100
Figura 116. Selección de parámetros de prueba.....	101
Figura 117. Parámetro inicial de la prueba.....	101
Figura 118. Resultado final de la prueba.....	102
Figura 119. Entrega en pre inyección.....	103
Figura 120. Datos de la prueba.....	104
Figura 121. Selección tipo de Inyector	104
Figura 122. Selección de prueba a realizar	105
Figura 123. Selección de inyección.....	106
Figura 124. Selección de parámetros de prueba.....	106
Figura 125. Parámetro inicial de la prueba.....	107

Figura 126. Resultado final de la prueba.....	107
Figura 127. Entrega en inyección piloto	108
Figura 128. Datos de pruebas.....	109
Figura 129. Selección tipo de Inyector	109
Figura 130. Selección de prueba a realizar	110
Figura 131. Selección de inyección.....	110
Figura 132. Selección de parámetros de prueba.....	111
Figura 133. Parámetro inicial de la prueba.....	111
Figura 134. Resultado final de la prueba.....	112
Figura 135. Entrega en inyección principal	112
Figura 136. Datos de prueba	113
Figura 137. Entrega en cada tipo de inyección	114
Figura 138. Entrega en cada tipo de inyección	115

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1.-	125
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DIÉSEL.	125
ANEXO 2.-	126
GUÍA PRÁCTICA.....	126
ANEXO 3.-	129
TIPOS DE INYECTORES DIÉSEL.	129
ANEXO 4.-	130
INYECTOR DELPHI	130

RESUMEN

La presente tesis implementó un comprobador de inyectores diésel con su aspirador para equipar el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Actualmente los vehículos diésel vienen incorporados con el sistema Common Rail Diesel Inyeccion (CRDI), por lo cual, se recurrió a la implementación y adaptación de un comprobador para inyectores electrónicos, con aspirador, en el actual comprobador de inyectores existente en el taller de Ingeniería Automotriz. En el país existen vehículos diésel con sistema CRDI con diferentes marcas de inyectores pero se encontraron en mayor cantidad la marca Bosch, la marca Delphi y la marca Denso, por lo que este proyecto de tesis se enfocó a determinar su buen funcionamiento y posibles fallas en los inyectores. Lo que este proyecto buscó con la implementación de los equipos al taller de Ingeniería Automotriz es sacar el máximo de provecho al comprobador de inyectores mecánicos diésel ya existente. La necesidad de un banco de pruebas para inyectores electrónicos diésel en el taller de Ingeniería Automotriz convierte a este proyecto en factible, y en tal virtud, se comprobó el estado del equipo que se encuentra en la Universidad Tecnológica Equinoccial, y al verificar su buen estado se implementó y adaptó el equipo. Los equipos que se implementaron al banco de prueba de inyectores mecánicos fueron probados para garantizar su funcionamiento, para ello se realizaron algunas pruebas sacando el máximo de provecho de los mismos, y con parámetros similares a las pruebas realizadas se creó una guía práctica para los estudiantes de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

ABSTRACT

This research is focused on the implementation of a Diesel- Injector Tester with its vacuum ejector in order to complete the workshop of Automotive Engineering of the "Universidad Tecnológica Equinoccial". Nowadays, diesel vehicles have a Common Rail Diesel Injection (CRDI), thus, therefore, the implementation and adaptation of an electronic tester for injector was used with vacuum cleaner, in the current existing injector tester in the workshop of Automotive Engineering ..In our country, there are diesel vehicles with a CRDI system that have different kinds of injector's brands, however, brands like Bosch, Delphi and Denso can be found in greater amounts. Therefore, this research sheds lights on determining the appropriate functioning and the possible failures in those injectors. That this project sought with implementation of equipment to Automotive Engineering workshop is to get the most out of the tester existing diesel power injectors. The need of a testing bank for electronic diesel injectors in the Automotive Engineering workshop demonstrates the factibility of this project, as a result, the equipment of the "Universidad Tecnológica Equinoccial" was tested, and verified. As good performance was verified, the equipment was adapted under the conditions of this investigation. The teams that will be implemented to test bench mechanical injectors must be tested to ensure operation for it some tests were performed taking full advantage of them, and with parameters similar to tests a practical guide was created for students of the "Universidad Tecnológica Equinoccia

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

La presente tesis es un aporte para el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial, es necesario complementar el banco de pruebas de inyectores mecánicos diésel que actualmente está en el taller con un comprobador electrónico y un aspirador para verificar el funcionamiento de los inyectores de control electrónico, inyectores electrónicos y piezoeléctricos.

El sistema de inyección en los motores ha evolucionado, y con ello los equipos apropiados para su comprobación. La carencia de éstos limita la formación completa de los estudiantes en cuanto al análisis, funcionamiento, las posibles fallas y soluciones que se puedan dar.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La falta de práctica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial en la verificación en un banco de pruebas para inyectores diésel, el inapropiado manejo para comprobar el funcionamiento del inyector, y que el combustible pulverizado en los inyectores es expulsado al ambiente, desperdiciando combustible y contaminando el área de trabajo; son factores que evidencian la necesidad del presente proyecto.

El conocimiento teórico y la práctica son necesarios, por tal motivo la necesidad de implementar el Comprobador para Inyectores de Control Electrónico y el Aspirador de Diésel como herramientas indispensables para realizar el debido procedimiento de verificación, que permitirá visualizar el trabajo de los inyectores y las posibles fallas dentro de los inyectores.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

En el marco de la presente tesis, se establece el objetivo general y los específicos para lograr el trabajo. Se dispone como objetivo general:

- Implementar y adaptar un comprobador de inyectores electrónicos diésel con aspirador, para complementar el banco de pruebas de inyectores diésel ya existente, para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Las metas concretas, se detallan a través de los siguientes objetivos específicos:

- Describir y entender el comportamiento del sistema de inyección en los motores diésel.
- Explicar la estructura y funcionamiento de los inyectores diésel.
- Describir el funcionamiento del banco de pruebas de inyectores diésel.
- Detallar el funcionamiento del comprobador de inyectores de control electrónico y el aspirador de diésel.
- Implementar el aspirador y el comprobador de inyectores electrónicos diésel.
- Realizar pruebas en el banco para verificar su óptimo funcionamiento.
- Desarrollar guías manejo para el uso adecuado del Comprobador Electrónico y del Aspirador.

1.4 ALCANCE

La revisión bibliográfica es muy importante, con el propósito de definir el funcionamiento de los bancos de pruebas y de los inyectores para motores diésel.

El comprobador electrónico y aspirador para inyectores diésel se adaptará en el banco de pruebas de inyectores diésel ya existente en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. MOTORES DIESEL

Kates y Luck (2003, pág. 46) sostienen que el motor diésel es un motor térmico de combustión interna en los cuales a cada cilindro se inyecta en forma de chorro pulverizado y el encendido se consigue debido a la elevada temperatura resultado de la compresión del aire al interior del cilindro.

En 1892, el alemán Rudolf Diesel (1858-1913) inventa y obtiene la patente por diseñar el motor diésel. En un inicio el motor de gasolina poseía muy poca eficiencia; pero, Rudolf Diésel estudió el porqué del bajo rendimiento del motor a gasolina y desarrolló un motor el cual lleva su nombre y su eficiencia es mayor.

Según Dominguez y Ferrer (2008) mantienen que a diferencia del motor de gasolina, no necesita chispa eléctrica para realizar combustión; es un motor térmico y alternativo cuya combustión se realiza al inyectar el gasóleo pulverizado a presión en la cámara o precámara. La temperatura que da inicio a la combustión es el resultado del alza de presión que se realiza en el tiempo de compresión del motor. El diésel se inyecta pulverizado en la parte superior de la cámara de compresión a una presión de alrededor 2000 bar, de forma que se mezcla con el aire a una temperatura alrededor de 700°C a 900° C y a una presión de un promedio de 45 bar. En efecto, la mezcla se enciende inmediatamente. El resultado de esta combustión hace que el gas ubicado en la cámara se expanda, propulsando el pistón que se encuentra en PMS hacia la parte inferior. “La biela propala dicho movimiento al cigüeñal, al que hace girar, convirtiendo el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.” (CEAC , 2008).

Hay motores diésel de dos y de cuatro tiempos. Los cuatro tiempos del motor diésel se explica de la siguiente manera: En el primer tiempo se aspira aire

hacia la cámara de combustión. En el segundo tiempo, de compresión, el aire se comprime a una fracción de su volumen original, lo que hace que se caliente hasta unos 600 °C. Al final de la fase de compresión se inyecta el combustible pulverizado al interior de la cámara de combustión, produciéndose el encendido a causa de la alta temperatura del aire. En el tercer tiempo, de expansión, la presión producida por la combustión del combustible empuja el pistón hacia abajo, transmitiendo la energía al cigüeñal. La cuarta fase escape, es similar que en los motores Otto. (Herrero, 2012). Como se observa en la figura 1

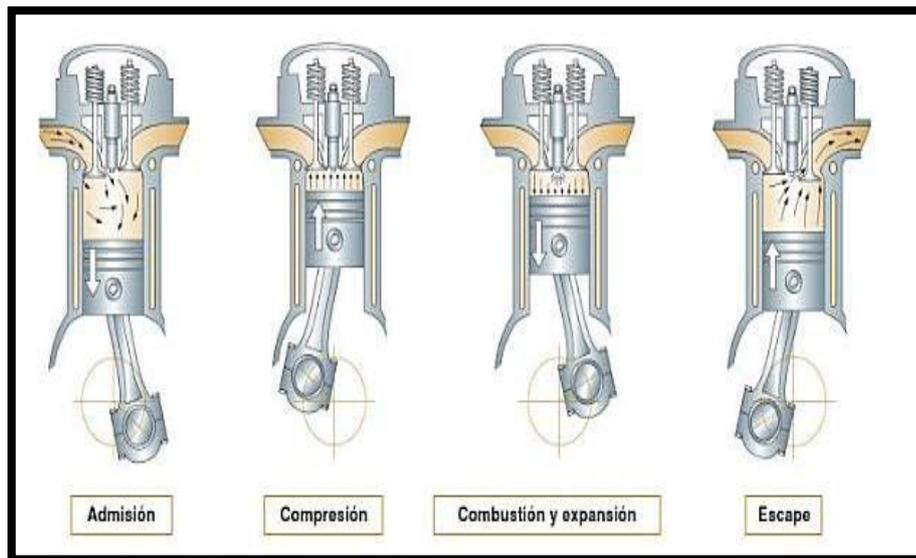


Figura 1.Cuatro tiempos del motor diésel. (Sanz, 2007)

La eficiencia de los motores diésel depende, en lo general, de los mismos factores que los motores a gasolina, y ésta es mayor que en los motores Otto, logrando superarlo en alrededor del 40%. Dicho valor se consigue con índices de compresión que van desde 16 a 1 hasta 25 a 1, por lo que es necesario que sea más robusto, y lo es, por lo general, son más pesados que los motores a gasolina. Esta desventaja se retribuye con una mayor eficiencia y el hecho de utilizar combustibles más económicos. (Dominguez , Ferrer, 2008)

Los motores diésel son motores lentos que llegan a un máximo de 3000 rpm, mientras los motores Otto trabajan de 2.500 a 5.000 rpm. Sin embargo,

algunos tipos de motores diésel (livianos) trabajan a velocidades semejantes a los motores de gasolina, pero que no llegan a sobrepasar las 4000 rpm. (BOSCH, 2010)

Diferenciado de los anteriores motores Diésel, que generan más ruido y producen gran cantidad de humo, la nueva generación de motores por sus características técnicas mejoradas nos brinda mejor desempeño en:

- Reducir ruido (silenciosos).
- Costos más bajos (económicos).
- Menos contaminantes (limpios).
- Trabajan a mayor rpm (rápidos)
- Seguros
- Más livianos

Para que el rendimiento del motor diésel sea más fiable y económico se es necesario contar con un sistema de inyección de alta precisión. Con este tipo de sistemas, a los cilindros del motor se inyecta a la presión necesaria y al momento adecuado el caudal de combustible que se requiere para alcanzar una determinada potencia. (Dominguez , Ferrer, 2008)

La regulación diésel, mecánica o electrónica actualmente nos brinda la posibilidad de dosificar el caudal de inyección correcto para cada tiempo de trabajo del motor, dando así el comienzo exacto de la inyección. (J.M., 2001)

La regulación electrónica diésel ofrece ciertas ventajas, ya que con su uso se mejoran diversos parámetros del motor y con ello se cuida el medio ambiente. (CEAC , 2008)

Con lo cual, se puede alcanzar, mayor rentabilidad, baja emisión de gases contaminantes y facilidad al momento de la conducción.

Para que el Sistema de Inyección Diésel nos brinde todos los beneficios y ventajas, necesita calidad de combustible, mantenimiento preventivo adecuado y la conducción adecuada del vehículo. (Bosch, 2005)

De esta forma el motor siempre recibirá el caudal de combustible adecuado a cada momento de funcionamiento, produciendo un mejor desempeño con menos consumo y bajando emisiones de gases contaminantes. (CEAC , 2008)

2.2. SISTEMA COMMON-RAIL

En los sistemas tradicionales de inyección diésel, es de suma importancia que la presión del combustible sea generada de forma individual en cada inyección. Pero, en este sistema, cuando se genera la inyección de presión se realizan por separado, esto quiere decir que el combustible estará siempre disponible y a la presión adecuada para su inyección. La bomba de alta presión se encarga de generar presión. Ésta comprime el diésel y lo envía por el orificio del riel por un conducto de alta presión, que hace el papel de acumulador de alta presión común para todos los inyectores. Es desde ahí donde, el diésel es distribuido en cada inyector que, inyecta en la cámara de combustión de cada cilindro. (BOSCH, 2007)

El sistema "Common Rail" consta de:

- Bomba de alta presión.
- Sensor de presión del conducto.
- Conducto distribuidor Common Rail
- Válvula limitadora de presión.
- Inyectores.
- Filtro de combustible.
- Depósito de combustible con filtro previo
- Unidad de control (ECU)
- Sensor de número de revoluciones del motor.
- Sensor de fase.
- Sensor de recorrido del pedal.
- Sensor de presión de la sobrealimentación.

- Sensor de la temperatura del aire.
- Sensor de la temperatura del motor.

La ECU con la ayuda de sensores rastrea la necesidad del conductor (posición del pedal del acelerador) y el comportamiento del motor y del vehículo. La Unidad de Control Electrónico (ECU) procesa las señales generadas por los sensores que se transmiten por medio de líneas de datos. La información generada, influye principalmente sobre el motor, controlando y regulando. El Sensor de Revoluciones del Cigüeñal (CKP) mide el número de revoluciones del motor, y el Sensor de Revoluciones del Árbol de Levas (CMP) determina el orden de encendido. Un potenciómetro como sensor del pedal acelerador se comunica con la ECU, a través de una señal eléctrica, el requerimiento de par motor realizado por el conductor. (Bosch, 2005). Como en la figura 2.

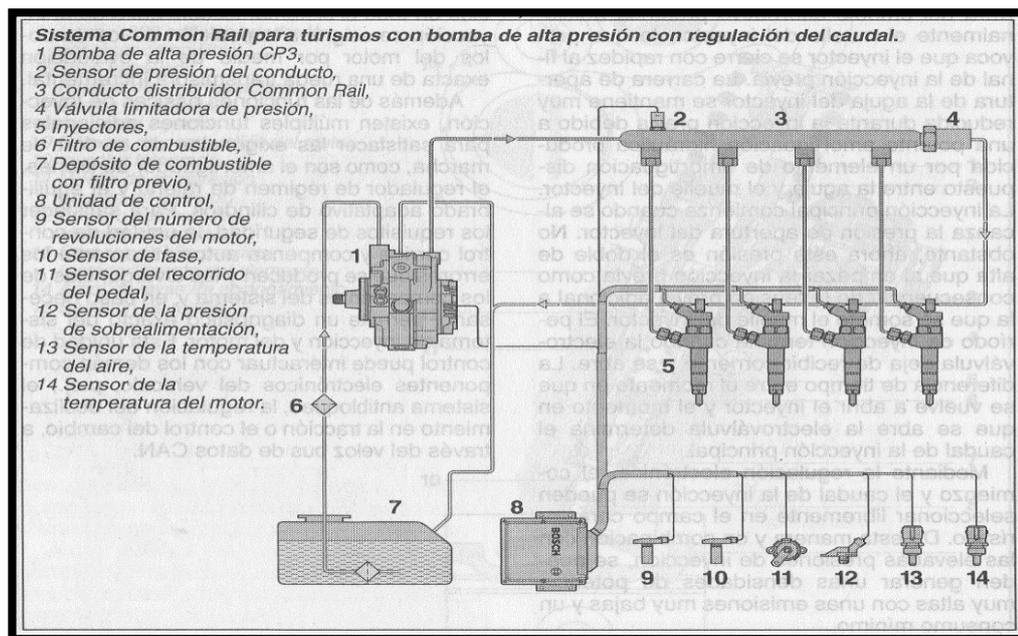


Figura 2. Sistema Common Rail (BOSCH, 2005)

2.3. BOMBA DE ALTA PRESIÓN

Esta bomba es diseñada con el principio de una bomba de émbolos radiales con 3 émbolos que se encuentran colocados a 120° entre sí

perpendicularmente, por la disposición en la que se encuentran los émbolos el caudal de transporte es proporcional al número de revoluciones. (Bosch, 2005)

La bomba utilizada en el sistema Common Rail trabaja con presiones un poco más elevadas de hasta 1600 bar. Esta bomba está diseñada para soportar grandes caudales de alimentación. (Bosch, 2005), como se observa en la figura 3.

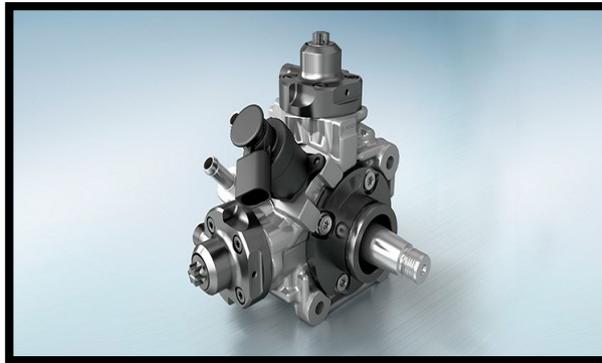


Figura 3. Bomba de Alta Presión, (Bosch, 2015)

2.4. SISTEMA DE INYECCIÓN DIÉSEL

En el proceso de combustión del diésel, el combustible es inyectado siempre directamente en la cámara de combustión con una presión en el inyector que va desde 200 bar hasta alrededor de 2000 bar. En el proceso de combustión en los motores con cámaras el combustible se inyectan con una presión relativamente baja de 365 bar en un cámara secundaria (inyección indirecta), pero principalmente el proceso de inyección más utilizado es cuando el combustible se inyecta con una presión mayor a 2000 bar en la cámara de combustión no dividida (inyección directa). (CEAC , 2008).

El proceso de inyectar combustible en el motor diésel parece simple, pero en realidad está rodeado de un número de particularidades que hacen de él, una

de las mejores conquistas tecnológicas realizadas por el hombre en la mecánica de precisión del siglo XX. Por mencionar que este sistema puede inyectar con gran exactitud y a altas presiones (entre 120 y 400 kg/cm²), volúmenes de líquido que llegan a compararse con el de la cabeza de un alfiler, con un comienzo y tiempo de duración muy preciso, con frecuencias que pueden llegar a más de 2000 ciclos por segundo, y por un período de millones de ciclos sin presentar falla alguna. Se suma a eso que la inyección se produce en una cámara donde hay combustión simultánea a la inyección, en un ambiente caliente, se pulveriza, dosifica y es esparcido homogéneamente donde en la cabeza del pistón genera una turbulencia debido a la geometría del mismo (CEAC , 2008).

2.4.1. TIPOS DE INYECCIÓN

En la Gestión Electrónica diésel se utiliza la "inyección indirecta" como la "inyección directa"

2.4.1.1. Inyección directa

El inyector inyecta diésel directamente sobre la cabeza del pistón. En su parte superior el pistón tiene un orificio de forma que provoca turbulencia en el aire y asegura una mezcla perfecta con el diésel inyectado como se observa en la figura 4. Y sabiendo que el número de orificios va de acuerdo a la cilindrada del motor siendo que a mayor cilindrada más orificios y viceversa. (CEAC , 2008)

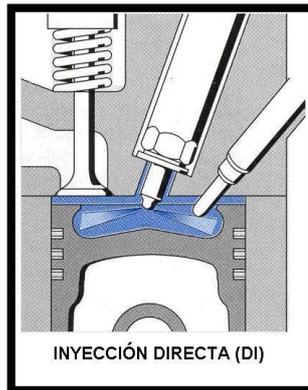


Figura 4. Esquema de inyección directa, (Fullmecanica, 2014)

2.4.1.2. Inyección de indirecta

El diésel es pulverizado por el inyector que está ubicado en una pre cámara (cámara de combustión separada) que se encuentra ubicada en la culata, y la cámara principal ubicada entre la culata y la cabeza del émbolo; estas se comunican mediante uno o más orificios. El aire en la compresión entra al orificio, como se observa en la figura 5, recorriendo las paredes de ella creándose turbulencia que favorece la mezcla con el diésel. Esto aumenta la relación de compresión hasta que se encuentran entre 21 y 23:1 (CEAC , 2008)

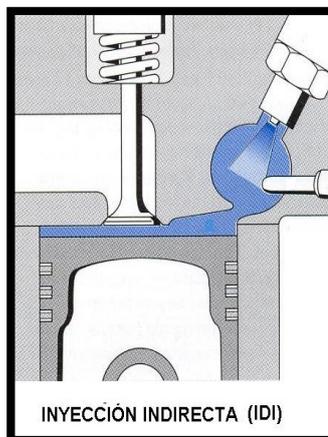


Figura 5. Esquema de inyección indirecta, (Fullmecanica, 2014)

2.5. PURGA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

Todos los elementos que componen el sistema de alimentación e inyección al igual que sus conectores deben ir siempre llenos de diésel, para un flujo continuo y funcione correctamente. (Bosch, 2005)

Para mantener la presurización y por ende el rendimiento óptimo del motor diésel, cada pieza que integra el sistema de alimentación e inyección debe estar llena de combustible. (Kates, Luck, 2003)

Una filtración produciría burbujas de aire en lugar de permitir su circulación normal. Cuando las burbujas ingresan en el compresor no pueden ser comprimidas en igual forma que el aire circulante, lo que hace reducir la presión final y por lo tanto se pierde potencia en el motor. Para eliminar estas burbujas es necesario realizar una purga del sistema, y para eso se debe llenar el tanque de combustible y abrir la llave de paso. De esta forma el diésel puede alcanzar la bomba de alimentación. Luego se debe aflojar en secuencia el tornillo para purgar el filtro, el de la bomba de inyección y cada uno de los racores de entrada de los inyectores. Entre cada uno de estos pasos es necesario utilizar las palancas manuales de la bomba de alimentación para que el combustible circule e inunde el sistema, purgando de a un componente a la vez hasta que el diésel salga sin burbujas. Cuando esto ocurra, la purga habrá terminado. (Bosch, 2005). La figura 6 muestra en donde se realiza la purga del sistema.

