



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

DIPLOMADO SUPERIOR EN AUTOTRÓNICA.

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
DIPLOMA SUPERIOR EN AUTOTRÓNICA.**

**AUTOR: ING. JAYA FIERRO EDGAR FABIÁN
ING. TUGUMBANGO POTOSI LUIS MIGUEL**

**TEMA: “DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN
“COMMON RAIL” DE LA CAMIONETA MITSUBISHI L200
TRITÓN. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y
MANTENIMIENTO”**

DIRECTOR: ING. ZAMBRANO LEÓN VÍCTOR DANILO

LATACUNGA, DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE”
DIPLOMADO SUPERIOR EN AUTOTRÓNICA
CERTIFICADO

ING. VICTOR DANILO ZAMBRANO LEON (DIRECTOR)

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” DE LA CAMIONETA MITSUBISHI L200 TRITÓN. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y MANTENIMIENTO”** realizado por los señores: EDGAR FABIÁN JAYA FIERRO y LUIS MIGUEL TUGUMBANGO POTOSI ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: EDGAR FABIÁN JAYA FIERRO y LUIS MIGUEL TUGUMBANGO POTOSI que lo entregue al Ing. Euro Mena, en su calidad de Coordinador de Diplomado.

Latacunga, Diciembre del 2014.

Ing. Víctor Danilo Zambrano León
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE”
DIPLOMADO SUPERIOR EN AUTOTRÓNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**Nosotros, EDGAR FABIÁN JAYA FIERRO
LUIS MIGUEL TUGUMBANGO POTOSI**

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado: **“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” DE LA CAMIONETA MITSUBISHI L200 TRITON. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y MANTENIMIENTO”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto del diplomado en mención.

Latacunga, Diciembre del 2014.

Edgar Jaya
C.C. 0603834359

Luis Tugumbango
C.C. 100266987-5

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE”
DIPLOMADO SUPERIOR EN AUTOTRÓNICA**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, EDGAR FABIÁN JAYA FIERRO
LUIS MIGUEL TUGUMBANGO POTOSI

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“DIAGNÓSTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” DE LA CAMIONETA MITSUBISHI L200 TRITON. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y MANTENIMIENTO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Diciembre del 2014.

Edgar Jaya
C.C. 060383435-9

Luis Tugumbango
C.C. 100266987-5

DEDICATORIA

Dedicado con cariño y admiración a mí esposa Diana, mis padres y hermanos, quienes con amor, sacrificio y aliento de lucha me motivaron a seguir a delante, y me enseñaron el significado de la vida; a mi esposa Diana por su lealtad, quien con cariño estuvo siempre pendiente, y fue constante para no dejarme vencer ante las situaciones adversas, por su verdadera amistad, sinceridad y apoyo incondicional

Edgar Jaya

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir, triunfar y regalarme una familia maravillosa.

El presente trabajo se lo dedico a mi Esposa Gloria, mis Padres Hernán y Margarita, mis hermanos que día a día me brindaron su apoyo incondicional y fueron ejemplo de respeto y honestidad, quienes supieron hacer de mí un hombre de bien y un ejemplo a seguir.

Luis Tugumbango

AGRADECIMIENTO

Enorme gratitud al Ing. Víctor Danilo Zambrano León por dirigir y aportar con detalles importantes en esta investigación; a mi compañero, Luis Tugumbango, por continuamente respaldar nuestra labor; a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, por las facilidades brindadas; a mi familia por promover todo el tiempo mi proyecto; a todos mis profesores por compartirme desinteresadamente su conocimiento; y a mis amigos por formar parte de momentos inolvidables.

Edgar Jaya

Agradezco a Dios por haberme bendecido con una familia maravillosa mi esposa, padres y hermanos, quienes estuvieron en todo momento impulsándome a seguir con mis estudios para que cumpliera con esta meta.

Gracias a nuestros maestros que durante todo este tiempo supieron impartirme sus conocimientos para hacer de nosotros unos grandes profesionales.

Luis Tugumbango

ÍNDICE

CERTIFICADO	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
RESÚMEN	XVI
SUMMARY	XVIII
PRESENTACIÓN	XIX
CAPÍTULO 1.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4. OBJETIVO GENERAL	3
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.....	3
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. GENERALIDADES	5
2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.....	7
2.2.1. Requerimientos del sistema de inyección.	7
2.2.2. Generalidades del sistema de inyección.....	8
2.2.3. Características del sistema common rail.	10
2.3. FUNCIONES DEL CONTROL DE INYECCIÓN COMMON RAIL	11
2.4. COMPARACIÓN CON EL SISTEMA CONVENCIONAL	12