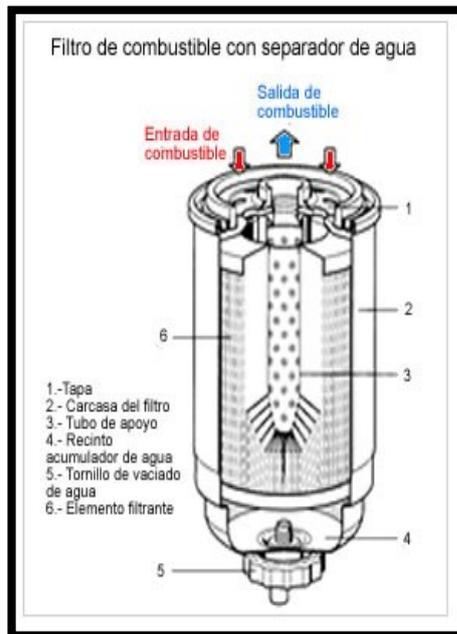


Figura 6. *Purga, (Aficionados a la mecánica, 2014)*

2.6. FILTRO DE COMBUSTIBLE

El diésel es la fuente de energía del motor, y tiene otras funciones importantes como:

- Refrigeración
- Lubricación

La función principal del filtro es proteger de impurezas el sistema de inyección en los vehículos diésel. Los filtros diésel atrapan las impurezas que se encuentran dentro del combustible las cuales tienen origen en distintas fuentes:

- En su producción, en el transporte, el almacenamiento.
- Cuando en el sistema de ventilación del depósito ingresan impurezas.
- Contaminación con las impurezas, en los conductos y en el depósito se presenta la oxidación la cual también influye a la misma.

- Condensación de agua en el depósito de combustible debido al cambio de temperatura.

Estos contaminantes pueden obstruir los sistemas de inyección, y puede desencadenar que el motor no funcione bien y se dañe.

La obstrucción del filtro de combustible:

Con la importancia que tiene el filtro de combustible, podemos imaginar que si estuviera obstruido o no filtrara como debe, tendría consecuencias tales como: pérdida de presión de inyección, obstrucciones de los inyectores y averías graves en las bombas de alta presión. Por lo anteriormente dicho, se recomienda realizar su cambio al tiempo que los fabricantes aconsejan e incluso, si se hace un cambio intermedio, siempre beneficiará al buen cuidado del sistema de alimentación de cualquier motor. (Kates, Luck, 2003). La figura 7 muestra la gran variedad de filtros de combustible.



Figura 7. Filtros, (2016 All-Biz)

2.7. LOS INYECTORES DIÉSEL

La misión de los inyectores es suministrar combustible pulverizado y dosificar el chorro de tal manera que el combustible se esparza igualmente en toda la cámara de combustión. Todos los inyectores funcionan bajo el mismo principio la diferencia entre cada inyector es su dimensión, la forma en la que sale el combustible, disposición en su entrada y retorno de combustible, y en cómo van anclados en la culata. (Bosch, 2005)

Se debe diferenciar entre inyector y porta-inyector y saber que el último alberga al primero, es decir, el inyector se encuentra fijo al porta-inyector y éste contiene además de los conductos y racores de llegada el retorno de combustible. Se debe destacar que los inyectores son elementos muy requeridos, conjuntamente cuerpo y aguja (elaborados con ajustes muy precisos y hechos el uno para el otro), que trabajan a 2000 aperturas por minuto y a temperaturas de entre 500 y 600 °C. (Kates, Luck, 2003)

2.7.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El combustible que proporciona la bomba de inyección llega a la parte superior del inyector y baja por el canal que se encuentra en la tobera o cuerpo del inyector hasta llegar a una pequeña cámara situada en la base, que cierra la aguja del inyector puesto sobre un asiento cónico con el respaldo de un resorte, que se encuentra en la parte superior de la aguja, que mantiene el conjunto cerrado. (Sanz, 2008)

El combustible, que se somete a una presión semejante a la del tarado del muelle, eleva la aguja e inyecta en el interior de la cámara de combustión. (Gil H. , 2008)

En la cámara de combustión del motor el inyector introduce el combustible con el que se alimentó a una alta presión por medio de la bomba de inyección. (BOSCH, 2007)

- Cuando la presión del combustible desciende, debido al final de la inyección en la bomba, el resorte regresa a su lugar la aguja sobre el asiento del inyector y detiene la inyección.
- El inyector posee cuerpo y aguja. Estos se encuentran acoplados con una precisión de ajuste de 2 a 4 micrones y se los utiliza únicamente como una unidad.
- El conjunto inyector/porta inyector va instalado en la culata del motor.
- El porta inyector sirve para fijar el inyector en la culata, y para estanqueizarlo frente a la cámara de combustión.
- El tubo de alimentación desemboca en el porta inyector. El cual tiene una unión para la salida de combustible

Para entender de una mejor manera el funcionamiento, en la figura 8, que se encuentra en la parte inferior, se puede ver un inyector de manera esquemática. El diésel proveniente de la bomba de inyección provee a una entrada del inyector, el diésel por medio de orificios de conducto que se encuentran en el cuerpo del inyector se dirige hacia una aguja en la parte inferior que obstruye el orificio de salida al ser empujada a través de una varilla por un resorte. Así el paso del diésel a la cámara de combustión está cerrada.

Cuando la presión en el conducto de entrada sube lo necesario por el impulso de la bomba de inyección, la presión vence la fuerza del resorte y levanta la aguja, de esta forma se abre el pequeño conducto de acceso a la cámara, y sale el diésel pulverizado por la parte externa inferior. La presión del combustible que ejerce en un área pequeña de la parte inferior de la aguja, una vez que la presión vence la fuerza del resorte entra a la cámara a la parte cilíndrica de la aguja de mayor área, la fuerza de empuje aumenta y la aguja es retirada de forma abrupta de su asiento. Esto

garantiza, que se realice rápidamente la apertura del inyector. El tornillo de regulación sobre el muelle posibilita comprimirlo en mayor o menor grado, con lo que permite la apertura del inyector con exactitud. La presión en el motor Diésel se puede encontrar hasta más de 400 Kg/cm². (Kates, Luck, 2003)

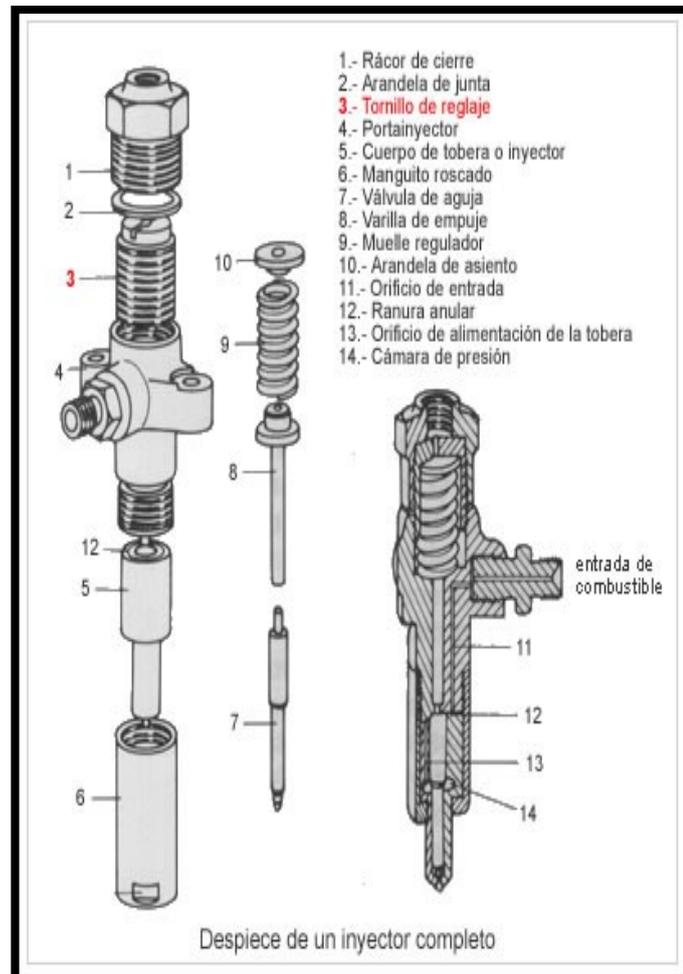


Figura 8. Esquema del inyector diésel (CEAC,2008)

2.8. TIPO DE INYECTORES

Existe una variedad de inyectores, dependiendo del sistema de inyección y del tipo de cámara de combustión que use cada motor como se observa en la

figura 9, sabiendo que todos manejan el mismo principio en su funcionamiento. (Sanz, 2008)



Figura 9. Inyectores diésel

Fundamentalmente se conocen dos tipos, y son los siguientes:

2.8.1. INYECTORES DE ORIFICIOS

Usualmente se los utiliza en motores de inyección directa.

Tienen un cono de estanqueidad, un asiento de inyector de forma muy peculiar en el cuerpo del inyector y un taladro ciego. Los inyectores de orificios se los elaboran con perforaciones múltiples como se muestra en la figura 10. También existen de un solo orificio. Siempre dependiendo de las condiciones de la cámara de combustión, el orificio por el que inyecta combustible el inyector de un solo orificio puede ubicarse al centra o a lo lateral. En los inyectores de múltiples orificios de inyección, éstos se ubican simétrica o asimétricamente. La presión con la que abre el inyector se encuentra generalmente entre 150 y 250 bar. (Manual CEAC del automóvil, 2008)



Figura 10. Inyector de orificios (Sánchez, 2012)

Dentro de este tipo de inyectores se encuentran algunas variaciones:

- Tipo IB e ID: inyectores normales en serie que se muestran en la figura 11.

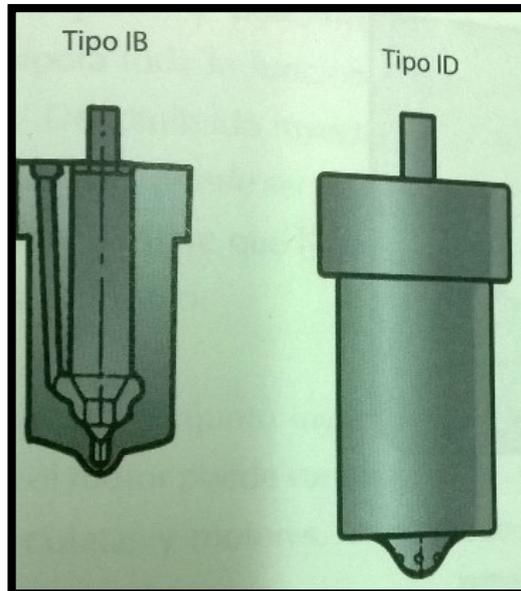


Figura 11. Inyectores tipo IB e ID. (Sánchez, 2012)

- Tipo IBM: inyectores de aguja larga como se observa en la figura 12.
- Tipo IBMA: inyector de aguja muy alargada

- Tipo IA: inyectores de cuerpo especial con orificios radiales que se muestra en la figura 12

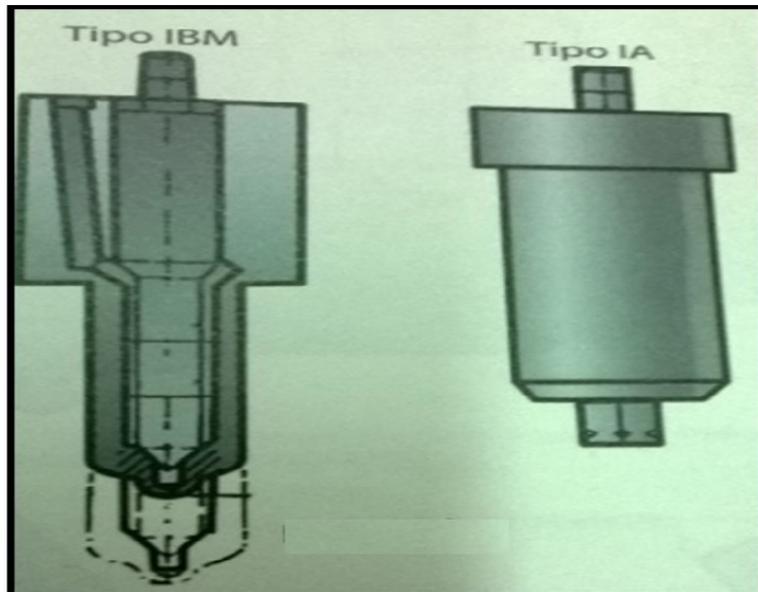


Figura 12. Inyectores tipo IBM e IA. (Sánchez, 2012)

- Tipo IFK: inyectores para porta-inyector AL-G, que se observa en la figura 13.

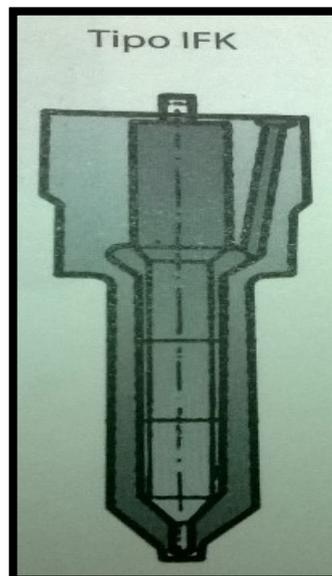


Figura 13. Inyectores tipo IFK (Sánchez, 2012)

2.8.2. INYECTORES DE TETÓN

Para motores de inyección indirecta, con los que se consigue un control de sección de descarga esto quiero decir depende directamente de la carrera de la guja. En motores con pre cámara, la mezcla se la realiza por medio de turbulencia de aire ayudada en forma apropiada por un chorro de combustible pulverizado. En los inyectores de tetón, la presión para abrir el inyector está alrededor de 110 y 135 bar. La aguja del inyector posee en su extremo un tetón de inyección que ayuda a la formación de una preinyección. Al momento de abrir el inyector, la aguja se levanta, e inyecta una pequeña cantidad de combustible que aumentará proporcionalmente con la apertura de la aguja del inyector como se observa en la figura 14, logrando de esta manera la máxima inyección de combustible cuando la apertura aguja se encuentra su máxima capacidad. El inyector de tetón y el estrangulador logran un funcionamiento más uniforme del motor, debido a que el aumento de presión de combustión es progresivo. (CEAC , 2008)

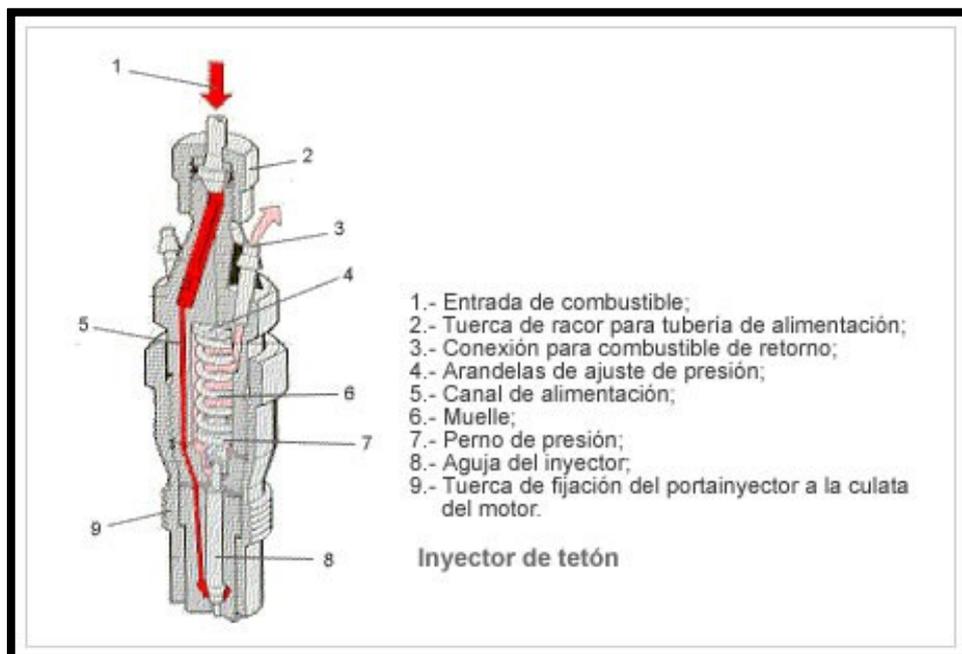


Figura 14. Inyector de tetón (Gil, 2008)

2.9. COMPROBADOR DE INYECTORES

Para que los inyectores funcionen en óptimas condiciones, deben ser sometidos a pruebas para regularlos y ésto se lo consigue mediante un comprobador de inyectores

2.9.1. CONSTITUCIÓN

El principal elemento del comprobador de inyectores es una bomba de alta presión, que tiene similitud a una bomba de inyección monocilindrica sin eje de accionamiento propio. Su accionamiento es manual, mediante una palanca como se observa en la figura 15.

2.9.1.1. Los elementos complementarios al equipo son :

Una llave de paso, manómetro, tuberías con acoples para conectar los inyectores al comprobador, un envase para recoger el combustible pulverizado.

2.9.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS

- El depósito, se colocará el líquido de pruebas el cual la bomba manual absorberá para realizar los diferentes análisis en el banco de pruebas.
- El manómetro, posee la escala en Kg. /cm., y también la gradación correspondiente en PSI.
- Una entrada que viene de la bomba y dos salidas: para el inyector y el manómetro
- Cuando la llave de paso se mueve en un sentido, el manómetro es marginado del circuito (se detiene el paso de diésel) moviendo la llave de paso en otro sentido la presión va al manómetro. Las tuberías están diseñadas para alta presión, con terminales de varios tamaños y roscas que se acoplan a los diversos tipos y marcas de inyectores, un envase plástico para cuando el combustible se pulverice para observar el diésel pulverizado.

2.9.2.1. Aplicación

El comprobador de inyectores hace posible realizar las siguientes pruebas: presión de apertura del inyectores, forma de pulverización y el ruido característico el manómetro

2.9.2.2. Conservación

Por ser un equipo de precisa constitución se lo debe emplear con cuidado y en un lugar apropiado. Que debe encontrarse protegido contra los efectos del polvo y la humedad.



Figura 15. Comprobador de inyectores

2.10. ASPIRADOR PARA COMPROBADOR DE INYECTORES

Este equipo que se muestra en la figura 16 permite mejorar la visibilidad al efectuar la prueba de los inyectores y al mismo tiempo, aspirar totalmente el combustible pulverizado durante la prueba, recogiéndolo en el depósito de recuperación y reduciendo al mínimo el riesgo de contaminación.



Figura 16. Aspirador para comprobador de inyectores Common Rail

- Recupera los vapores y el líquido en el momento de la verificación o del ajuste de los inyectores.

- Llegada de aire equipada con una llave de paso.
- Presión de alimentación: 6 bares.
- Dimensiones (L x l x A): 400 x 380 x 420 mm

2.11. COMPROBADOR DE INYECTORES ELECTRÓNICOS

El Comprobador de Inyectores electrónicos diésel que se observa en la figura 17 tiene como función principal comprobar el funcionamiento de los inyectores, enviando pulsaciones electrónicas las cuales realizan el trabajo que hace la ECU en un automóvil, al mandar la señal para la apertura, el cierre según la necesidad y requerimiento del auto y la exigencia del terreno. (Manual Operativo, 2010).



Figura 17. Comprobador de inyectores electrónicos

- Abre el inyector de acuerdo a la orden que se coloque en el tablero.
- Voltaje de alimentación de 220V

- Temperatura ambiente de 5° a 40°C
- Dimensiones del equipo (L x l x A): 216 x 235 x 94 mm.

2.11.1. PARÁMETROS QUE SE VERIFICAN EN EL EQUIPO

Procesos de inyección

A continuación se describe los distintos procesos de inyección los cuales se diferencian por la entrega de combustible al final de cada proceso.

2.11.1.1. Pre inyección

En la pre inyección al cilindro se manda un mínimo caudal de combustible de diésel (de 1 a 4 mm³), que origina una “preparación previa” de la cámara de combustión, y con ello mejora el rendimiento de la combustión y alcanza los siguientes efectos:

- La presión de compresión aumenta ligeramente
- Reduce el retardo de encendido de la inyección principal.
- Reduce el aumento de la presión de combustión y picos de presión de combustión.
- Esto disminuye el ruido, el consumo de combustible y, en muchos casos, las emisiones.

2.11.1.2. Inyección principal

Proporciona la energía para que el motor pueda realizar su trabajo. Es la que se encarga de generar el par motor. La presión de inyección se mantiene constante durante todo el proceso.

2.11.1.3. Inyección piloto

Subsecuente a la inyección principal en los tiempos de expansión o de escape, hasta 200° del cigüeñal después del PMS. Esta inyección introduce en los gases de escape una cantidad de combustible precisamente dosificada.

No siendo igual que la pre inyección y la inyección principal, el combustible no se quema, se evapora por el calor residual en los gases de escape y es conducida en el tiempo de escape, por las válvulas de escape.

2.11.2. INYECTOR PIEZOELÉCTRICO

El inyector tiene en su parte interna un dispositivo piezoeléctrico como se observa en la figura 18, que se encarga de producir el movimiento mecánico necesario para realizar la inyección de combustible.

Este tipo de inyectores tienen una velocidad de conmutación hasta cinco veces superior a los inyectores electromagnéticos, lo que le permite dosificar con mayor precisión la cantidad de combustible inyectado.

Este tipo de inyectores cuenta con algunas ventajas:

- Es más compacto lo que hace que el espacio de montaje sea más pequeño.
- Su peso se reduce casi a la mitad
- Los caudales de inyección previa se pueden reducir otra vez de forma considerable.
- Se reduce el ruido del motor.
- Aumenta la potencia del motor.
- Reduce las emisiones hasta un 20%.
- Reduce el consumo de combustible.

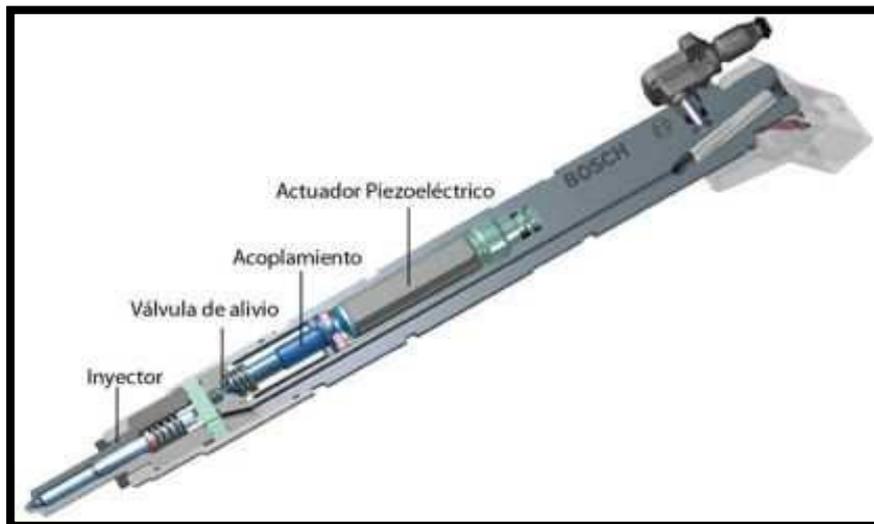


Figura 18. Inyector piezoeléctrico (BOSCH R.)

2.11.3. INYECTOR DELPHI

Función del inyector DELPHI el cual se muestra en la figura 19. El inyector del sistema Common Raíl es diseñado para responder a todas las exigencias a las que va a someter. Para ello, debe:

- Permitir inyecciones múltiples. (hasta 5 inyecciones por ciclo)
- Permitir inyectar cantidades cada vez más pequeñas (0,5mg/cp)
- Inyectar a presiones cada vez más elevadas (1800bar)
- Distribuir de manera homogénea la cantidad inyectada

Estas recomendaciones son posibles gracias a las evoluciones siguientes:

- Modificación del diámetro de estanqueidad del inyector.
- Modificación de los orificios de la placa separador.

A las modificaciones aportadas al inyector.

- Aumento del número de agujeros.
- Agujeros cónicos.

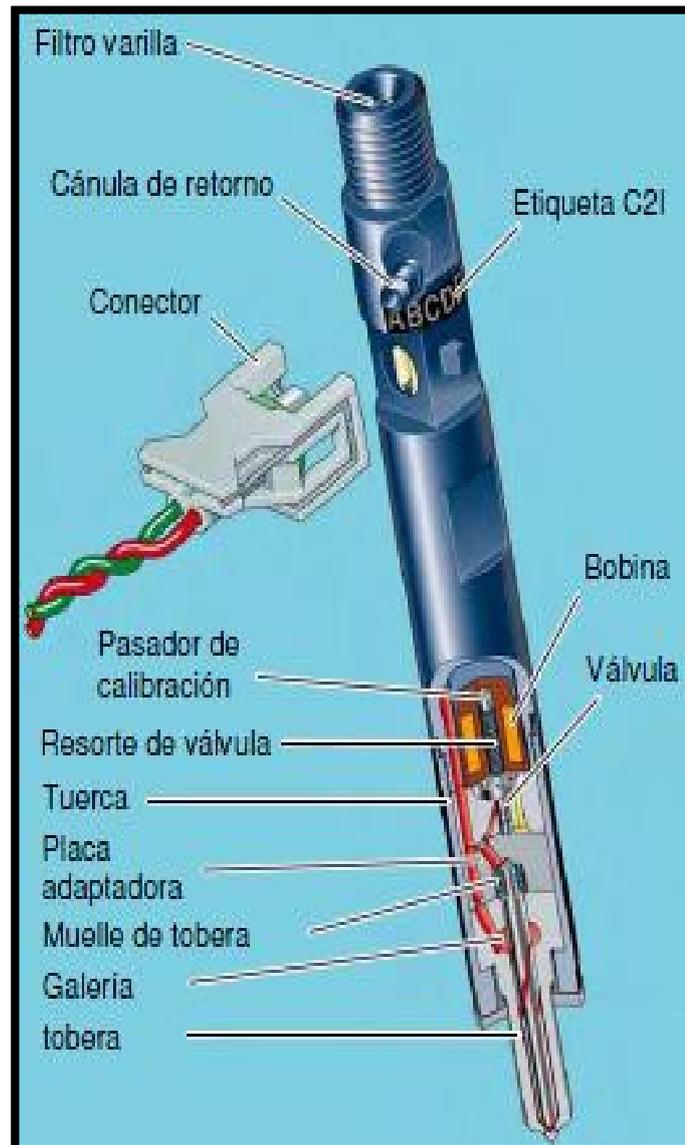


Figura 19. Inyector Dephi.

2.11.4. INYECTOR BOSCH

La figura 20 muestra el inyector el cual para realizar el trabajo de inyección, la bobina magnética del inyector trabaja con una frecuencia de 100Hz a 80V y 20A. Los capacitadores son los encargados de generar los valores de funcionamiento del inyector ya que están dentro de la unidad de mando. Debido al calentamiento de la caja de mando, por la carga y descarga de los capacitadores, la unidad de mando debe estar ubicada en un punto del motor que cuente con refrigeración.

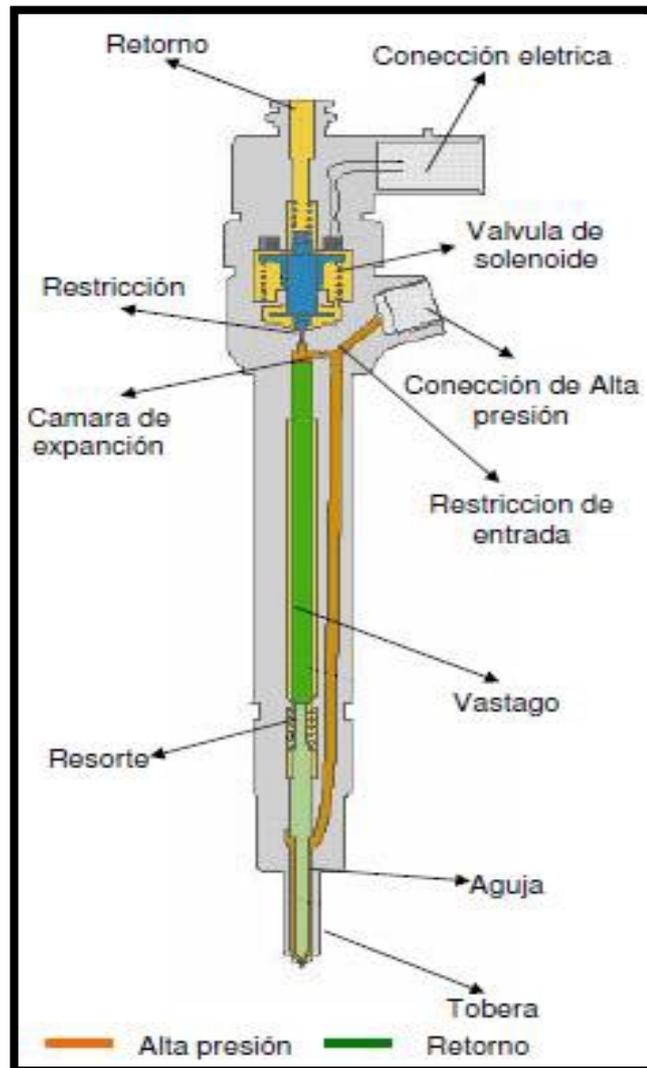


Figura 20. Inyector Bosch

2.11.5. INYECTOR DENSO

Funcionamiento del inyector DENSO.

La válvula de tres vías abre y cierra el orificio de salida para regular la presión de la cámara de control y controlar el principio y el final de la inyección.

No existe inyección, cuando no hay ninguna corriente al solenoide, la fuerza del resorte de la válvula es mayor a la presión de la cámara de control. Por lo tanto, la válvula de tres vías se presiona hacia abajo, cerrando el orificio de salida. Por ello, la presión de la cámara de control que se aplica al pistón de

mando provoca que el resorte de la tobera del inyector se comprima. Esto cierra la aguja de la tobera de inyección, sin permitir que se inyecte el combustible.

Inyección. Cuando la corriente es aplicada inicialmente al solenoide, la fuerza de atracción empuja la TWV hacia arriba, abriendo el orificio de salida y dando el paso al combustible a la cámara de control. Una vez que ingresa el combustible, la presión de la cámara de control disminuye, empujando hacia arriba al pistón de mando. Esto da como resultado la elevación de la tobera de inyección y empieza la inyección. El combustible que ingresa tras el orificio de salida pasa al tubo de fugas y por debajo del pistón de mando. El combustible que ingresa por debajo del pistón empuja a éste hacia arriba, de esta forma facilita a la apertura y cierre de la tobera de inyección. La figura 21 muestra la estructura interna del inyector.

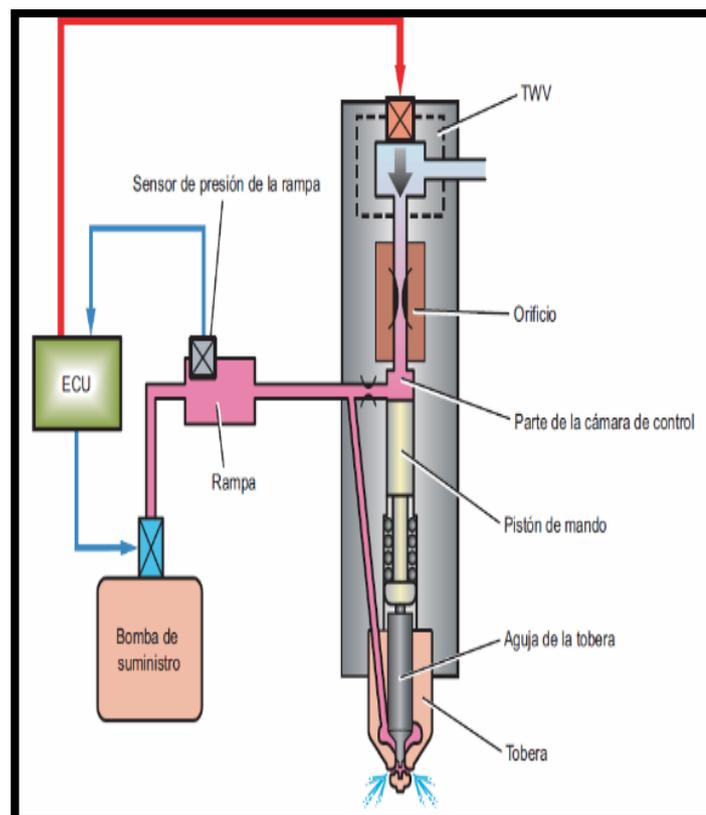


Figura 21. Inyector Denso

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto a realizar en la tesis, se identificó los objetivos a cumplir viendo la necesidad de practicidad del estudiante de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial y como la misma puede ayudar al estudiante a obtener una herramienta más en su preparación académica.

Para decidir qué equipo se va a utilizar en el desarrollo de este proyecto de tesis se identificaron ciertas variables que van a permitir tomar una decisión final de cuál equipo es el apropiado para solventar la necesidad del estudiante, para esto se tiene apoyo en el marco teórico abordado en la tesis, que es el resultado de la investigación en fuentes bibliográficas sobre tecnologías que se implementan en el campo automotriz (diésel), teniendo en cuenta que este debe tener concordancia con las necesidades y los objetivos planteados en el proyecto.

Dentro de este proyecto de tesis es necesario tomar en cuenta sus componentes y servicios.

3.1. COMPONENTES

Esta palabra es muy utilizada y según su uso adquiere diferente concepto, pero enfocándolo en la explicación de la metodología de esta tesis se la puede definir como el conjunto de elementos que al juntarse entre sí logran un objetivo final. Cada componente debe lograr una correlación entre todos sus elementos dentro del mismo proyecto, cada elemento debe ser organizado con prioridad permitiendo así su óptimo funcionamiento.

3.2. SERVICIOS

En este punto los componentes que conforman el proyecto a ser implementados ofrecen un mejor análisis de los inyectores, esto permite conocer sus beneficios y permite dimensionar como todos sus componentes ejecutan su función.

Para la implementación y adaptación de un comprobador electrónico diésel para inyectores, es necesario partir del método analítico de investigación, y poder desarrollar el proyecto de tesis de una manera correcta y de esta forma comprender con mayor claridad el funcionamiento de cada elemento que va a ser utilizado.

3.3. MÉTODO ANALÍTICO

Este método tiene como característica principal separar las partes de un todo para observar la naturaleza de cada elemento, ya que es necesario conocer sus partes y que trabajo realizan para tener en claro su función, cada elemento no es independiente siendo estos complementos.

Para realizar el método analítico es necesario realizarlo sistemáticamente mediante ciertas etapas:

- Observación
- Descripción
- Descomposición
- Enumeración de las partes
- Ordenación y clasificación

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

Teniendo claro los conceptos de cada elemento dentro del esquema de trabajo para el desarrollo del proyecto, paso a paso se va a describir y analizar cada elemento del equipo de comprobación a desarrollar.

4.1. ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Los equipos que se describen a continuación tienen como objetivo principal facilitar el diagnóstico del estado de los inyectores de mando electrónico diésel Bosch, Delphi y Denso (inyectores electrónicos) debido a que se observa con claridad el chorro de combustible pulverizado al momento de la inyección.

La implementación y adaptación del comprobador electrónico para inyectores diésel y su aspirador en el comprador de inyectores diésel mecánicos garantizaran un mejor aprendizaje por parte de los estudiantes, por este motivo se debe tener en claro para que sirve y que función tiene cada equipo.

4.1.2. COMPROBADOR ELECTRÓNICO PARA INYECTORES DIÉSEL

El equipo que se muestra en la figura 22 es un equipo que permite verificar la eficiencia del inyector tanto el “cammon rail” como el “piezoeléctrico”



Figura 22. Comprobador electrónico de inyectores

Comprobador electrónico de inyectores

El equipo tiene diferentes tipos de cables los que se observan en la figura 23 para cada marca de inyector:



Figura 23. Cables para cada tipo de inyector electrónico

La operación del equipo es sencilla, simple e intuitiva: solo basta con seleccionar la prueba a seguir, establecer los parámetros de tiempo, de inyección, frecuencia de funcionamiento y velocidad de apertura y cierre del inyector y tipo de inyección.

Se debe tener mucho cuidado en las conexiones eléctricas y con los cables que van directo al equipo ya que una mala conexión puede ocasionar un fallo o lo peor un daño en el todo el equipo, obligatoriamente el equipo debe ir

conectado a una fuente de 220v y 60 Hz porque de manera contraria el equipo no funcionará.

La tabla 1 muestra con mayor claridad las especificaciones del equipo antes mencionando brindando así mayor información del mismo.

Tabla 1. Ficha técnica del equipo

Voltaje / Grado de alimentación	230 V
Voltaje de prueba	Hasta 180 V
Comando de frecuencia del inyector	De 0,1 a 11 Hz
Dimensiones totales del equipo	216 x 235 x 94 mm
Peso total	2 Kg
Elementos comprobables	Electro inyector de bobina Electro inyector piezoeléctrico
Condiciones ambientales:	
Temperatura ambiente	Desde +5 a +40°C
Humedad relativa	Max 50% a +40°C Max 80% a +20°C

(SIRINI, 2010)

4.1.3. ASPIRADOR PARA COMPROBADOR DE INYECTORES

El equipo que se observa en la figura 24 sirve para visualizar de mejor manera el trabajo de los inyectores y la vez en que condición se encuentran los mismos, generando vacío para poder aspirar el combustible inyectado.

El equipo es un aporte para verificar el estado del inyector, además cuida la salud de la persona que lo va a utilizar, ya que evita la contaminación del ambiente, mantiene el lugar de trabajo limpio, y se puede trabajar con mayor tranquilidad y facilidad; también, una de las ventajas de este equipo es que no debe ir conectado a una fuente de voltaje para realizar su trabajo porque funciona conectado a una línea de aire.



Figura 24. Aspirador de combustible

4.1.4. CAÑERÍAS

Las cañerías en este sistema son de mucha importancia, tienen la función de llevar el combustible a todo el sistema por ello deben ser resistentes a la corrosión, a las altas temperaturas y no generar resistencia al paso de combustible y se muestran en la figura 25

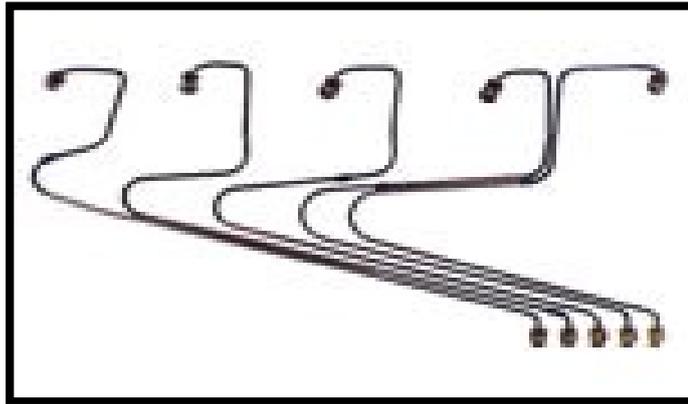


Figura 25. Cañerías de combustible (Enrique Huerta, 2015.)

4.1.5. HERRAMIENTAS

Las llaves de apriete son herramientas manuales que sirven para ajustar con precisión elementos como tornillos o tuercas que tienen cabezas hexagonales.

Existen varios tipos de llaves:

- De boca fija
- De boca ajustable
- De tubo

Las llaves de boca fija son herramientas las cuales ejercen un esfuerzo de torsión que se necesita para ajustar o aflojar tornillos que posean la cabeza que corresponde con la boca de la llave. Las llaves fijas tienen diversas formas y tienen una o dos cabezas con una medida diferente para que pueda apretar dos tornillos diferentes. Se incluyen en este grupo las siguientes:

- Llave mixta.
- Llave acodada.

- Llave de carraca.
- Llave de vaso o llave de dado.
- Llave de tubo.
- Llave en dos (española).
- Llave para tornillos de cabeza Allen.

4.1.5.1. Normas de uso de las llaves fijas

- Se debe utilizar siempre la llave exacta a la tuerca, porque, en caso de utilizar la llave incorrecta se redondea (aísla) la tuerca y luego no se podrá aflojar ni ajustar.
- Las tuercas deben apretarse lo necesario, sin aumentar con un tubo fuerza para su apriete.
- Para un mejor ajuste de las tuercas o tornillos es recomendable utilizar llaves fijas ya que estas garantizaran su apriete.

El material que compone todo tipo de herramientas suele ser una aleación de acero templado. Concretamente, las llaves son una aleación de acero con cromo y vanadio.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO

Para implementar y adaptar el equipo en el banco de prueba de inyectores mecánicos diésel; primero, se debe verificar si se encuentra en óptimas condiciones para su uso

Para ello se va a identificar cada elemento que lo compone y describirlo brevemente.

4.2.1. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

En la figura 26 se puede observar el depósito de combustible el cual almacenará el líquido (diésel) con el cual se realizarán las diferentes pruebas a los inyectores.



Figura 26. Depósito de combustible

4.2.2. MANÓMETRO DE PRESIÓN

En la figura 27 se observa el manómetro el cual se encarga de darnos la medida de la presión a la que trabaja el inyector ya sea kg/cm^2 o en Mpa.



Figura 27. Manómetro de presión

4.2.3. VÁLVULA DE CIERRE

Se la denomina válvula de cierre como se observa en la figura 28 ya que cierra el paso del combustible y a la vez evitar fugas al momento que se acabe de realizar las pruebas.



Figura 28. Válvula de cierre

4.2.4. PALANCA DE LA BOMBA

Este elemento que se muestran en la figura 29 es el encargado de subir al pistón que se encuentra dentro de la carcasa, ya que con la fuerza aplicada sobre la misma produce la inyección.



Figura 29. Palanca de la bomba

4.2.5. CAÑERÍAS

Las cañerías de presión que se muestra en la figura 30 son las encargadas de facilitar la unión del inyector al equipo, para ello deben resistir la presión que se genere.



Figura 30. Cañería de presión

4.2.6. ACOPLES

Es el encargado de unir el inyector con el banco de pruebas, sin generar mayor dificultad en su empleo y se puede observar de mejor manera en la figura 31



Figura 31. Acoples

Una vez que todos estos elementos se encuentren en su respectivo lugar para su empleo el banco de pruebas quedará de la siguiente forma como muestra la figura 32.



Figura 32. Banco de pruebas armado

Una vez que ya se cuenta con el banco de pruebas de inyectores mecánicos diésel armado se procederá a implementar y adaptar el comprobador electrónico y el aspirado para inyectores diésel.

Esto se lo va a describir paso a paso para tener una mejor idea de cómo va ubicado el equipo y que otros elementos se van a necesitar.

4.2.7. ASPIRADOR

Elemento donde se observa la inyección y se aspira el combustible inyectado, es el que se indica en la figura 33.



Figura 33. Aspirador

4.2.8. PASO DE AIRE

Como su nombre lo indica permite el paso de aire al aspirador el cual se muestra en la figura 34.



Figura 34. Paso de aire

4.2.9. MANGUERA DE AIRE

La manguera de aire permite el paso directo de aire soportando la presión de salida del aire desde su fuente, como se muestra en la figura 35.



Figura 35. Línea de aire

4.2.10. MANGUERA DRENADO

La manguera drenado que se observa en la figura 36 se conecta al aspirador una vez que el reservorio del equipo esté lleno.



Figura 36. Manguera de drenado

4.2.11. FUENTE DE VOLTAJE

Esta genera el voltaje necesario e indicado para el funcionamiento del comprobador y se muestra claramente en la figura 37.



Figura 37. Fuente de voltaje

4.2.12. COMPROBADOR

El comprobador ayuda a verificar el funcionamiento del inyector electrónico o piezoeléctrico el mismo se muestra en la figura 38



Figura 38. Comprobador

4.2.13. CABLES DE SEÑAL PARA LOS INYECTORES

Los cables de señal para los inyectores vienen con un conector especial para cada tipo de inyector (Bosch, Denso, Delphi, Siemens y piezoeléctrico) según la necesidad y cual se desee comprobar, los mismos se observan en la figura 39.