2.5.	COMPOSICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA COMMON RAIL	13
2.6.	SISTEMA DE CONTROL	15
2.7.	SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	17
2.8.	FUNCIONAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LA BOMBA DE SUMINISTRO	18
2.8.1.	Descripción general.....	18
2.8.2.	Flujo de combustible interno de la bomba de suministro.	20
2.9.	COMPONENTES DE LA BOMBA DE SUMINISTRO.....	23
2.10.	FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES DE LA RAMPA COMÚN O RIEL	28
2.11.	FUNCIONAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DEL INYECTOR (TIPO G2).....	30
2.12.	FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL.....	39
 CAPÍTULO 3.....		63
3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS		63
3.1.	HIPÓTESIS	63
3.1.1.	Hipótesis general.	63
3.1.2.	Hipótesis Específicas.	63
3.2.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.2.1.	Variable Independiente.....	64
3.2.2.	Variable Dependiente.....	64
3.2.3.	Operacionalización de Variables.....	64
 CAPÍTULO 4.....		66
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		66
4.1.	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
4.2.	MÉTODO.....	67
4.3.	PRUEBA PILOTO.....	68
4.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	69
4.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	70
4.6.	MUESTRA.....	70
4.7.	TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.....	71
4.8.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	74
4.9.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	74
4.10.	ESQUEMA DE LA PROPUESTA.....	78
4.11.	GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y DESMONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN HP3	79

4.12 GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE MONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN HP3	98
4.13 DETECCIÓN DE FALLAS EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” POR LA APARICIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA (DTC)..	118
4.13.1 Descripción general del DTC.	118
4.13.2 Diagnóstico con DST-1.....	118
4.13.3 Diagnóstico con el indicador de avería.	121
4.13.4 Acción realizada cuando se activa el DTC.	126
4.13.5 Condiciones para borrar un MIL/DTC.	126
4.13.6 Diagramas de conexiones externas de la ECU del motor.	128
CAPÍTULO 5.....	130
5. MARCO ADMINISTRATIVO.....	130
5.1. RECURSOS HUMANOS	130
5.2. RECURSOS ECONÓMICOS.....	130
5.3. CONCLUSIONES	132
5.4. RECOMENDACIONES.....	132
BIBLIOGRAFÍA.....	133
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Camioneta mitsubishi l200 tritón.	5
Figura 2.2. Dimensiones generales camioneta mitsubishi l200 tritón.	6
Figura 2.3. Curva característica motor 2.5l.	6
Figura 2.4. Sistema common rail	8
Figura 2.5. Conjunto de inyección o sistema de inyección.	9
Figura 2.6. Componentes de sistema common rail.	10
Figura 2.7. Funciones del control de inyección.	12
Figura 2.8. Comparación del sistema convencional y common rail	13
Figura 2.9. Bomba de suministro/alta presión hp3	14
Figura 2.10. Riel común.....	14
Figura 2.11. Inyector g2.	15
Figura 2.12. Sistema de control.	16
Figura 2.13. Diagrama de montaje de componentes principales del sistema.	17
Figura 2.14. Flujo global del sistema de combustible - mitsubishi l200 tritón.....	18
Figura 2.15. Partes de la bomba de suministro - alta presión hp3.....	19
Figura 2.16. Circuito de la bomba de suministro	19
Figura 2.17. Vista exterior de bomba de suministro.	20
Figura 2.18. Diagrama del flujo de combustible.	20
Figura 2.19. Leva excéntrica de la bomba.	21
Figura 2.20. Funcionamiento de la leva excéntrica.	21
Figura 2.21. Leva anular.	22
Figura 2.22. Funcionamiento de la bomba de suministro.	22
Figura 2.23. Bomba de alimentación tipo trocoide.	23
Figura 2.24. Funcionamiento de la bomba de alimentación	23
Figura 2.25. Válvula reguladora	24
Figura 2.26. Válvula de control de succión scv	25
Figura 2.27. Excitación de la scv, corta	26
Figura 2.28. Excitación de la scv, grande.....	26
Figura 2.29. Válvula de descarga	27
Figura 2.30. Sensor de temperatura de combustible.....	27
Figura 2.31. Diagrama del sensor de temperatura	28
Figura 2.32. Riel común.....	29