Figura 39. Cables de señal

4.2.14. CABLE PARA CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN

El cable para conexión de alimentación va directamente conectado al equipo el cual provee el voltaje necesario para el funcionamiento y se lo puede visualizar en la figura 40.



Figura 40. Cable de alimentación de voltaje

4.2.15. HERRAMIENTAS

Las herramientas que se muestra en la figura 41 forma parte indispensable para el ajuste de las cañerías.

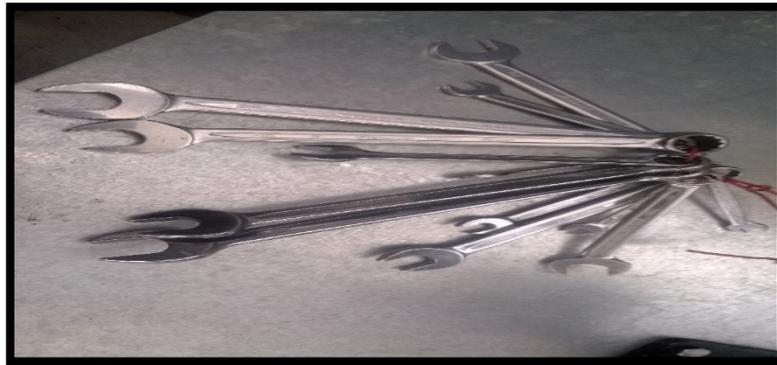


Figura 41. Herramientas

4.3. INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO

El siguiente instructivo brinda en forma clara el uso del Comprobador electrónico para inyectores diésel como del aspirador.

4.3.1. INTRODUCCIÓN

Estos equipos son utilizados para probar los dispositivos (inyectores) del sistema de inyección diésel (Cammon Rail); prueban los inyectores de bobina o piezoeléctrico, comprobando las condiciones eléctricas como mecánicas.

Las marcas específicas que utilizan este sistema son:

- Bosch
- Denso

- Delphi
- Siemens

En la prueba mecánica se verificará el inyector, si éste se encuentra inyectando o si existe retorno.

En la prueba eléctrica se verificará si la bobina se encuentra funcionando.

Para entender de mejor manera el modo de uso del equipo, los siguientes flujogramas que se encuentran en las figuras 42, 43, 44, 45, y 46 explican de mejor su funcionamiento:

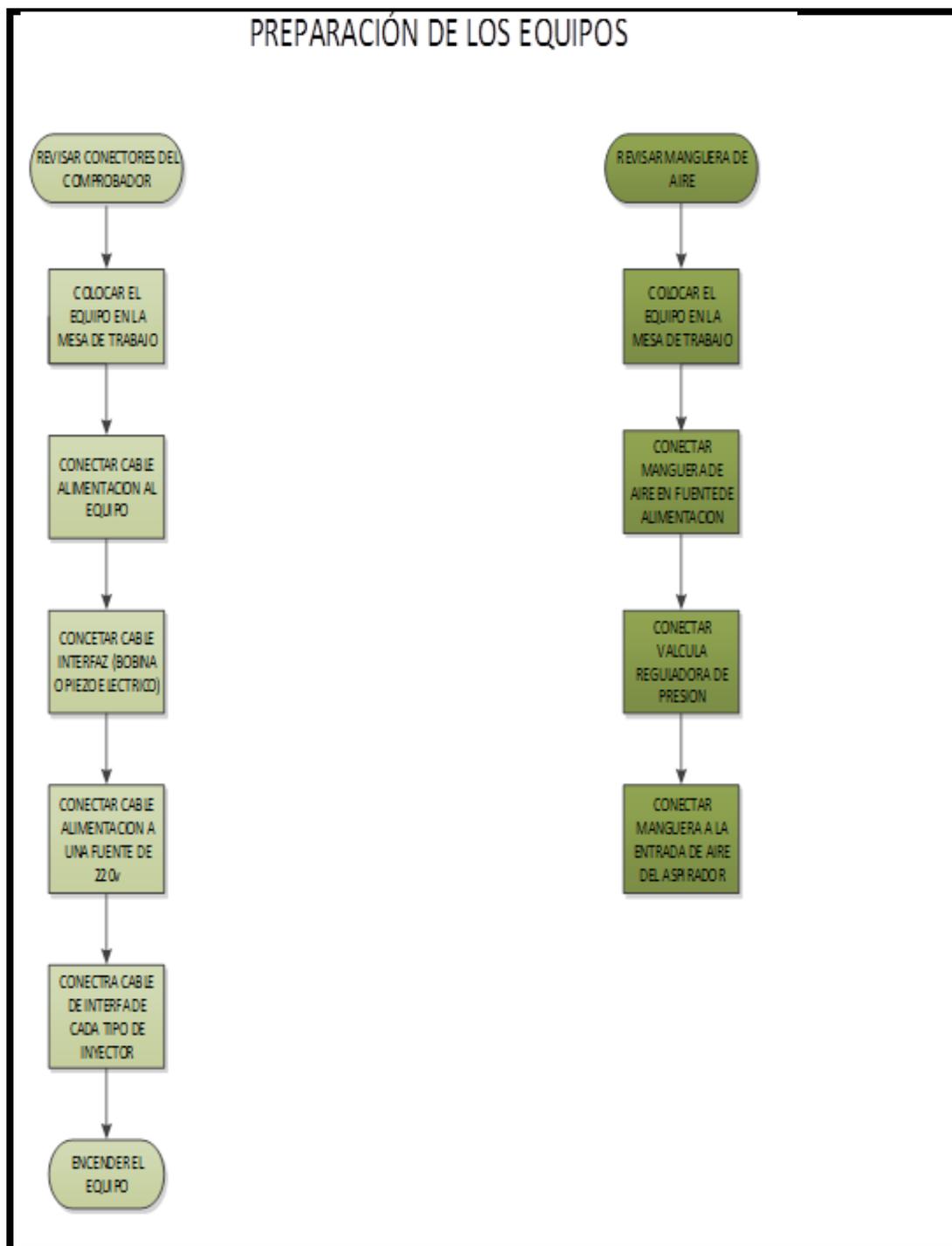


Figura 42. Preparación de los equipos

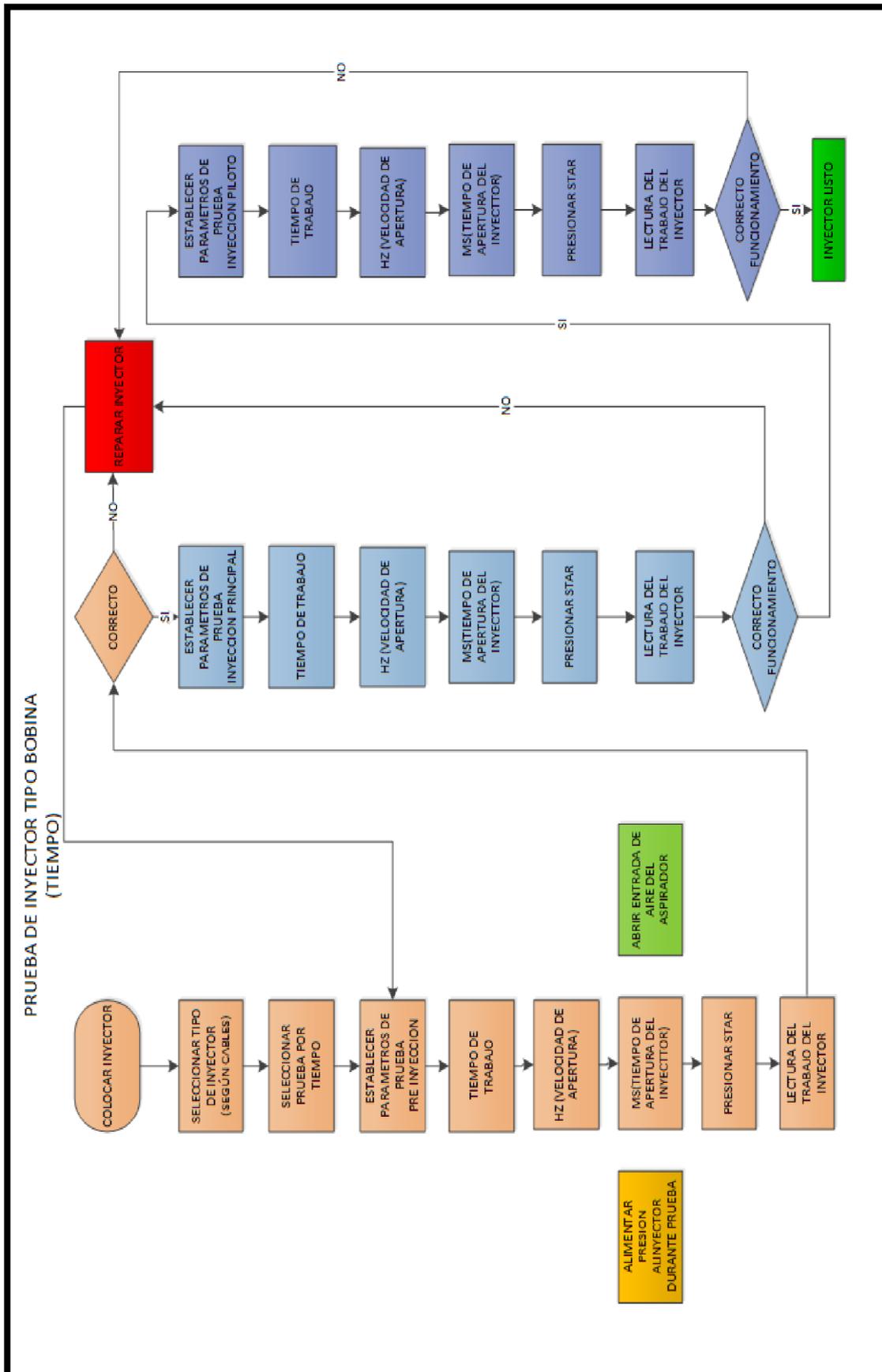


Figura 43. Prueba de inyector tipo Bobina (tiempo)

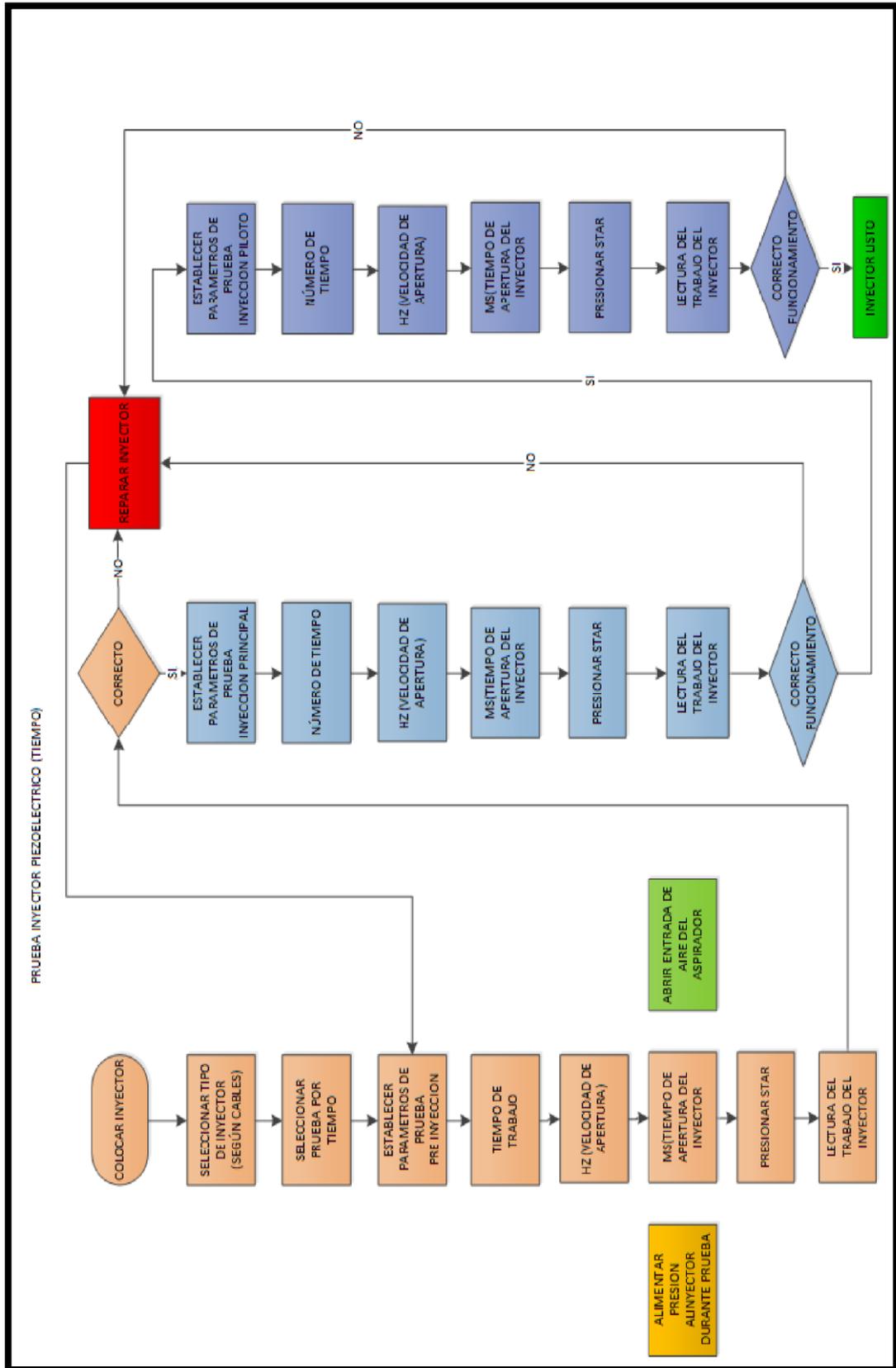
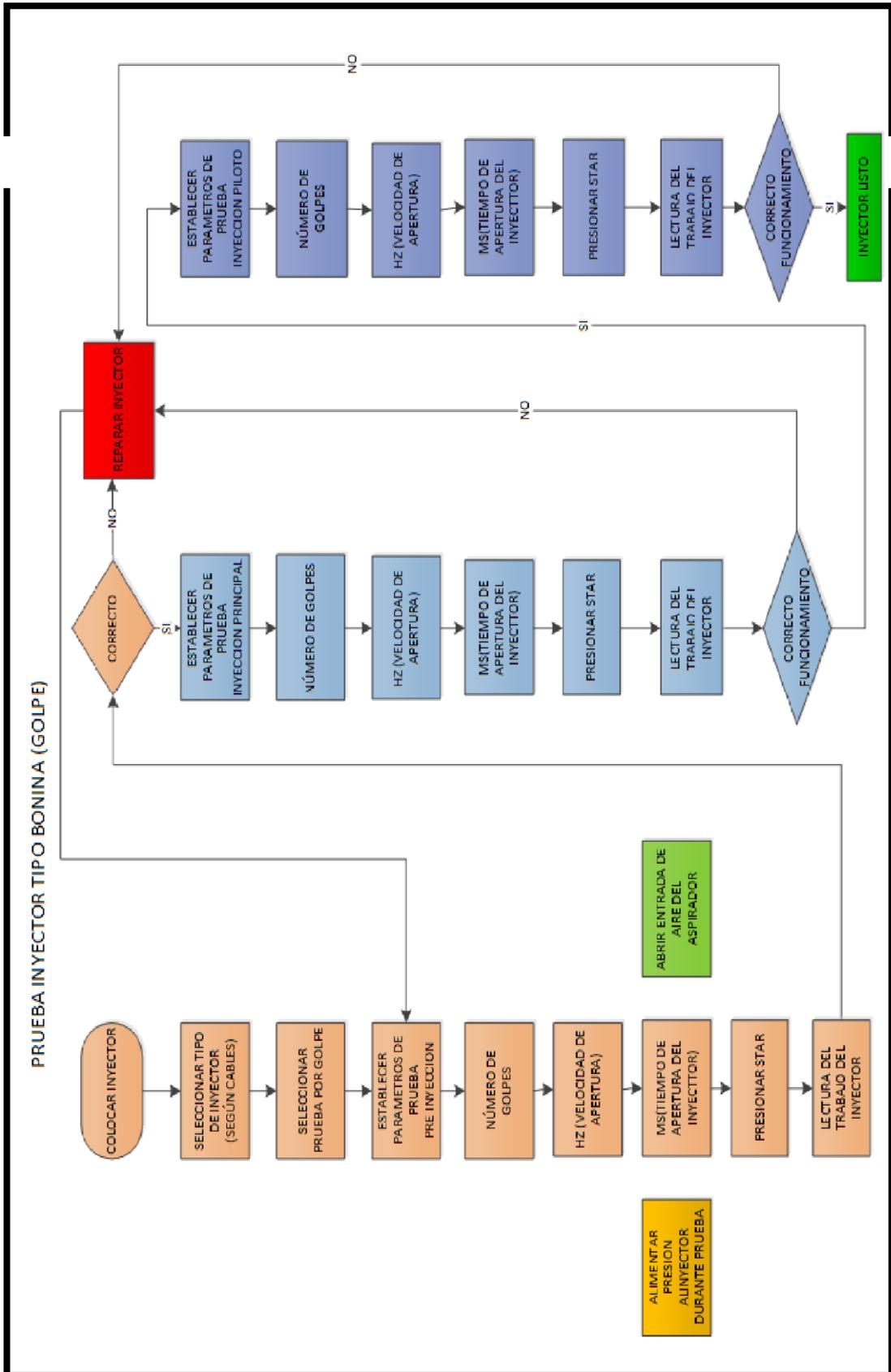


Figura 44. . Prueba inyector piezo eléctrico (tiempo)



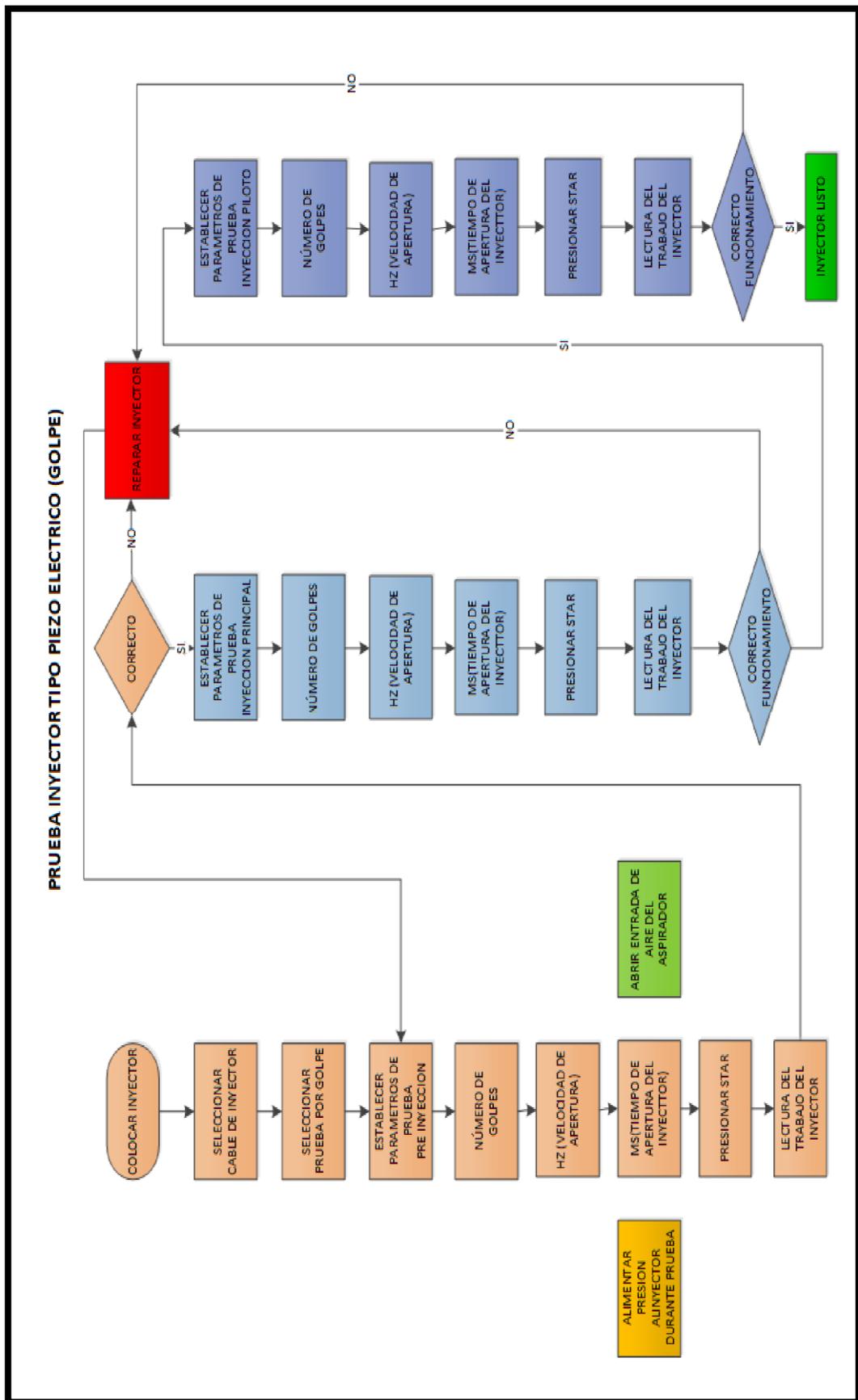


Figura 46. Prueba inyector piezo eléctrico (golpe)

4.4. IDENTIFICACION DE SUS PARTES

4.4.1. Teclas de selección o comando.

Las teclas que se pueden observar en la figura 47 sirven para seleccionar funciones a realizar con el equipo.

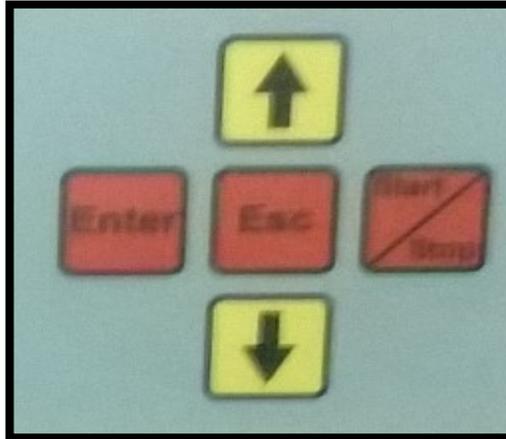


Figura 47. Teclado

4.4.2. Display LCD.

El Display es parte fundamental del equipo ya que en ella se observa todas las operaciones que pueden realizar en el equipo, y se lo observa en la figura 48.