Figura 2.33. Sensor de presión del riel común.....	29
Figura 2.34. Limitador de presión	30
Figura 2.35. Vista exterior del inyector tipo g2	31
Figura 2.36. Activación del inyector.	32
Figura 2.37. Funcionamiento del inyector g2	32
Figura 2.38. Inyecciones múltiples de combustible	33
Figura 2.39. Estructura interna del inyector	33
Figura 2.40. Fases de funcionamiento del inyector.	35
Figura 2.41. Códigos qr en el inyector	36
Figura 2.42. Puntos de corrección de código qr.....	36
Figura 2.43. Sustitución del inyector	37
Figura 2.44. Sustitución de la ecu	37
Figura 2.45. Funcionamiento de la ecu	38
Figura 2.46. Activación directa de la ecu.....	38
Figura 2.47. Diagrama de control del motor.....	39
Figura 2.48. Ecu, unidad de control electrónico	40
Figura 2.49. Edu, unidad de conducción electrónica	41
Figura 2.50. Diagrama de la edu.....	41
Figura 2.51. Tdc, sensor de identificación del cilindro	42
Figura 2.52. Diagrama del sensor tdc y cmp.....	43
Figura 2.53. Sensor de turbocompresión	44
Figura 2.54. Condiciones de medida del sensor de turbocompresión	44
Figura 2.55. Sensor de caudal de aire	45
Figura 2.56. Mariposa de control electrónico, tipo efecto hall	46
Figura 2.57. Mariposa de control electrónico, tipo contacto.	47
Figura 2.58. Sensor de temperatura de refrigerante.	47
Figura 2.59. Control de cantidad de inyección de combustible	50
Figura 2.60. Cantidad básica de inyección.....	51
Figura 2.61. Cantidad de inyección máxima.	51
Figura 2.62. Cantidad de inyección de arranque.....	52
Figura 2.63. Sistema de control de ralentí.....	52
Figura 2.64. Régimen de revoluciones y temperatura	53
Figura 2.65. Calado de inyección principal.....	54
Figura 2.66. Calado de inyección piloto	55

Figura 2.67. Inyección dividida.....	56
Figura 2.68. Control de inyección múltiple	56
Figura 2.69. Funcionamiento de aprendizaje	58
Figura 2.70. Control de aprendizaje de la cantidad de inyección	58
Figura 2.71. Control de relación de inyección de combustible.....	59
Figura 2.72. Control de presión de combustible.....	60
Figura 2.73. Condiciones de funcionamiento de la egr.....	61
Figura 2.74. Diagrama global del sistema egr.....	62
Figura 4.1. Pregunta n° 1.....	74
Figura 4.2. Pregunta n° 2.....	75
Figura 4.3. Pregunta n° 3.....	75
Figura 4.4. Pregunta n° 4.....	76
Figura 4.5. Pregunta n° 5.....	77
Figura 4.6. Pregunta n° 6.....	77
Figura 4.7. Bomba de alta presión hp3	79
Figura 4.8. Conjunto de placa de bomba	82
Figura 4.9. Fijación de pernos en conjunto de placa de bomba	82
Figura 4.10. Extracción de tubos	83
Figura 4.11. Retiro de tubería	83
Figura 4.12. Extracción de la scv.....	84
Figura 4.13. Extracción de la junta tórica.....	84
Figura 4.14. Extracción de tres pernos de cubierta de bomba	85
Figura 4.15. Extracción del conjunto rotor de la bomba	85
Figura 4.16. Retiro de placa de bomba de alimentación	86
Figura 4.17. Retiro de junta tórica y pasadores.....	86
Figura 4.18. Extracción del sensor de temperatura de combustible	87
Figura 4.19. Extracción de válvula de regulación.....	87
Figura 4.20. Extracción del subconjunto del filtro.....	88
Figura 4.21. Extracción del subconjunto del filtro del tapón	88
Figura 4.22. Extracción del subconjunto del elemento filtrante.....	89
Figura 4.23. Extracción de pernos del subconjunto del elemento	89
Figura 4.24. Extracción de émbolo y muelle	90
Figura 4.25. Subconjunto del elemento, émbolo y muelle.....	90
Figura 4.26. Retiro de las tres juntas tóricas del cuerpo de la bomba	91

Figura 4.27. Extracción de tres pernos, parte superior del subconjunto	91
Figura 4.28. Retiro del subconjunto del elemento	92
Figura 4.29. Retiro de la junta tórica	92
Figura 4.30. Comprobación de partículas en subconjunto del elemento	93
Figura 4.31. Desmontaje del cuerpo de la bomba, pernos y chaveta	94
Figura 4.32. Extracción del conjunto de la placa de la bomba	94
Figura 4.33. Retiro del eje propulsor	95
Figura 4.34. Precaución del retiro del eje propulsor	95
Figura 4.35. Extracción de la leva anular	96
Figura 4.36. Extracción del eje propulsor y arandela	96
Figura 4.37. Precaución en la extracción de la arandela del alojamiento	97
Figura 4.38. Extracción del sello de aceite.....	97
Figura 4.39. Montaje del sello de aceite.....	98
Figura 4.40. Montaje de la arandela.....	98
Figura 4.41. Instalación de arandela y el eje propulsor en el subconjunto	99
Figura 4.42. Instalación del conjunto en el alojamiento de la bomba.....	99
Figura 4.43. Instalación del medidor de holgura	100
Figura 4.44. Instalación del indicador de cuadrante en el medidor.....	100
Figura 4.45. Medición del indicador del cuadrante	101
Figura 4.46. Instalación de la junta tórica y arandela en el subconjunto.....	101
Figura 4.47. Instalación de la leva anular en el eje propulsor.....	102
Figura 4.48. Eje propulsor y leva anular.....	102
Figura 4.49. Engrase e instalación del subconjunto de la cubierta	103
Figura 4.50. Ajuste del conjunto de la cubierta en la prensa	103
Figura 4.51. Instalación del cuerpo de la bomba en la placa de bomba.....	104
Figura 4.52. Orden de apriete del cuerpo de la bomba	104
Figura 4.53. Instalación del muelle, embolo y la junta tórica	105
Figura 4.54. Instalación del subconjunto del elemento en el cuerpo bomba....	105
Figura 4.55. Apriete de pernos en el subconjunto del elemento.....	106
Figura 4.56. Par de apriete en los pernos	106
Figura 4.57. Instalación de la junta tórica.....	107
Figura 4.58. Instalación del muelle y embolo en subconjunto del elemento	107
Figura 4.59. Orden de apriete de los pernos con la llave dinamométrica	108
Figura 4.60. Instalación de la válvula de regulación.....	108

Figura 4.61. Ajuste de la válvula de regulación.....	109
Figura 4.62. Instalación del conjunto secundario del filtro.....	109
Figura 4.63. Limpieza de objetos extraños del filtro	110
Figura 4.64. Instalación del tapón del filtro.....	110
Figura 4.65. Instalación del sensor de temperatura de combustible.....	111
Figura 4.66. Montaje de la bomba de alimentación.....	111
Figura 4.67. Instalación de los pasadores de sujeción	112
Figura 4.68. Instalación de la chaveta de la bomba de alimentación.....	112
Figura 4.69. Instalación del rotor interno.....	113
Figura 4.70. Instalación del rotor externo y junta tórica.....	113
Figura 4.71. Alineación de la cubierta y la bomba de alimentación	114
Figura 4.72. Instalación de la junta tórica.....	114
Figura 4.73. Apriete de los pernos con la llave dinamométrica	115
Figura 4.74. Instalación del tubo.....	115
Figura 4.75. Componentes de la bomba de alta presión.....	116
Figura 4.76. Lista de apriete de la bomba de alta presión.....	117
Figura 4.77. Conexión de la dst-1	119
Figura 4.78. Lectura de los dtc en el scanner	119
Figura 4.79. Borrado de un dtc	120
Figura 4.80. Diagnóstico del dtc con el indicador de avería	121
Figura 4.81. Lectura de los dtc.....	122
Figura 4.82. Retiro del fusible para borrado del dtc.....	123
Figura 4.83. Diagrama de conexiones externas de la ecu del motor.....	128
Figura 4.84. Diagrama de conexiones de la ecu	129
Figura 4.85. Diagrama de conectores de la ecu del motor.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características de la mitsubishi l200	5
Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos tomados	70
Tabla 4.2. Procedimiento de cálculo de la muestra	71
Tabla 4.3. Pregunta 1 de encuesta	72
Tabla 4.4. Pregunta 2 de encuesta	72
Tabla 4.5. Pregunta 3 de encuesta	72
Tabla 4.6. Pregunta 4 de encuesta	73
Tabla 4.7. Preguntas 5 de encuesta	73
Tabla 4.8. Preguntas 6 de encuesta	73
Tabla 4.9. Detalles sobre los códigos de diagnóstico.....	124
Tabla 4.10. Procedimientos para la solución de fallas	127
Tabla 5.1. Presupuesto de adecuación y operación.....	130

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Operacionalización de variables independientes.....	65
Cuadro 3.2. Operacionalización de variables dependientes.....	65
Cuadro 4.1. Componentes de la bomba de alta presión	80

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se ha desarrollado una guía rápida y de fácil entendimiento para los técnicos, estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz y afines, acerca del “Diagnóstico del sistema de inyección “common rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón. Guía del proceso de detección de fallas y mantenimiento” así como las precauciones que se deben tener en cuenta al momento de realizar el mantenimiento del sistema common rail independientemente de su aplicación. Al ser una tecnología nueva se presenta un inconveniente que es la falta de información sobre estas tecnologías, es por ello que para cubrir con esta necesidad se ha planteado este tema. La presente monografía ayudará comprender al lector sobre la tecnología del sistema common rail, cuál es su constitución y funcionamiento, que al estar equipado con esta tecnología se deberá realizar su diagnóstico, mantenimiento y reparación haciendo uso de las recomendaciones del fabricante en los procedimientos y herramientas necesarias. Además se detallan las precauciones a ser consideradas al momento de realizar cualquier tipo de trabajo en este vehículo, así como las fallas más comunes con sus posibles soluciones.