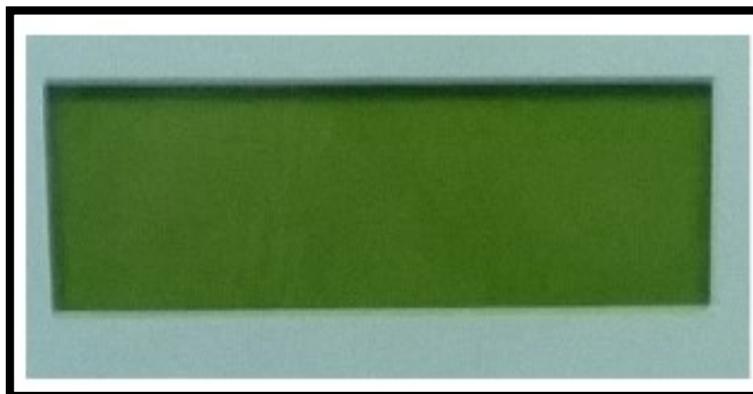


Figura 48. Pantalla

4.4.3. Interruptor de encendido

Ubicado en la parte posterior del equipo sirve para encender el equipo y así poder realizar las diferentes operaciones, como indica la figura 49



Figura 49. Interruptor de encendido

4.4.4. Conexión de alimentación

Es la entrada de alimentación de corriente al equipo tal como nos indica la figura 50.

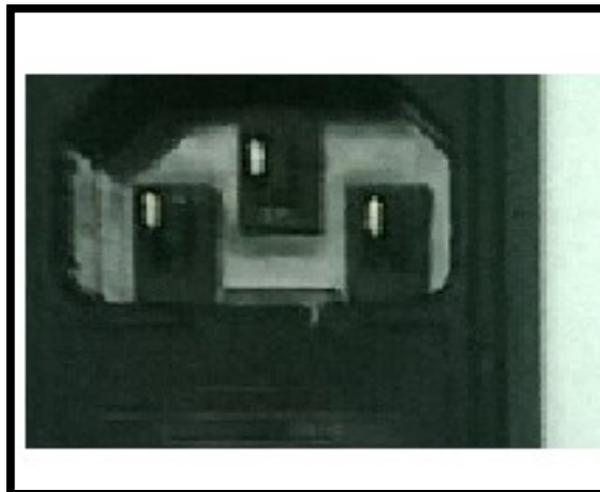


Figura 50. Conexión de alimentación

4.4.5. Orificio de conexión para inyectores piezoeléctricos

Lugar donde se conecta el cable de señal del tipo de inyector piezoeléctrico se observa en la figura 51.



Figura 51. Conexión piezo eléctricos

4.4.6. Orificio de conexión para inyectores de bobina

Lugar donde se conecta el cable de señal del tipo de inyector piezoeléctrico, como se muestra en la figura 52.



Figura 52. Conexión bobina

4.4.7. Cables para cada tipo de inyector

Cables de señal para inyectores de bobina (Bosch, Delphi, Denso) e inyector piezoeléctrico, los cuales se muestran en la figura 53.



Figura 53. Cables de conexión

4.4.8. Cable de fuente de corriente

Cable que va conectado a la fuente de alimentación del equipo, este se observa en la figura 54.



Figura 54. Cable de corriente

4.5. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

- Conectar los cables respectivamente donde corresponde
- Conectar el cable del equipo a una fuente de 220V, como se indica en la figura 55.



Figura 55. Conexión a 220V

Antes de comenzar a utilizar el equipo, revisar el estado del banco de pruebas mecánicos, el depósito del combustible y así asegurar la alimentación al inyector.

- Colocar la cañería de combustible en su posición, como se observa en la figura 56.

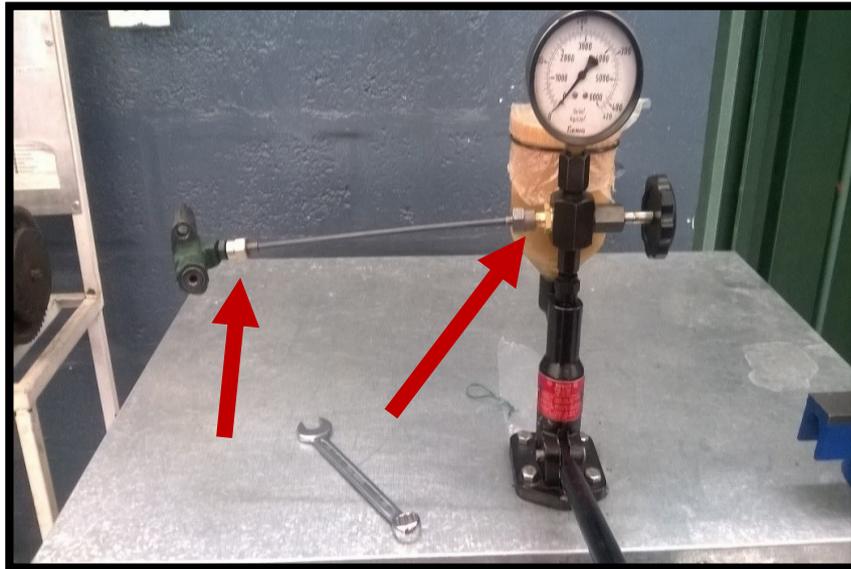


Figura 56. Posición de cañerías

- Presionar el interruptor de encendido
- Seleccionar con las teclas el tipo de inyector a probar, como indica la figura 57.



Figura 57. Selección de tipo de inyector

- Presionar enter para continuar como indica la figura 58

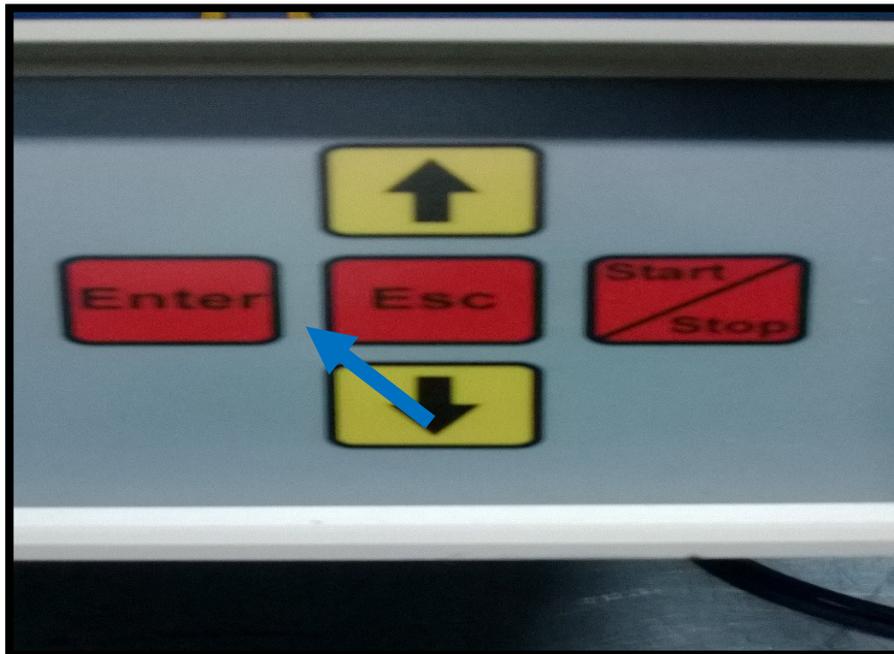


Figura 58. Enter

- Seleccionar la opción deseada (tiempo o golpe), como muestra la figura 59



Figura 59. Selección deseada

- Presionar enter para continuar, como indica la figura 60.

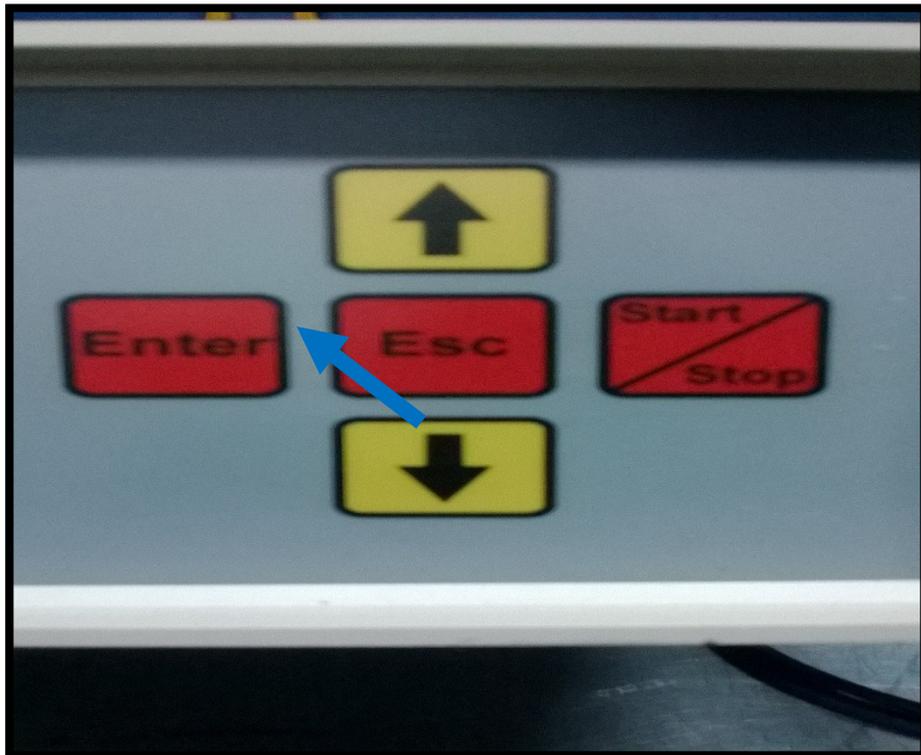


Figura 60. Enter

- Si la selección es tiempo, seleccionar el número de segundos que se desee que trabaje el inyector, como se observa en la figura 61.



Figura 61. Tiempo para inyectores

- Posterior a esto seleccionar el tipo de trabajo que se desee ver en el inyector (pre inyección, inyección principal e inyección piloto), tal como indica la figura 62.

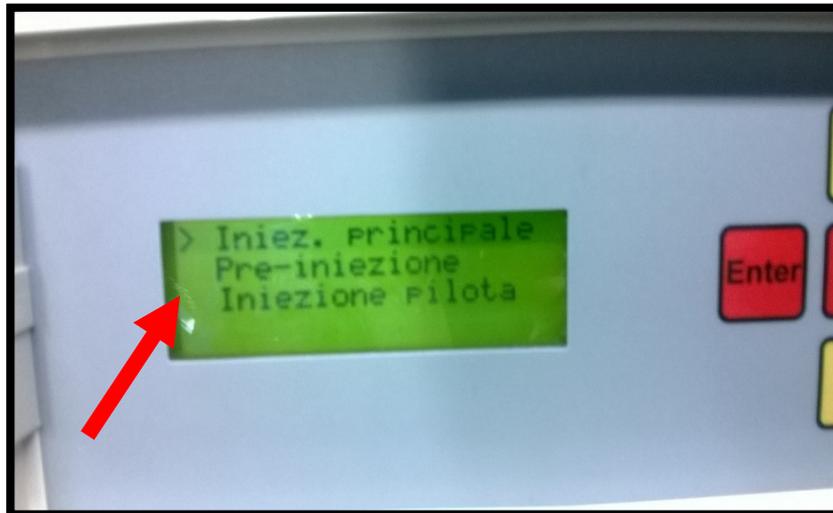


Figura 62. Prueba a realizar

- Establecer el parámetro para la prueba tal como se muestra en la figura 63.



Figura 63. Parámetros de prueba

- Los Hz establecen la velocidad de apertura
- Posterior a esto activar el aspirador de combustible.

Una vez conectado todo se procede a observar el trabajo realizado por el inyector como indica la figura 64.



Figura 64. Resultado de prueba

4.6. MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL EQUIPO YA ADAPTADO AL COMPROBADOR MANUAL

En el siguiente instructivo se detalla detenidamente cada paso a seguir para su óptimo funcionamiento

4.7. INTRODUCCION

El banco de pruebas de inyección manual que tiene la Universidad Tecnológica Equinoccial en el taller de Ingeniería Automotriz es la pieza clave con la cual los equipos tanto el comprobador electrónico de inyectores y el aspirador de diésel puedan funcionar y dar el uso que se desea, que es abarcar el estudio del sistema Common Rail y siendo concretos a estas tres marcas de inyectores:

- Denso
- Delphi
- Bosch

El conjunto puede realizar una prueba a la vez sea de un inyector Electrónico como Piezoeléctrico, para verificar sus condiciones eléctricas y mecánicas, verificando su estanqueidad y prueba de flujo ya sea por medio de la cantidad de golpes o por tiempo que dure la inyección.

4.8. RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL EQUIPO

El siguiente gráfico muestra de una manera más clara como es el montaje de los equipos en el banco de pruebas de inyectores diésel mecánicos, ver figura 65

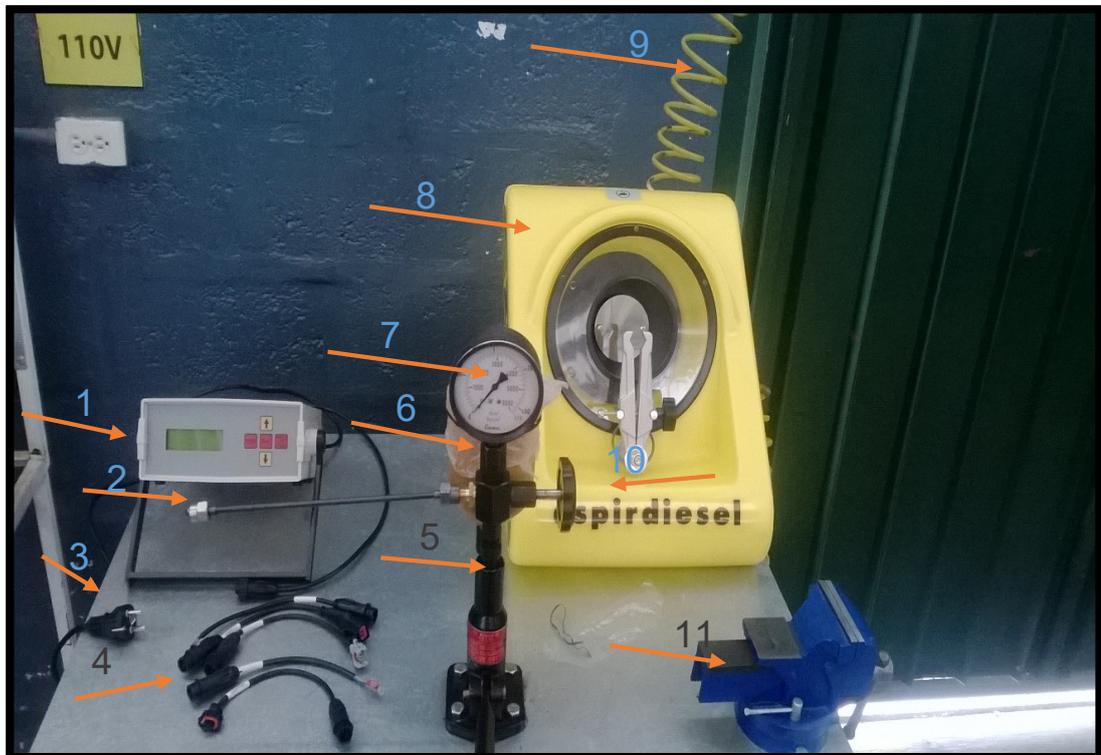


Figura 65. Partes del conjunto

- 1.- Comprobador electrónico para inyectores diésel.
- 2.- Cañería
- 3.- Enchufe del comprobador
- 4.- Cables de conexión para inyectores
- 5.- Comprobador manual de inyectores
- 6.- Depósito de combustible
- 7.- Manómetro de presión
- 8.- Aspirador de combustible
- 9.- Manguera de aire
- 10.- Válvula reguladora de presión
- 11.- Entenalla

4.9. MODO DE USO

4.9.1. LUGAR DE TRABAJO

Es importante siempre observar que el lugar que se va a ocupar en este caso la mesa donde se encuentra empotrado el comprobador como la entenalla se encuentre limpio y en orden, como lo indica la figura 66.



Figura 66. Mesa de trabajo

4.9.2. REVISAR CABLES DEL COMPROBADOR ELECTRÓNICO

Debemos tomar en cuenta que el cableado que tiene el equipo, es muy importante ya que de este depende en si el funcionamiento del equipo siempre y cuando se encuentren bien conectados tanto a la fuente o toma corriente que debe ser de 220V, como los cables de cada tipo de inyector y marca, ya sea electrónico (Bosch, denso, Delphi) o Piezoeléctrico, tal como se muestra en la figura 67.



Figura 67. Cables de conexión

4.9.2. ASPIRADOR DIESEL

El aspirador diésel es un equipo que a la vez que nos ayuda a mantener limpio nuestro lugar de trabajo, nos permite visualizar el momento en que se realiza la inyección con mayor claridad y con ellos poder verificar si algún orificio del inyector se encuentra tapado, se lo puede observar en la figura 68.



Figura 68. Aspirador diésel

4.9.4. COMPROBADOR ELECTRÓNICO

Este equipo es una de las piezas claves para poder realizar la comprobación de los inyectores tanto piezoeléctricos como los electrónicos, nos permite comprobarlos de dos maneras tanto en tiempo como en el número de aperturas del mismo, donde se va a poder observar su trabajo, con parámetros como el aumento de velocidad mientras se comprueba el inyector, el mismo se lo observa en la figura 69.



Figura 69. Comprobador electrónico

Una vez ya conectados los dos equipos al comprobador manual de los inyectores se revisa nuevamente los cables de conexión tanto los de señal como el de alimentación para el comprobador de inyectores diésel, como también comprobamos que la línea de aire que alimenta el aspirador diésel se encuentre bien conectado para que no exista fuga de aire cabe recalcar que el aspirador de ir conectado a un reductor de presión ya que este funciona a 6 bar de presión, generando un vacío el cual sirve para absorber el combustible sin necesidad de una fuente eléctrica de alimentación, los equipos ya implementados al banco se los observa en la figura 70.



Figura 70. Conjunto armado

4.10. PRUEBAS REALIZADAS EN EL EQUIPO

Las siguientes pruebas se realizaron para comprobar el funcionamiento del Comprobador de Inyectores electrónicos diésel, estas tienen como objetivo principal ofrecer al estudiante una base para sacar el mayor beneficio del equipo, dentro de las pruebas también se describe el modo de uso y parámetros con los que se realizan la pruebas en las diferentes funciones que el equipo brinda al estudiante, de tal manera que el estudiante saque mayor provecho del equipo, utilizándolo con la debida precaución y siempre siguiendo las instrucciones de manejo del mismo.

A continuación se observará con tablas de valores y sus respectivos gráficos del funcionamiento del equipo en las diferentes funciones que el equipo nos permite realizar.

Primero se empieza seleccionando el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se selecciona Bobina, como se observa en la figura 71.



Figura 71. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y seleccionar que tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se selecciona golpes como se observa en la figura 72



Figura 72. Selección de prueba a realizar

La figura 73 muestra selección del tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se empezará con pre inyección.

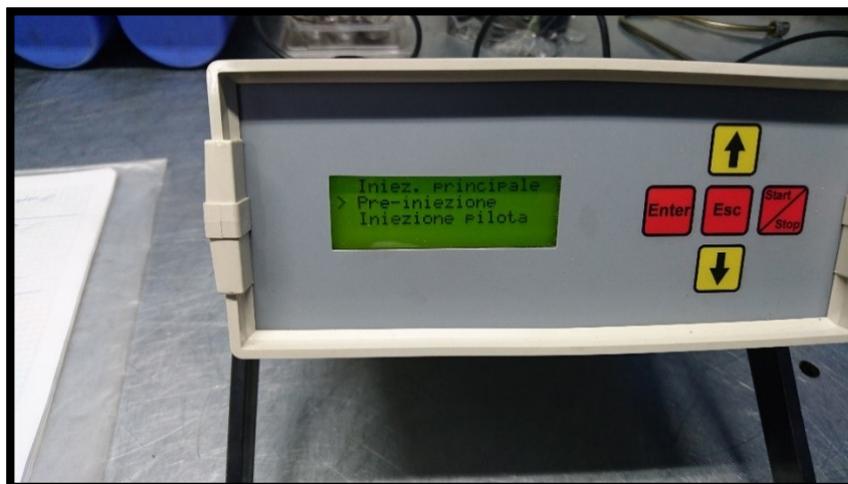


Figura 73. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elegirá la cantidad de golpes como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 300 golpes, como se observa en la figura 74

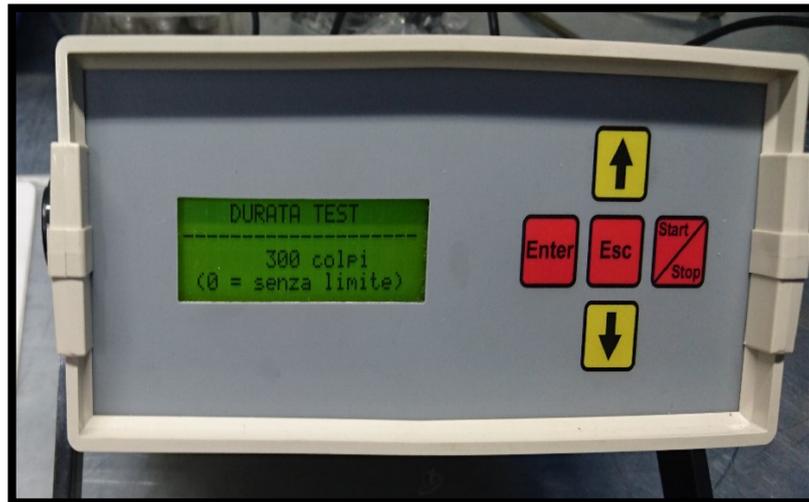


Figura 74. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para comenzar a realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 50 golpes se incrementará un Hz para determinar el tiempo en cada incremento de velocidad, como se observa en la figura 75.



Figura 75. Parámetro inicial de la prueba

Con el resultado final de la prueba, se procede a tabular y graficar los resultados para una lectura, como se observa en la figura 76.



Figura 76. Resultado final de la prueba

En la tabla 2, se indica los valores de pulsos y de frecuencia obtenidos en las pruebas el comprobador electrónico.