PALABRAS CLAVE: Sistema “common rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Triton, Sistema “common rail”. Fallas y mantenimiento del sistema “common rail”. Bomba Denso HP3. Mantenimiento del sistema “common rail”.

SUMMARY

In this paper has developed a guide quick and easy of understand for technicians, students of automotive engineering and related, about the "Diagnosis of common rail system of the vehicle Mitsubishi L200 Triton. Guide the process of troubles and maintenance" as well as the precautions that should be taken into account when performing maintenance of common rail system irrespective of their application. As a new technology presents a drawback is the absence of information on these technologies, for these we presents the follow topic. This monograph will help the reader understand the technology of common rail system, what their constitution and operation, for being equipped with this technology must make their diagnosis, maintenance and repair using the manufacturer's recommendations on procedures and tools. Besides detailing the precautions to be taken when performing any work on this vehicle, and the most common faults with possible solutions.

KEYWORDS: System "common rail" of the Mitsubishi L200 Triton, System "common rail". Faults and maintenance of "common rail" system. Pump Denso HP3. Maintaining the "common rail" system.

PRESENTACIÓN

En la actualidad la tecnología el parque automotor de nuestra región y específicamente en nuestro país ha evolucionado hacia modelos equipados con motores diesel, los cuales incorporan sistemas de inyección de combustible con los cuales los técnicos no estaban muy familiarizados como son los sistemas EUI, PLD, common rail y especialmente este último al ser sus aplicaciones principales en vehículos livianos haciéndose necesario que el técnico adquiera conocimientos que le permitan enfrentarse a cualquier sistema de inyección.

Por este motivo los centros de servicio automotriz y especialmente los centros de servicio autorizados se encuentran en la obligación de estudiar y comprender sobre el funcionamiento, constitución, diagnóstico y reparación de las tecnologías equipadas con sistemas de inyección common rail.

El presente proyecto abarca precisamente un tema que menciona una tecnología nueva, como es una guía rápida del funcionamiento, diagnóstico y reparación del sistema de inyección common rail aplicada en la camioneta camioneta Mitsubishi L200 Tritón, así como se muestran las precauciones que se deben tener al diagnosticar y reparar estos sistemas de inyección, los pasos a seguir al momento de realizar alguna clase de trabajo sobre estos vehículos, así como las fallas más comunes con sus posibles soluciones.

TEMA:

“DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” DE LA CAMIONETA MITSUBISHI L200 TRITON. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y MANTENIMIENTO”

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Actualmente la tecnología en el sector automotriz ha crecido enormemente, de tal forma que el parque automotor en nuestro país está constituido por modelos equipados con motores diesel controlados electrónicamente, siendo necesario que el profesional automotriz adquiera conocimientos que le permitan efectuar el mantenimiento y solucionar el mal funcionamiento de cualquier sistema de inyección electrónico diesel.

Para comprender y dominar la mecánica de los sistemas de inyección diesel ha sido imprescindible el conocimiento previo teórico – práctico en las aulas y laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema “Common Rail” es el más moderno sistema de inyección electrónico que requiere de un combustible/diesel limpio, sin azufre y sin agua; en Ecuador considerando que la calidad de nuestro combustible es pésima, 500¹ partes por millón y con gran cantidad de agua, estos sistemas Common Rail son muy delicados y requieren diesel entre 10 a 50 ppm como máximo. Después de varias consultas a técnicos del sur de Quito se llegó a la conclusión de que el costo del mantenimiento es aproximadamente 4000 dólares cada 100.000 kilómetros pues esa es la

¹ EP Petroecuador, (2012) boletín N002 Quito 04 Enero 2012

vida útil de estos inyectores y bombas con las condiciones de nuestro diesel.

Es necesario contar con las especificaciones técnicas y los procedimientos claros del sistema de inyección “Common Rail” para la camioneta Mitsubishi L200 Tritón, para así obtener un correcto diagnóstico y poder realizar su reparación y calibración de una forma técnica que garantice el buen funcionamiento y prolongue su vida útil.

Se requiere de personal capacitado capaz de realizar un mantenimiento y diagnóstico adecuado de estos sistemas, pero lastimosamente existe una gran cantidad de personal técnico con escasos conocimientos y que debido a las limitadas fuentes de información técnica de los sistemas Common Rail, restringen y dificultan su capacidad en los procesos de detección de fallas de averías en el vehículo y a la vez disminuye considerablemente las oportunidades laborales del técnico automotriz.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad de las Fuerzas Armadas “Espe” Extensión Latacunga oferta el Programa de IV Nivel de Autotrónica el que tiene como propósito analizar sistemas de inyección electrónicos aplicados en los vehículos, el problema se formula tomando en consideración las siguientes interrogantes.

¿Cuál es el principio de funcionamiento del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?

¿Qué pasos se debe realizar para diagnosticar falla en el sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?

¿Es posible desarrollar un procedimiento de pruebas para detectar fallas en el sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?

1.4. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el Sistema de Inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Conocer el principio de funcionamiento y operación del Sistema de Inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.
- Identificar y analizar cada uno de los componentes del Sistema de Inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.
- Establecer una guía de procedimientos para la detección de fallas de averías y desmontaje de la bomba de alta presión en el sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.
- Optimizar el uso de instrumentos en la detección de fallas en el sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El creciente interés de muchos de los estudiantes del Diplomado Superior en Autotrónica en el Área de Motores de Combustión Interna llevo a profundizar los conocimientos en los sistemas de inyección diesel controlados electrónicamente.

Surge entonces la necesidad de realizar un estudio práctico y detallado sobre el diagnóstico del sistema de inyección "Common Rail" de la camioneta Mitsubishi L200Tritón; para que se encuentre al alcance del personal técnico que lo requiera y sirva de base técnica para la solución de problemas en los vehículos con este sistema de inyección. Tomando en consideración:

- ✓ El alto valor económico que representa el sistema de inyección en general, la bomba de inyección modelo Denso HP3, debido a su complejidad y a la de sus elementos.
- ✓ Considerando que el control fundamental en la emisión de gases en los motores diesel es el sistema de inyección, se hace indispensable su diagnóstico, mantenimiento, reparación, de ahí la importancia de este trabajo y su aporte con la conservación del medio ambiente.
- ✓ El creciente número de aplicaciones en el centro del país y con ello la gran demanda existente en reparaciones de este tipo de sistemas de inyección.

Consideraciones que justifican la realización de las prácticas y el trabajo a realizar al fomentar el desarrollo tecnológico, económico y ambiental de la provincia y el centro del país.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES

La Mitsubishi L200 también conocida como Tritón, Sportero o Stada es una camioneta compacta producida por Mitsubishi Motors. Originalmente conocida como Forte en Japón desde 1978 hasta 1986, luego el nombre fue cambiado en favor de Mitsubishi Strada. Fue conocida anteriormente como el Rodeo en Sudáfrica hasta el año 2007.



Figura 2.1 Camioneta Mitsubishi L200 Tritón.

Fuente. Mitsubishi Motors Tritón Specifications and Features.

Tabla 2.1. Características del vehículo Mitsubishi L200.

Engine	
Type	2.5L 4 cyl, DOHC, 16 Valve Common Rail Diesel with Intercooled Turbocharger
Engine Code	4D56
Bore x Stroke	91.1mm x 95.0mm
Capacity	2,477cc
Compression Ratio	17.0:1
Maximum Power	100kW @ 3,800rpm
Maximum Torque	314Nm @ 2,000rpm

Fuente. Mitsubishi Motors Tritón Specifications and Features.

El Sistema de inyección diesel concerniente a este estudio es el que corresponde a una camioneta de la 4ta generación de la L200 fue construida en la filial de Mitsubishi en Tailandia y lanzada en 2005, exportado a alrededor de 140 mercados a nivel mundial en su versión diesel; los datos generales y las especificaciones técnicas se exponen en la tabla 2.1.y las medidas generales se detallan en la figura 2.2.

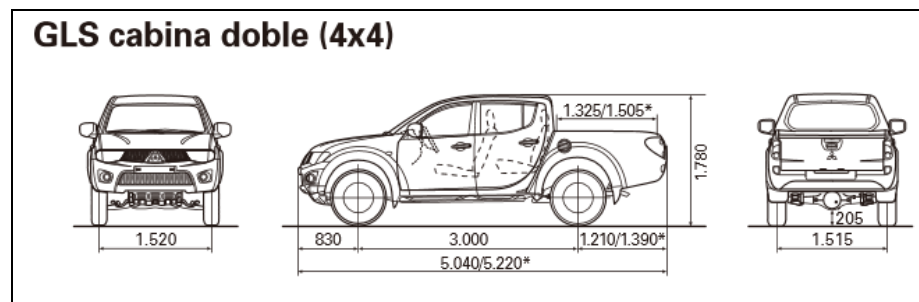


Figura 2.2 Dimensiones generales camioneta Mitsubishi L200.