Tabla 2. Valores de la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	TOTAL
GOLPES	0	50	100	150	200	250	300
TIEMPO(SEG)	0	12	23	31	38	45	50

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 300 golpes como total, el cual se observa en la tabla anterior, al incrementar cada 50 golpes la frecuencia el tiempo disminuirá entre cada incremento de velocidad hasta llegar a 300 golpes, el tiempo total de trabajo del inyector es de 50 segundos.

En la figura 77 se observan las curvas según el incremento la velocidad del trabajo del inyector.

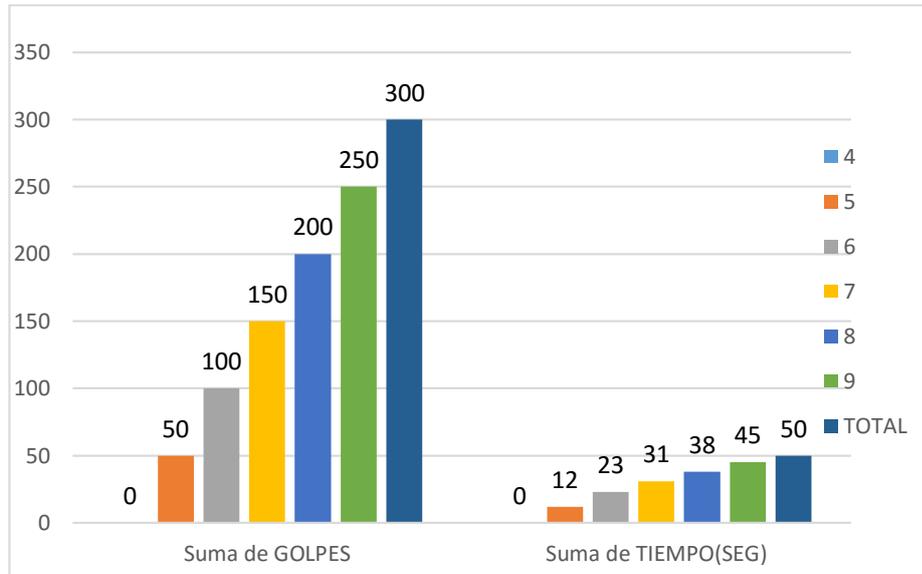


Figura 77. Gráfica de prueba de pulsos en el equipo

Primero se empieza seleccionando el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se selecciona Bobina, como se observa en la figura 78.



Figura 78. Selección tipo de Inyector

Una vez que se seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge que tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar golpes, como se observa en la figura 79.



Figura 79. Selección de prueba a realizar

La figura 80 muestra que tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se selecciona inyección piloto.



Figura 80. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elegirá la cantidad de golpes como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 300 golpes como indica la figura 81.



Figura 81. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 50 golpes se incrementara un Hz para determinar el tiempo en cada incremento de velocidad, como se observa en la figura 82.



Figura 82. Parámetro inicial de la prueba

El resultado final de la prueba, es el que se muestra en la figura 83.



Figura 83. Resultado final de la prueba

Con el resultado final de la prueba, se procede a tabular y graficar los resultados para una lectura.

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 300 golpes como total, el cual se observa en la tabla 3, al incrementar cada 50 golpes la frecuencia el tiempo disminuirá entre cada incremento de velocidad hasta llegar a 300 golpes, el tiempo total de trabajo del inyector es de 50 segundos

Tabla 3. Valores de la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	TOTAL
GOLPES	0	50	100	150	200	250	300
TIEMPO(SEG)	0	12	23	31	38	45	50

En la figura 84 se observa las curvas según se fue incrementando la velocidad de trabajo del inyector.

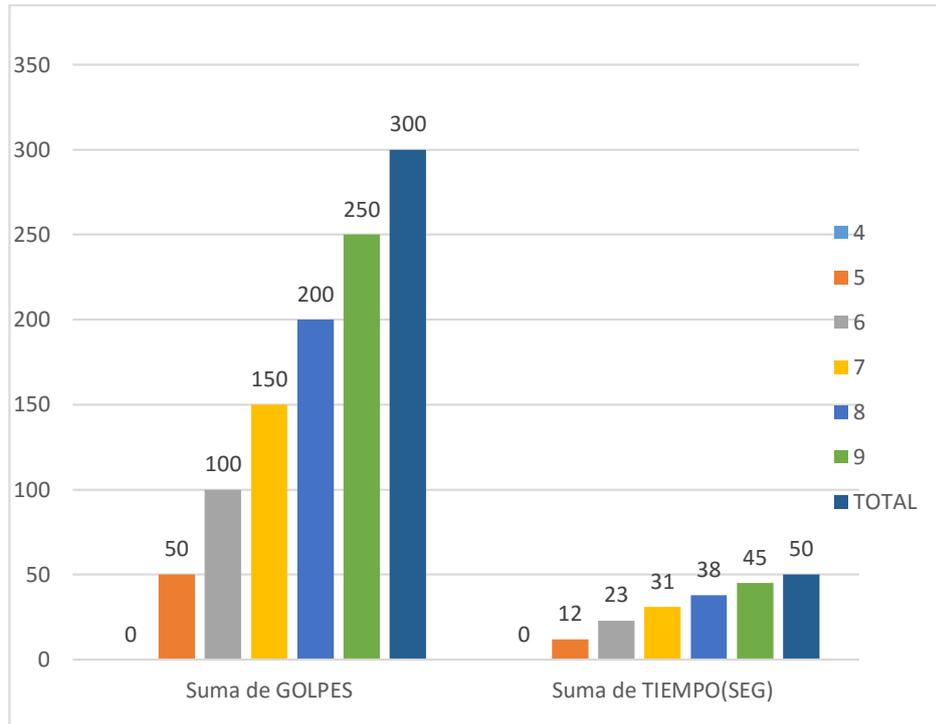


Figura 84. Gráfica de prueba realizada

Primero se empieza seleccionando el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se selecciona Bobina, como se observa en la figura 85.



Figura 85. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar golpes, como se observa en la figura 86.



Figura 86. Selección de prueba a realizar

La figura 87 se selecciona el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se probará con inyección principal.



Figura 87. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se escoge la cantidad de golpes como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, con 300 golpes se realizará la prueba, como se observa en la figura 88.



Figura 88. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 50 golpes se incrementara un Hz para determinar el tiempo en cada incremento de velocidad, como se observa en la figura 89.



Figura 89. Parámetro inicial de la prueba

Con el resultado final de la prueba, procedemos a tabularlos y graficar los resultados para una lectura, como se observa en la figura 90.



Figura 90. Resultado final de la prueba

Con el resultado final de la prueba, se procede a tabular y graficar los resultados para una lectura.

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 300 golpes como total, el cual se observa en la tabla 4, al incrementar cada 50 golpes la frecuencia el tiempo disminuirá entre cada incremento de velocidad hasta llegar a 300 golpes, el tiempo total de trabajo del inyector es de 50 segundos.

Tabla 4. Valores de la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	TOTAL
GOLPES	0	50	100	150	200	250	300
TIEMPO(SEG)	0	12	23	31	38	45	50

En la figura 91 se observa las curvas según se fue incrementando la velocidad de trabajo del inyector.

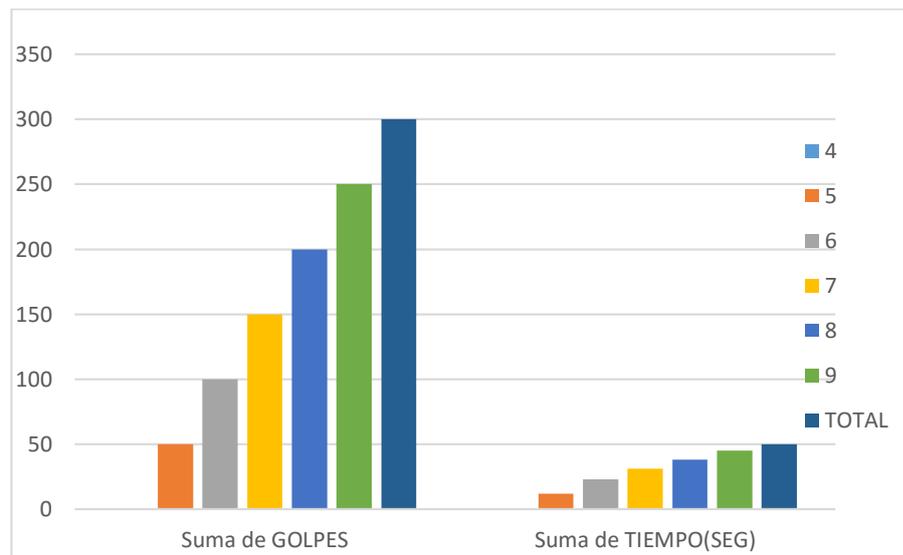


Figura 91. Gráfica de prueba realizada

Las pruebas realizadas anteriormente fueron efectuadas con un parámetro en común que fue 300 golpes, con lo que en cada 50 golpes se incrementa la velocidad por lo consiguiente el tiempo de trabajo del inyector en cada periodo de 50 golpes, y dando como resultado un tiempo total de trabajo de 50 seg.

A continuación se efectuaran pruebas que tendrán como parámetro en común el tiempo que será de 70 seg. en cada prueba que se realice en los diferentes tipos de inyección que el equipo nos permite comprobar.

Primero se selecciona el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se selecciona Bobina, como se observa en la figura 92.



Figura 92. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge el tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 93



Figura 93. Selección de prueba a realizar

La figura 94 muestra el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se empezará con pre inyección.

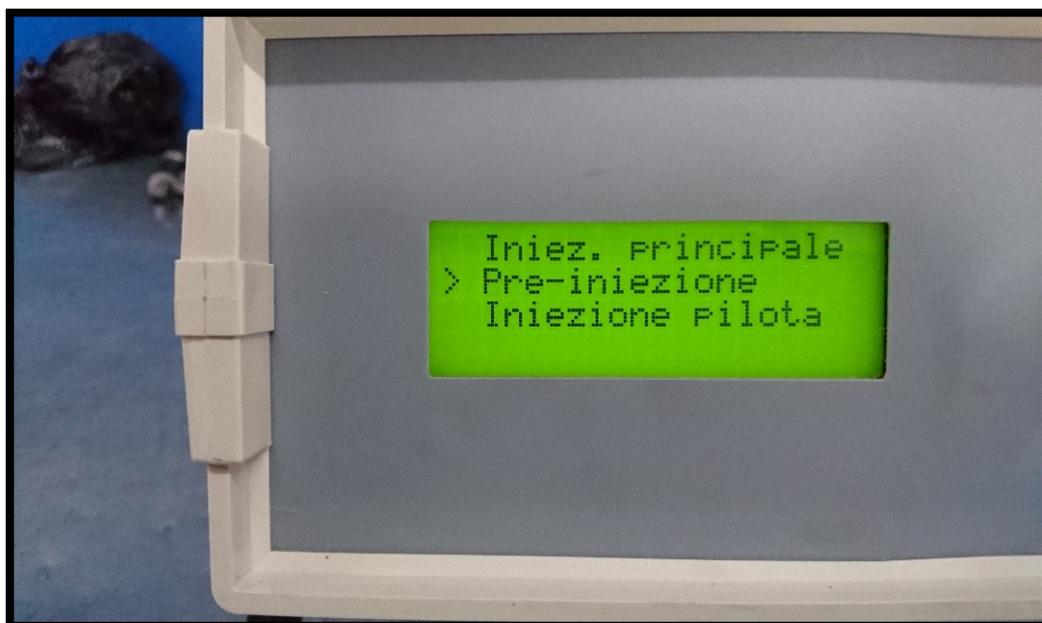


Figura 94. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elegirá el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 70 seg, como se observa en la figura 95.

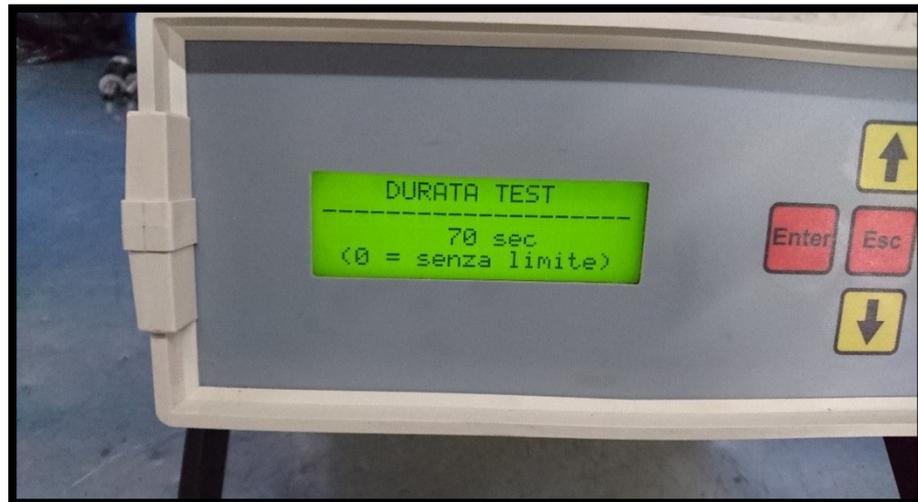


Figura 95. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba. Figura 96.



Figura 96. Parámetro inicial de la prueba

Con el resultado final de la prueba, se procede a tabularlos y graficar los resultados para una mejor lectura de los mismos, como se observa en la figura 97.



Figura 97. Resultado final de la prueba

Con el resultado obtenido se tabula para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 5

Tabla 5. Valores obtenidos en la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)	0	1 0	2 0	30	40	50	60	70
GOLPES	0	4 0	9 0	15 0	21 6	27 8	34 1	487

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 70 segundos como total, el cual se observa en la tabla anterior, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 70 segundos, el número total de golpes del inyector es de 487 golpes. Figura 98.

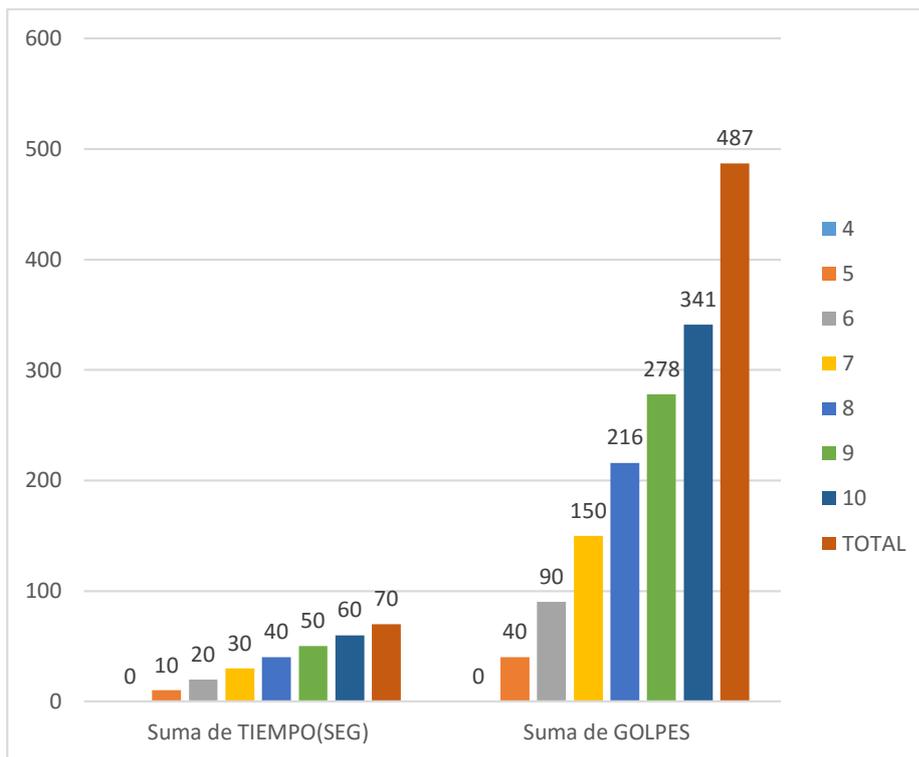


Figura 98. Gráfica de prueba realizada

Para la siguiente prueba se selecciona el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se trabajará, en esta ocasión se escogerá bobina, como se observa en la figura 99.



Figura 99. Selección tipo de Inyector

Una vez que se seleccionó el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge que tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 100.

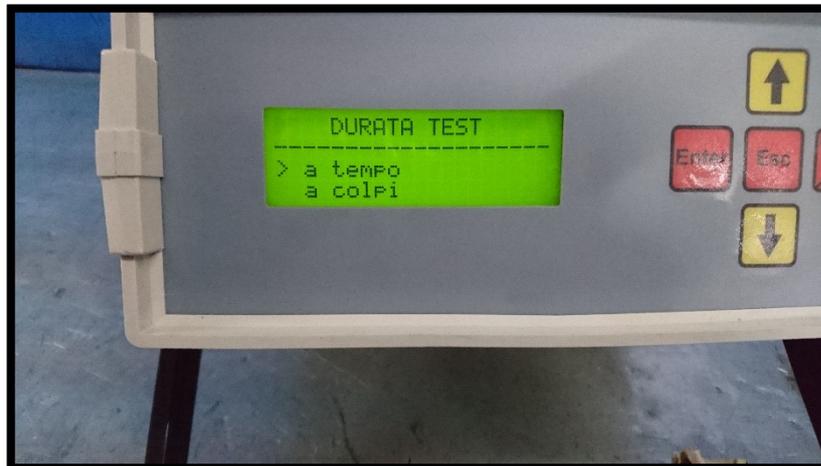


Figura 100. Selección de prueba a realizar

La figura 101 indica el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se selecciona inyección piloto.



Figura 101. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elegirá el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 70 seg, como se observa en la figura 102.

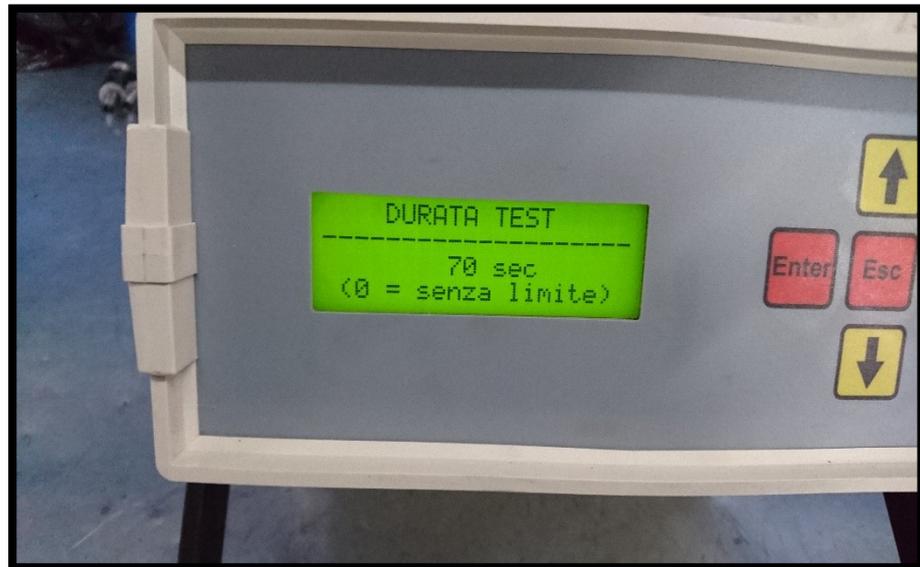


Figura 102. Selección del tiempo de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba, como se observa en la figura 103.



Figura 103. Parámetro inicial de la prueba

Con el resultado final de la prueba, se procede a tabularlos y graficar los resultados para una mejor lectura de los mismos, como se observa en la figura 104.



Figura 104. Resultado final de la prueba

Con los resultados obtenidos se tabulará para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Valores obtenidos en la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)	0	10	20	30	40	50	60	70
GOLPES	0	40	90	150	216	278	341	487

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 70 segundos como total, el cual se observa en la tabla anterior, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 70 segundos, el número total de golpes del inyector es de 487 golpes. Figura 105.

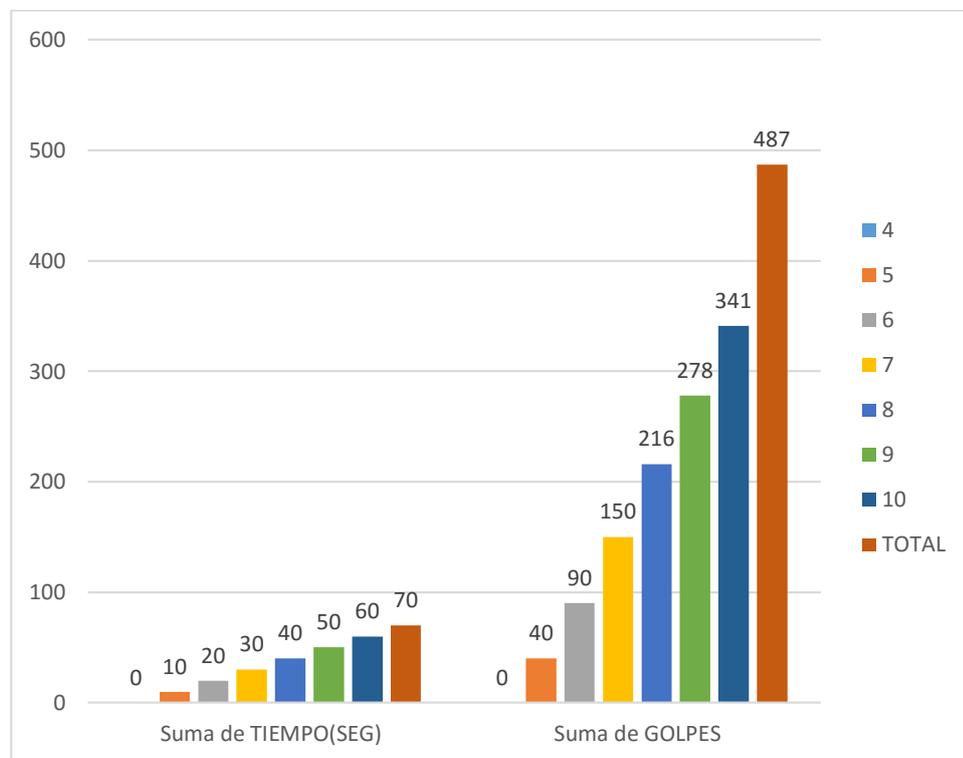


Figura 105. Gráfica de prueba realizada

Para la última prueba se selecciona nuevamente el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se seleccionará Bobina, como se observa en la figura 106.