Fuente. Mitsubishi Motors Tritón Specifications and Features.

Las curvas características del motor diesel 2.5L con sistemas de inyección directa diesel Common Raíl se detalla a continuación.

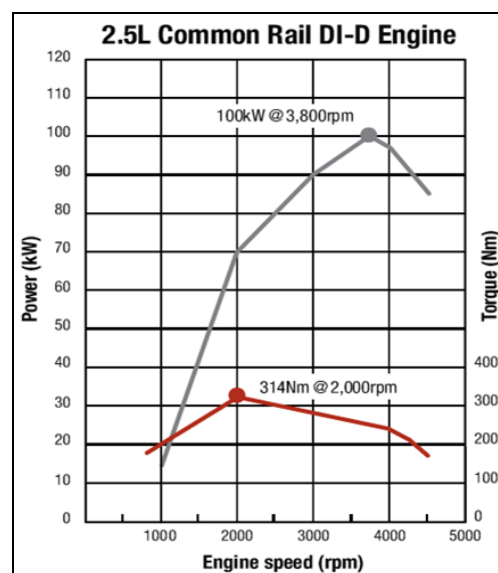


Figura 2.3. Curva característica motor 2.5L.

Fuente. Mitsubishi Motors Tritón Specifications and Features.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

2.2.1. Requerimientos del sistema de inyección.

La finalidad del sistema de inyección en los motores diesel es introducir el combustible en la cámara de combustión en la cantidad adecuada, en el momento preciso y en las condiciones requeridas para su perfecta combustión². Teniendo esto bien presente no será difícil entender por qué y la lógica disposición de cada uno de los elementos que constituyen el sistema de inyección.

La cantidad de combustible a introducir en cada ciclo de funcionamiento del motor depende de las características de éste y del régimen de funcionamiento (ALONSO, 2001): velocidad y potencia exigida.

El momento de introducción, como sabemos, se debe producir al finalizar la carrera de compresión con un ligero adelanto sobre la llegada del émbolo a su PMS; adelanto que en muchos motores es variable según el régimen de giro, para lograr el funcionamiento óptimo.

En cuanto a las condiciones de introducción del combustible en la cámara, o inyección propiamente dicha, se han de contar la elevada presión en el interior de la cámara y la necesidad de conseguir rápidamente una mezcla íntima del combustible con el aire para que la combustión sea completa.

Como veremos el sistema de inyección está ordenado para satisfacer todos estos requerimientos, que también estudiaremos con mayor detalle.

² Bosch (2004) Catálogo de aplicaciones y principales componentes Bosch

2.2.2. Generalidades del sistema de inyección.

Según su propio principio de funcionamiento, el motor Diesel necesita una alimentación rigurosamente dosificada en combustible y que la inyección se realice en el momento preciso, en un tiempo muy corto al final de la carrera de compresión (ALONSO, 2001), durante la cual, la bomba de inyección impulsa el combustible y lo inyecta en cantidad exacta en la cámara de combustión por medio del inyector. Con anterioridad, en el tiempo de admisión se aspira únicamente aire, que en la carrera de compresión se calienta hasta tal punto que el combustible inyectado al final de este recorrido se inflama por sí solo.

A las dificultades propias de esta inyección, se suman otras, pues ha de inyectarse el combustible en el cilindro, cuando este se encuentra a una presión importante. Por ello la presión a que se inyecta debe ser elevada, superior a un centenar de bar, y la pulverización de combustible ha de ir finamente atomizado, para que la combustión se inicie simultáneamente en la mayor parte del combustible inyectado y se propague inmediatamente a todo el volumen de la cámara de combustión.



Figura 2.4. Sistema Common Rail.

Fuente. Sistema de Inyección Common Rail Bosch

Todo esto ha de lograrse teniendo en cuenta, que el tiempo en que ha de producirse muchas inyecciones en poco tiempo, sobre todo cuando el motor gira rápidamente. Para ello el sistema de inyección está formado por la bomba de inyección, que es la encargada de enviar el combustible hasta cada inyector en el momento oportuno y a la presión exacta, en una cantidad determinada para cada condición de funcionamiento del motor. La bomba de inyección distribuye el combustible a los diferentes inyectores respetando ciertas condiciones³:

- El volumen de combustible inyectado debe ser el mismo para cada cilindro.
- La inyección debe iniciarse en el instante preciso, al final de la compresión un poco antes de que el pistón haya alcanzado el p.m.s.
- La inyección en cada cilindro debe realizarse en un orden determinado, al igual que ocurre en el motor de explosión con el orden de encendido de cada motor.
- El inyector, cuya misión es la de pulverizar el combustible que se introduce en la cámara de combustión y distribuirlo uniformemente en el seno del aire comprimido que la llena (CASTRO, 2002).