Figura 106. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge que tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 107.

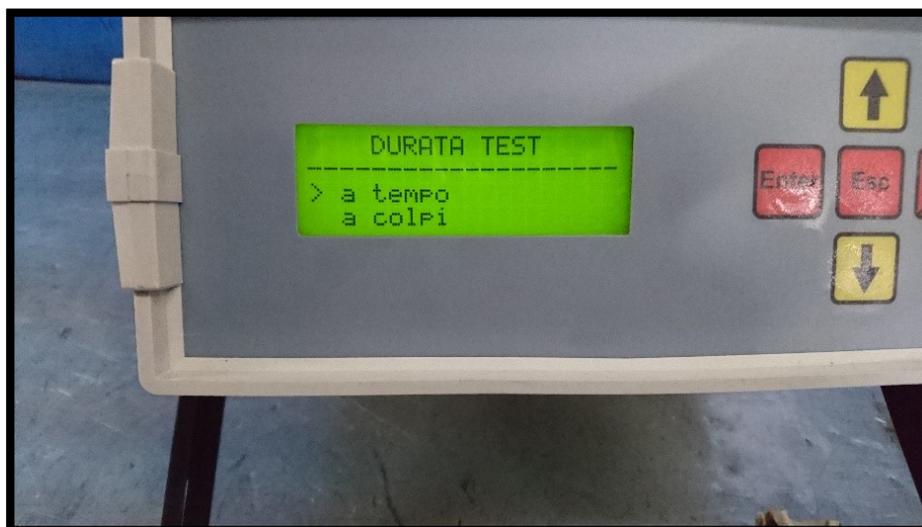


Figura 107. Selección de prueba a realizar

La figura 108 indica el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión seleccionamos inyección principal.

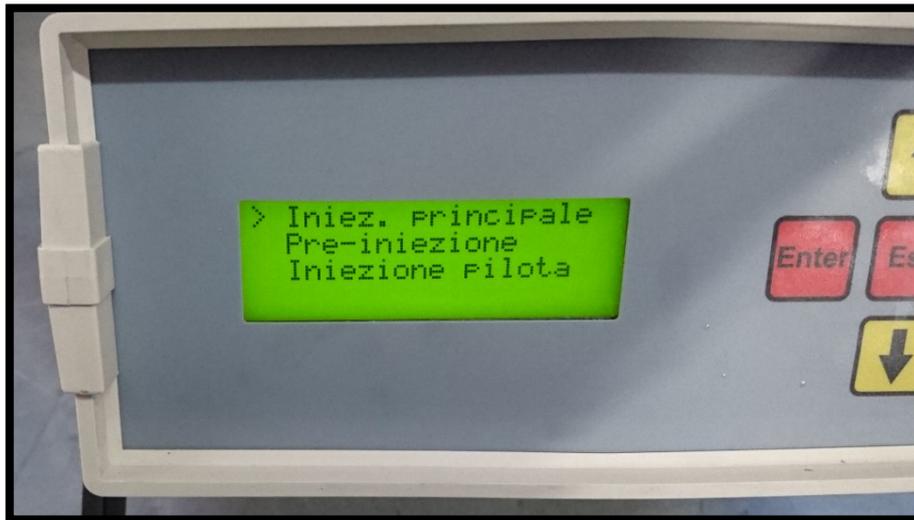


Figura 108. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se escoge el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 70 seg, como se observa en la figura 109.



Figura 109. Selección del tiempo de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba, como se observa en la figura 110.



Figura 110. Parámetro inicial de la prueba

El resultado final de la prueba, con el incremento de su velocidad es el que se muestra en la figura 111.



Figura 111. Resultado final de la prueba

Con los resultados obtenidos se puede tabularlos y graficarlos para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 7

Tabla 7. Valores obtenidos en la prueba

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)	0	10	20	30	40	50	60	70
GOLPES	0	40	90	150	216	278	341	487

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 70 segundos como total, el cual se observa en la tabla 7, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 70 segundos, el número total de golpes del inyector es de 487 golpes, como se observa en la figura 112.

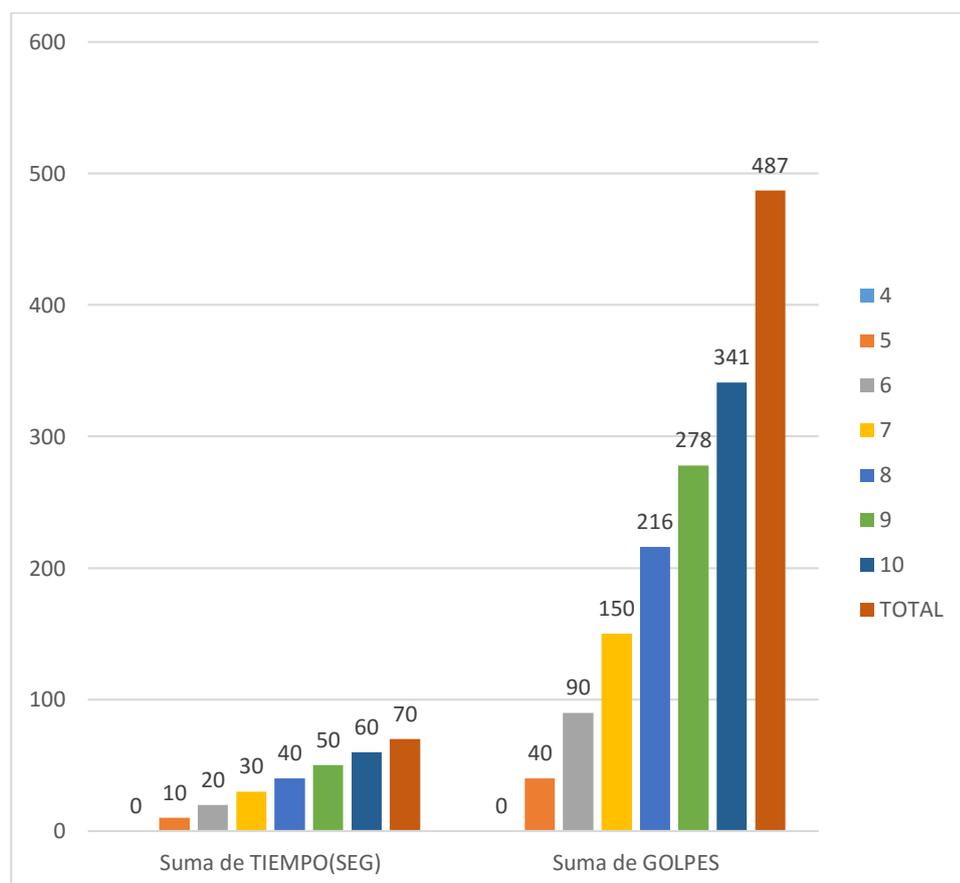


Figura 112. Gráfica de prueba realizada

Como se observa en cada prueba que se realizó los parámetros que se establecen son los mismos al igual de los que son incrementados, esto nos da una indicativo de que el inyector funciona bien tanto en su parte electrónica como en su parte mecánica, pero para poder visualizar de mejor manera cual es la diferencia en cada tipo de inyección se realizaron otras pruebas pero en estas se verifico la entrega realizada por el inyector en cada tipo de inyección que el equipo nos permite.

A continuación se realizaron tres pruebas con una diferencia en los parámetros que se establecen para realizar la misma el, se lo realizo con un tiempo de máximo de trabajo de 40 segundos, y cada 10 segundos la velocidad aumenta un Hz para de esta forma proporcionarnos valores más exactos.

Primero se selecciona el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que se va a trabajar, en este caso se seleccionara Bobina, como se observa en la figura 113.



Figura 113. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge el tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), vamos a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 114.

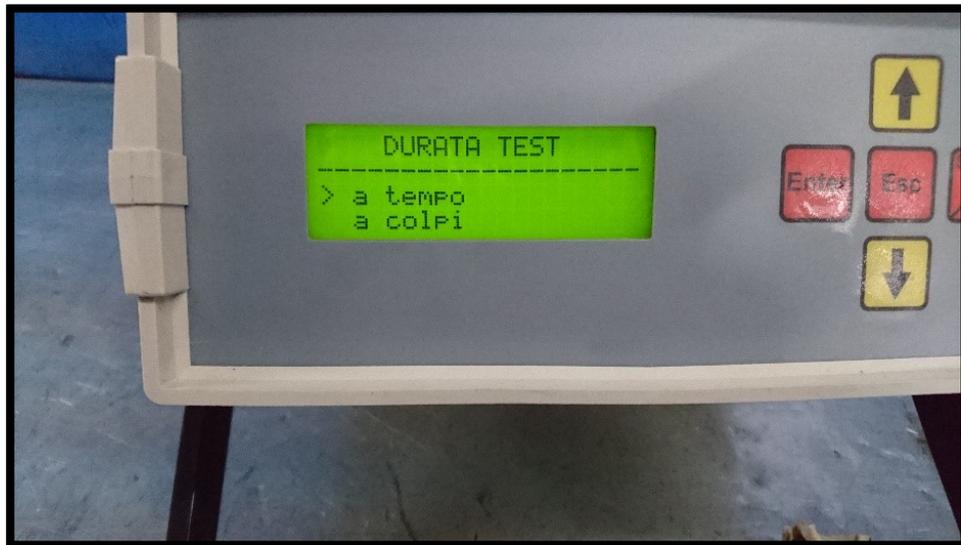


Figura 114. Selección de prueba a realizar

La figura 115 indica el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) se empezará con pre inyección.

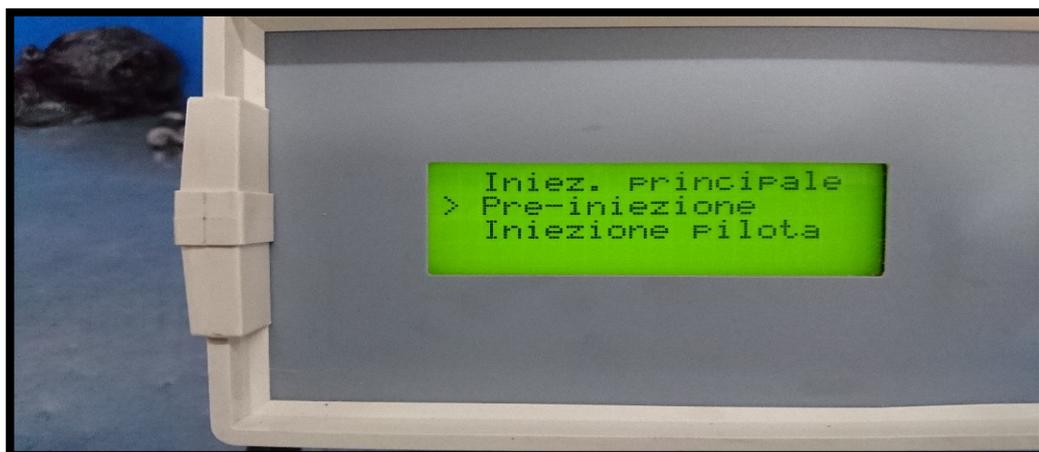


Figura 115. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elige el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 40 seg, como se observa en la figura 116



Figura 116. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba, como se observa en la figura 117.



Figura 117. Parámetro inicial de la prueba

El resultado final de la prueba con los parámetros que se establecieron se muestra con mayor claridad en la figura 118.



Figura 118. Resultado final de la prueba

En la figura 119 se observa la entrega de combustible con los parámetros establecidos.

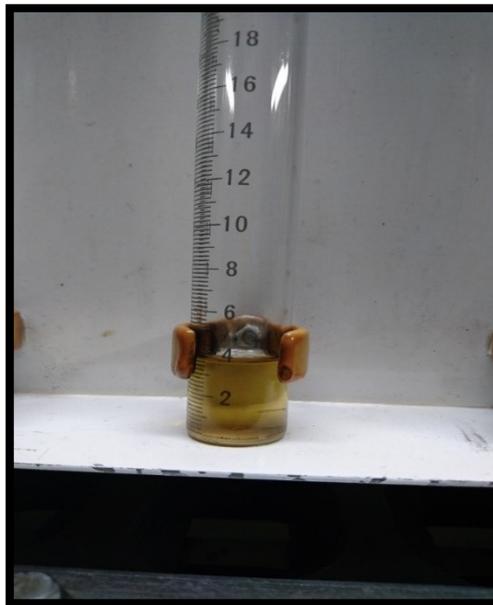


Figura 119. Entrega en pre inyección

Con los resultados obtenidos se tabularla y grafica para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 8

Tabla 8. Valores de prueba (pre inyección)

Entrega (ml)	3,8								
GOLPES	0	0	40	40	90	90	150	150	217
TIEMPO(SEG)	0	0	10	10	20	20	30	30	40

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 40 segundos como total, el cual se observa en la tabla 8, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 40 segundos, el número total de golpes del inyector es de 217 golpes y con una entrega de 3,8 ml, como se observa en la figura 120.

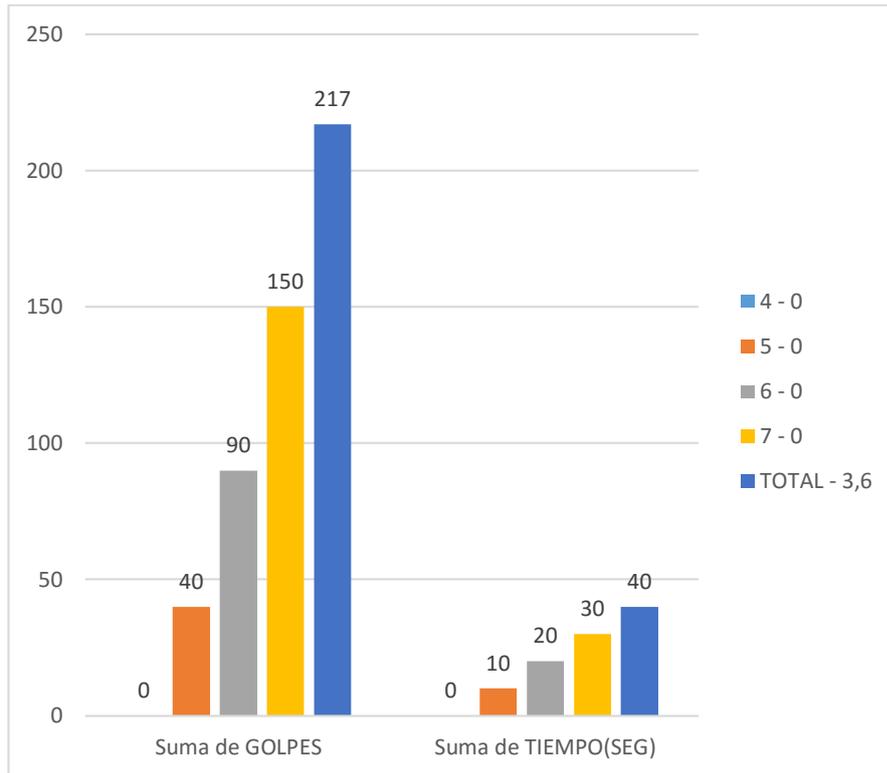


Figura 120. Datos de la prueba

Luego hay que seleccionar el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que va a trabajar, en este caso se seleccionará Bobina, como se observa en la figura 121.



Figura 121. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge que tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), se va a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 122.

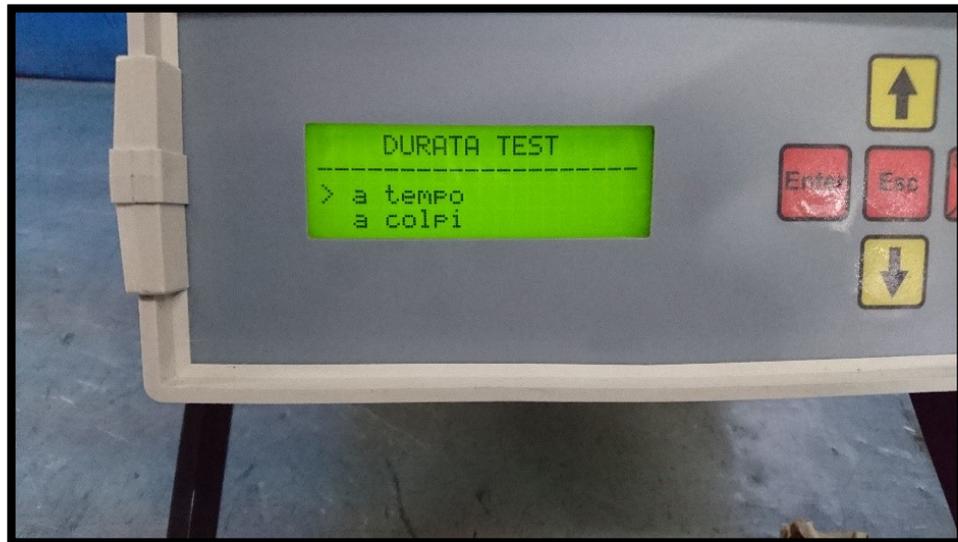


Figura 122. Selección de prueba a realizar

La figura 123 indica el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión continuamos con inyección piloto.

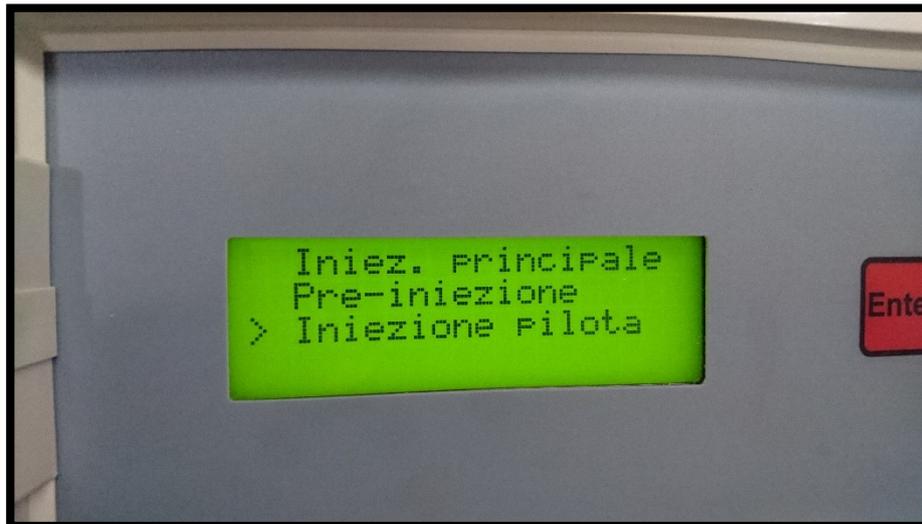


Figura 123. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elige el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 40 seg, como se observa en la figura 124.



Figura 124. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba, como se observa en la figura 125.



Figura 125. Parámetro inicial de la prueba

El resultado final de la prueba con los parámetros que se escogió desde un principio se muestra en la figura 126.



Figura 126. Resultado final de la prueba

En la figura 127 se observa la entrega de combustible con los parámetros de trabajo establecidos.



Figura 127. Entrega en inyección piloto

Con los resultados obtenidos se podrá tabularlos y graficarlos para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Valores de prueba (inyección piloto)

Entrega (ml)	3,6								
GOLPES	0	0	40	40	90	90	150	150	217
TIEMPO(SEG)	0	0	10	10	20	20	30	30	40

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 40 segundos como total, el cual se observa en la tabla 9, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 40 segundos, el número total de golpes del inyector es de 217 golpes y con una entrega de 3,6 ml, como se observa en la figura 128.

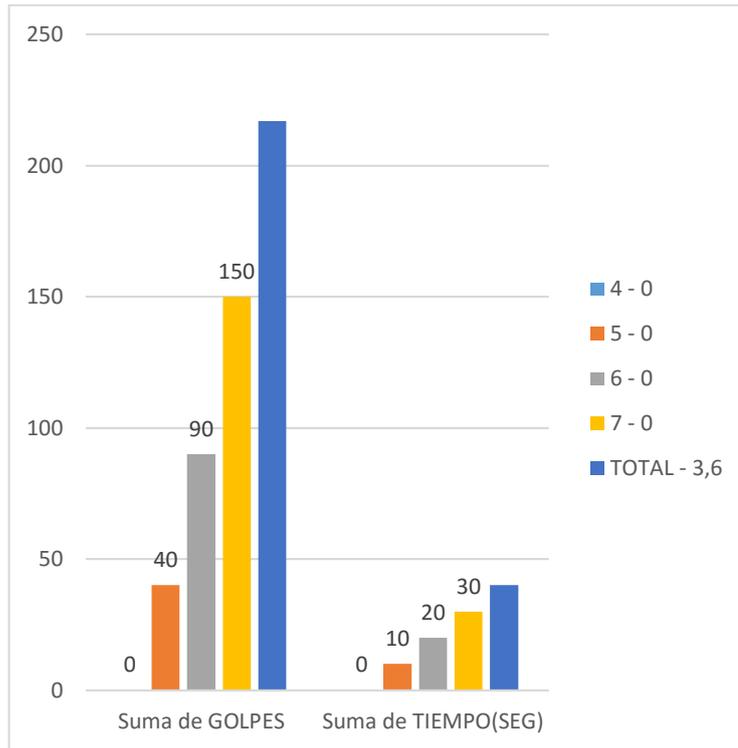


Figura 128. Datos de pruebas

Por último hay que seleccionar el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico) con el que vamos a trabajar, en este caso se seleccionará Bobina, como se observa en la figura 129.



Figura 129. Selección tipo de Inyector

Una vez seleccionado el tipo de inyector se presiona Enter y se escoge el tipo de prueba se va a realizar (golpe o tiempo), vamos a seleccionar tiempo, como se observa en la figura 130.



Figura 130. Selección de prueba a realizar

La figura 131 indica el tipo de inyección que se desea probar (inyección piloto, pre inyección e inyección principal) en esta ocasión se continuará con inyección principal.

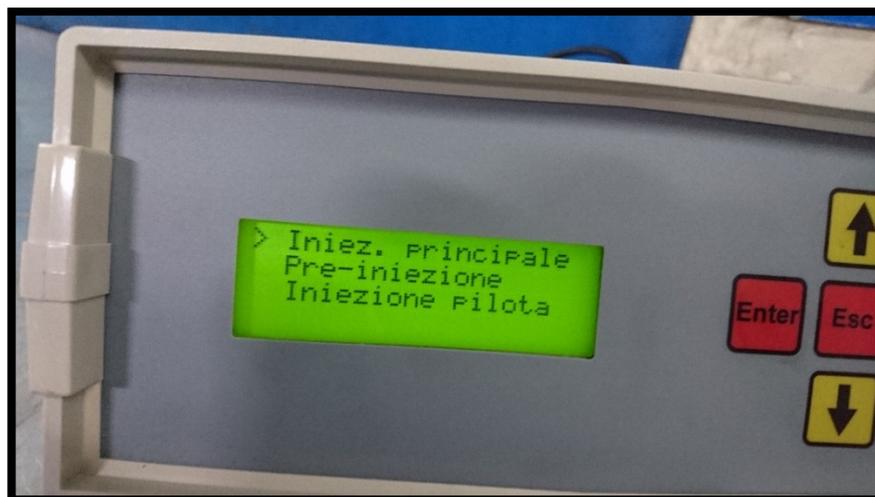


Figura 131. Selección de inyección

Posteriormente se presiona Enter, en la pantalla se elige el tiempo como parámetro para la prueba con la ayuda las teclas, y en este caso se comprobará con 40 seg, como se observa en la figura 132.



Figura 132. Selección de parámetros de prueba

Se establece parámetros para comenzar a realizar la prueba los cuales son 4 Hz, 0,4ms, y cada 10 segundos se incrementara un Hz para determinar el número de golpes en total al finalizar la prueba, como se observa en la figura 133.



Figura 133. Parámetro inicial de la prueba

El resultado final de la prueba con todos los parámetros escogidos se muestra con mayor claridad en la figura 134.



Figura 134. Resultado final de la prueba

En la figura 135 se observa la entrega de combustible con los parámetros establecidos.

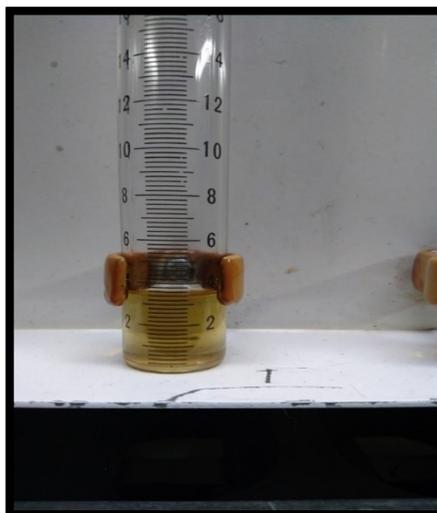


Figura 135. Entrega en inyección principal

Con los resultados obtenidos se puede tabularlos y graficarlos para una mejor comprensión de la prueba realizada con el comprobador, como se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Valores de prueba (inyección principal)

Entrega (ml)	3,4								
GOLPES	0	0	40	40	90	90	150	150	217
TIEMPO(SEG)	0	0	10	10	20	20	30	30	40

El parámetro que se estableció para el trabajo del comprobador es 40 segundos como total, el cual se observa en la tabla anterior, al incrementar cada 10 segundos la frecuencia, el número de golpes aumenta con cada incremento de velocidad hasta llegar a 40 segundos, el número total de golpes del inyector es de 217 golpes y con una entrega de 3,4 ml, como se observa en la como se observa en la figura 136.

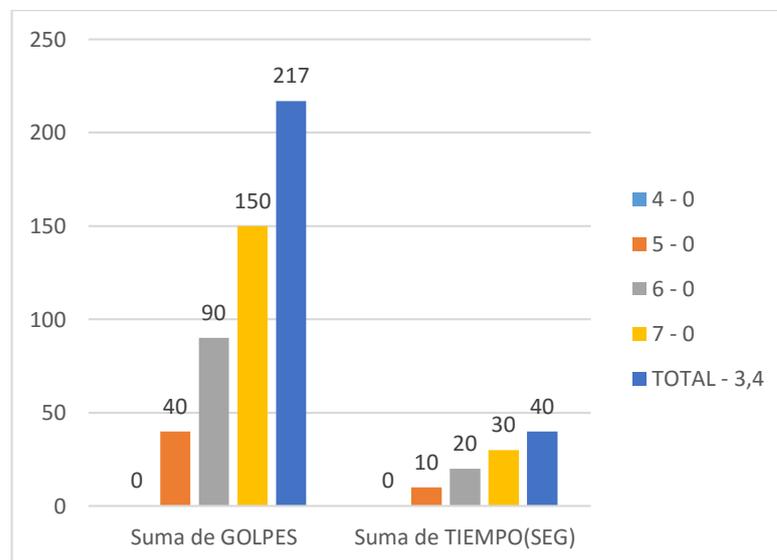


Figura 136. Datos de prueba

Como se observa cada dato de entrega de combustible por parte del inyector difiere en cada tipo de inyección en este caso con la pruebas realizadas cada

inyección difiere en 0,2 ml, para poder entender de mejor manera se van a comparar los valores de entrega de cada tipo de inyección.

La figura 137 brinda una clara imagen en donde se compara cada tipo de inyección, observando la diferencia que existe entre cada uno.

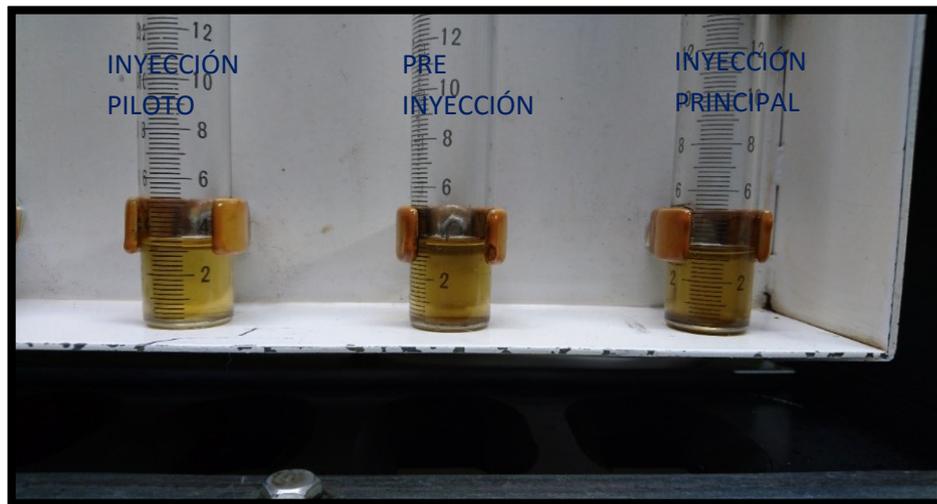


Figura 137. Entrega en cada tipo de inyección

En la figura 138 se observa de una manera más clara la diferencia que existe al momento de la entrega de combustible en cada tipo de inyección que tiene el equipo. Esta diferencia se da debido a que en cada tipo de inyección la entrega de combustible es diferente según la necesidad, en la preinyección se necesita más cantidad debido a que con esto ayuda encender más rápido y mantener constante la presión de inyección, en la inyección principal se necesita menos entrega ya que la presión es constante pero la entrega de combustible va a ser menor porque no existe la necesidad de tener más entrega

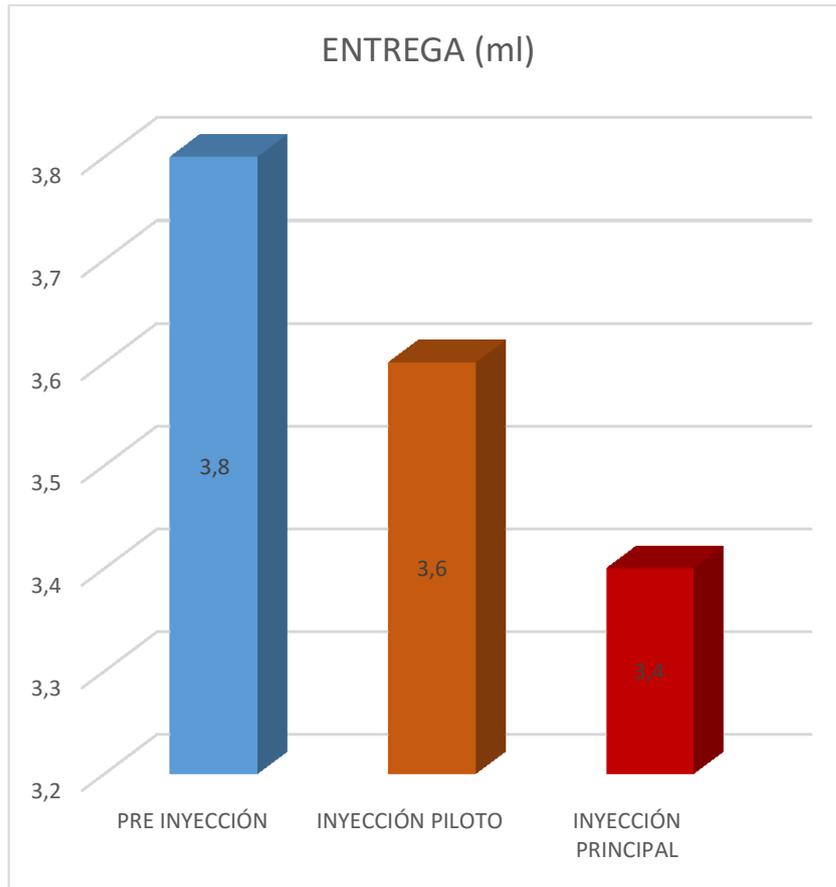


Figura 138. Entrega en cada tipo de inyección

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El sistema Common Rail no es calibrado ya que el sistema recibe una presión de bomba que pasa por la riel la cual es enviada por la computadora.
- Uno de los principales problemas que puede tener este sistema es que exista retorno de combustible, dando como resultado que el auto no encienda
- El comprobador de inyectores electrónicos no es más que un equipo de apoyo al estudiante, para poder facilitar el diagnóstico de los inyectores y ver sus posibles fallas.
- Con el aspirador diésel se logra conseguir una mayor limpieza en la mesa de trabajo y disminuir los gases contaminantes, además cuida la salud de los estudiantes que se encuentren trabajando con el equipo.
- Al juntar los dos equipos (comprobador, aspirador) se logra un trabajo completo con el cual el estudiante visualizará el trabajo del inyector y al mismo tiempo comprobar su estado sin el riesgo de absorber o inhalar gases contaminantes.
- Con las pruebas realizadas se comprueba el estado del inyector como también la diferencia existente entre cada tipo de inyección.
- De una manera más interactiva asociar el conocimiento adquirido en el aula.

5.2. RECOMENDACIONES

- Antes de ocupar los equipos, leer el instructivo de uso de los equipos y lograr el funcionamiento de los mismos.
- Revisar si todos los elementos del banco se encuentran en su lugar.
- Se debe tener mucho cuidado con el voltaje de alimentación al que va conectado el comprobador electrónico, ya que este debe ser de 220v, si el voltaje es menor el equipo no funcionará ni permitirá hacer ninguna prueba.
- Cada cable de interfaz con el que cuenta el equipo debe ir conectado cuidadosamente en el lugar que corresponde, previo a conectar los cables de interfaz revisar si se encuentran en buen estado y si los mismos están completos.
- El aspirador diésel debe tener una fuente de alimentación de 6 a 10 bar
- Una vez que los equipos hayan sido utilizados, desconectar cada cable que se utilizó con cuidado.
- Guardarlos en su lugar evitando así el desorden, lo mismo se debe hacer con los equipos.
- Terminada la práctica revisar el área de trabajo, en caso de encontrarse sucia o en desorden proceder a limpiar y a arreglar, ya que esto nos beneficia a todos porque ayuda a mantener limpio el taller y a la mejor conservación de los equipos.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

NOMENCLATURA O GLOSARIO

CMP	Sensor de Revoluciones del Árbol de Levas
CKP	Sensor de Revoluciones del Cigüeñal
ECU	Unidad de Control Electrónico.
V	Voltaje
A	Amperio.
Hz	Hercio.
Kg	Kilogramos.
mm	Milímetro.
° C	Grados Centígrados.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

BARTSCH, C. (2007). *REVOLUCION DEL MOTOR DIESEL*. CEAC.

BOSCH. (1999). *Sistemas de inyeccion de acumulador Common Rail, Diesel*. Bosch.

Bosch. (2005). *Manual de la técnica del automovil*.

BOSCH, R. (2005). *SISTEMA DE INYECCION DIESEL POR ACUMULADOR COMMON RAIL*. ROBERT BOSCH GMBH 2002.

BOSCH, R. (s.f.). *BOSCH*. Obtenido de http://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/motor_and_systems/diesel/common_rail_injection/common_rail_diesel_motorsys_parts.html

Edgar J. Kates, William E. Luck. (2003). *Motores Diesel y de gas de alta comprensión*. Sevilla, España: Reverté S.A.

Esteban José Dominguez y Julián Ferrer . (2008). *Mecánica del vehículo*. Editex S.A.

Gil, H. (2007). *SISTEMAS DE INYECCION DIESEL*. CEAC.

Gil, H. (2008). *Sistemas de Inyección Diesel*. CEAC.

GUALTERI, P. J. (s.f.). *MOTORES DIESEL NUEVAS TECNOLOGIAS*. HASA.

Herrero, A. D. (2012). *En el interior de un motor Diesel*.

IMPERIAL, J. M. (1999). *LA BIBLIOTECA DEL MOTOR DIESEL*. CEAC.

Ing. Gabriel Felipe Moreno Sánchez, I. L. (2012). *MOTORES DIESEL MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REOARACIÓN*. Diseli.

J.M., A. (2001). *TECNICAS DEL AUTOMOVIL*. Paraninfo.

Manual CEAC del Automóvil. (2008).

Pérez, J. M. (2009). *Técnicas del automovil* . Paraninfo.

PIERCE, I. (2009). *DIESEL MAPO*. Obtenido de
<http://www.dieselmapo.com.ar/inyectores.html>

Sabelotodo. (mayo de 2002). *Sabelotodo.org*. Obtenido de
<http://www.sabelotodo.org/automovil/camaras.html>

Santander, J. R. (2010). Manual técnico de Fuel Injection. Guayaquil,
Ecuador: Diseli.

Sanz, A. S. (2008). Motores. EDITEX S.A.

Vicente, M. d. (2000). *EL MOTOR DIESEL EN EL AUTOMOVIL*.
BARCELONA - ESPAÑA: CEAC.

Vicente, M. d. (s.f.). EL MOTOR DIESEL EN EL AUTOMOVIL. Barcelona,
España: CEAC.

Wikimedia, F. (7 de Marzo de 2013). *Wikipedia*. Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_di%C3%A9sel

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1.-

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DIÉSEL.

Sistemas							
CRS - Sistema Common Rail							
UPS - Sistema de Bomba de Inyección Unitaria							
UIS - Sistema de Unidad Inyectora							
Bombas de Inyección Rotativa con Pistón Radial							
Bombas de Inyección Rotativa con Pistón Axial							
Bombas PF							
Bombas Inyectoras							

En este anexo podemos observar como ha sido la evolución del sistema de inyección diésel y en donde se lo ha aplicado, mediante han pasado los años y la tecnología ha evolucionado el tipo de inyección con ello se ha logrado reducir la contaminación, optimizar más el uso combustible, debido a que el combustible es bien aprovechado ya que la inyección es más precisa y controlada por la Ecu.

ANEXO 2.-

GUÍA PRÁCTICA

GUÍA DE PRÁCTICA

TEMA:

“COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR ELECTRONICO DIESEL, Y VER SUS POSIBLES FALLAS”

OBJETIVOS:

- Aprender el funcionamiento del comprobador electrónico para inyectores
- Comprobar el funcionamiento de la parte electrónica como mecánica del inyector diésel
- Comparar datos de entrega del inyector diésel en los diferentes tipos de inyección que tiene el comprobador, con el parámetro de 70 segundos y aumentando la frecuencia cada 10 segundos.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

- 3 Probetas
- Inyector electrónico diésel (Bosch, Denso o Delphi)
- Comprobador electrónico de inyectores
- Manual de uso del comprobador de inyectores
- Llaves mixtas
- Manguera de aire
- Aspirador diésel
- Mandil u overol

REVISIÓN TEÓRICA

- Inyectores electrónicos diésel
- Sistema de inyección Cammon Rail

PROCEDIMIENTO

- Verificar que los cables del comprobador electrónico se encuentren completos (4 cables de inyector de bobina, 1 cable piezoeléctrico, 1 cable del equipo al inyector y cable de corriente).
- Conectar el cable de corriente y el cable de inyector al equipo, según la marca del inyector conectar el cable correspondiente y por último conectar el cable de corriente a la fuente que debe ser de 220 voltios.
- Encender el equipo.
- Escoger el tipo de inyector (bobina o piezoeléctrico).
- Elegir el tipo de prueba a realizarse, en esta ocasión el tiempo, posterior a esto colocar el tiempo que va a durar la prueba que serán 70 seg.
- Seleccionar que tipo de inyección de va a elegir (pre inyección, inyección principal e inyección piloto).
- Antes de empezar la prueba verificar que se encuentren los siguientes parámetros: 4Hz, 0,4ms y 12 voltios.
- Una vez establecidos los parámetros presionar Star, y cada 10 segundos subir la frecuencia.
- Repetir los mismos pasos en cada tipo de inyección y obtener los datos resultantes.
- Tabular los resultados y graficarlos

ANALISIS DE RESULTADOS

Pre Inyección

- Valor de entrega (ml):..... Número de golpes:.....

Inyección Principal

- Valor de entrega (ml): Número de golpes:.....

Inyección Piloto

- Valor de entrega (ml): Número de golpes:.....

TABLA DE VALORES:

Pre Inyección:

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)								70
GOLPES								
ENTREGA(ml)								

Inyección Principal:

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)								70
GOLPES								
ENTREGA(ml)								

Inyección Piloto:

Valores (Hz)	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
TIEMPO(SEG)								70
GOLPES								
ENTREGA(ml)								

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....

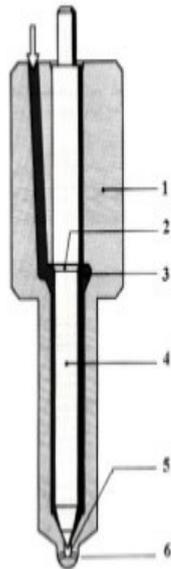
RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....

ANEXO 3.-

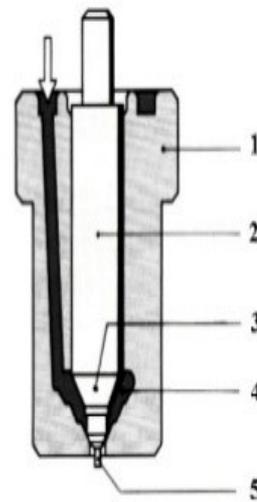
TIPOS DE INYECTORES DIÉSEL.

Boquillas de inyección



Sección de un inyector de orificios

1 cuerpo del inyector, 2. parte cónica de empuje, 3. cámara de presión, 4. aguja del inyector, 5. taladro ciego, 6. orificios de inyección.



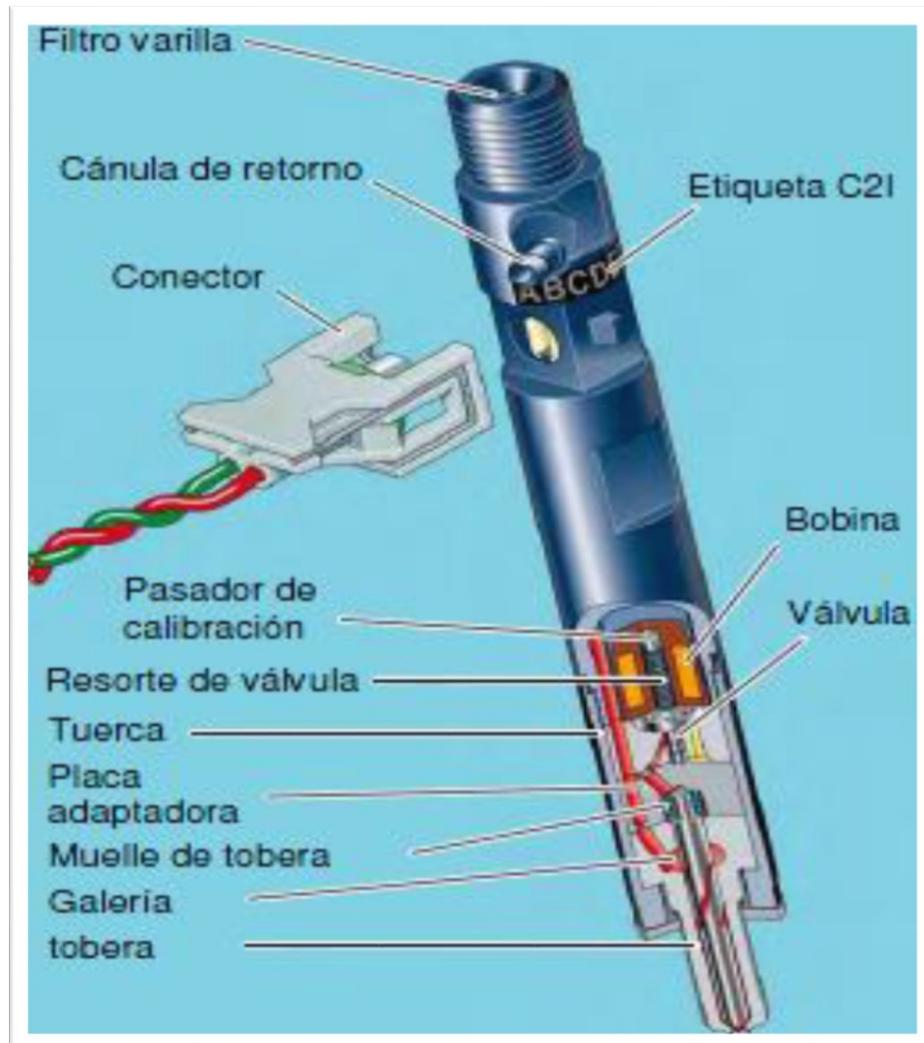
Sección de un inyector de espiga

1. Cuerpo del inyector, 2. Aguja del inyector
3. Parte cónica de empuje, 4. cámara de presión, 5. Espiga de inyección

El gráfico muestra con mayor claridad la diferencia que existe entre los tipos de inyectores diésel, y su esquema para poder compararlos.

ANEXO 4.-

INYECTOR DELPHI



Tipo de inyector electrónico que optimiza de mejor manera la entrega de combustible inyectado, debido a que la computadora del vehículo ordena la entrega de combustible.