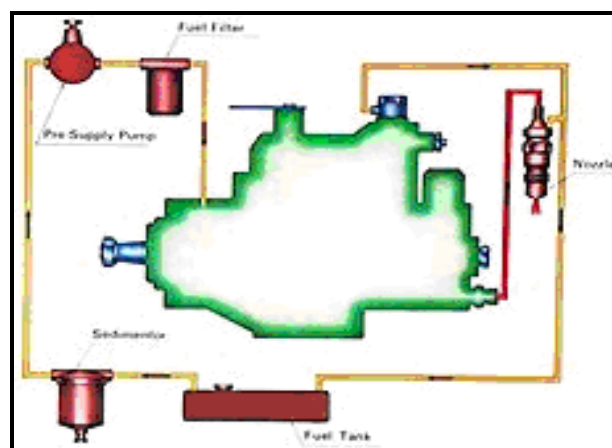


Figura 2.5. Conjunto de inyección o sistema de inyección.

Fuente. BOSCH. Edición 2005. Sistema de Inyección Diesel por Acumulador.

³ DIESEL KIKI.(1981) Injection pump model VE construction. Japan: Denso.

2.2.3. Características del sistema common rail.

El sistema Common Rail utiliza un tipo de cámara de acumulación llamada rampa para almacenar el combustible a presión y para que los inyectores, que contienen válvulas electromagnéticas controladas electrónicamente, inyecten dicho combustible en el interior de los cilindros. El sistema de inyección, al ser controlado por la ECU del motor (la presión, la relación y el calado de inyección), es independiente, y por lo tanto, no se ve afectado por el régimen o la carga del motor.⁴

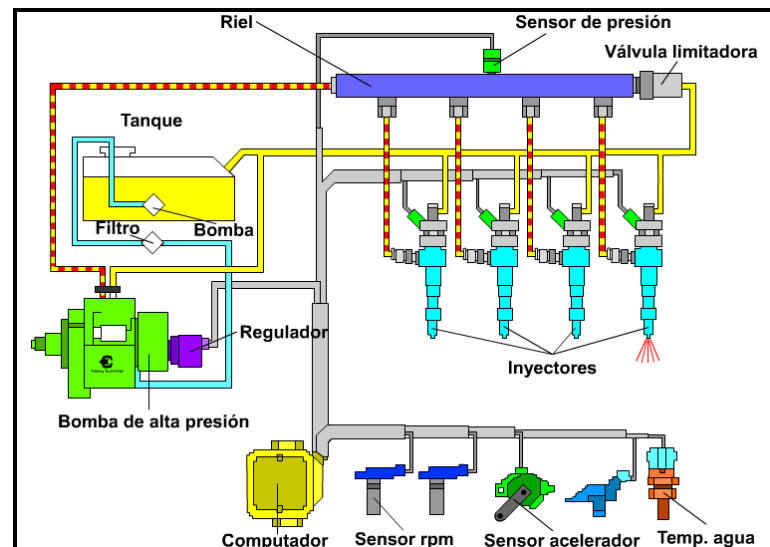


Figura 2.6. Componentes de sistema Common Rail.

Fuente: Hyundai sistema bosch CRDI technical training.

Como la ECU del motor puede controlar la cantidad y el calado de inyección con un alto grado de precisión, es posible incluso la inyección múltiple.

Con ello se garantiza una presión de inyección estable en todo momento, en especial con un régimen del motor bajo, y se disminuye

⁴ Imperial Juan Millares (1986), 3ª Edición. Motor Diesel Inyección y Combustión

drásticamente la cantidad de humo negro que emiten los motores diesel en el arranque y en la aceleración. Como consecuencia, las emisiones de gases de escape son menores y más limpias, a la vez que se consigue un mejor rendimiento.

2.3. FUNCIONES DEL CONTROL DE INYECCIÓN COMMON RAIL

2.3.1. Control de la presión de inyección.

Posibilita la inyección a alta presión incluso a un régimen bajo del motor. Optimiza el control para reducir al mínimo las emisiones de partículas y NOx.

2.3.2. Control del calado de inyección.

Posibilita un control óptimo y preciso de acuerdo con las condiciones de la conducción.

2.3.3. Control de la relación de inyección.

El control de la inyección piloto inyecta una pequeña cantidad de combustible antes de la inyección principal.⁵

⁵ BOSCH. Edición (2005). Sistema de Inyección Diesel por Acumulador Common Rail. Robert Bosch GMBH.2005 pp.4-14

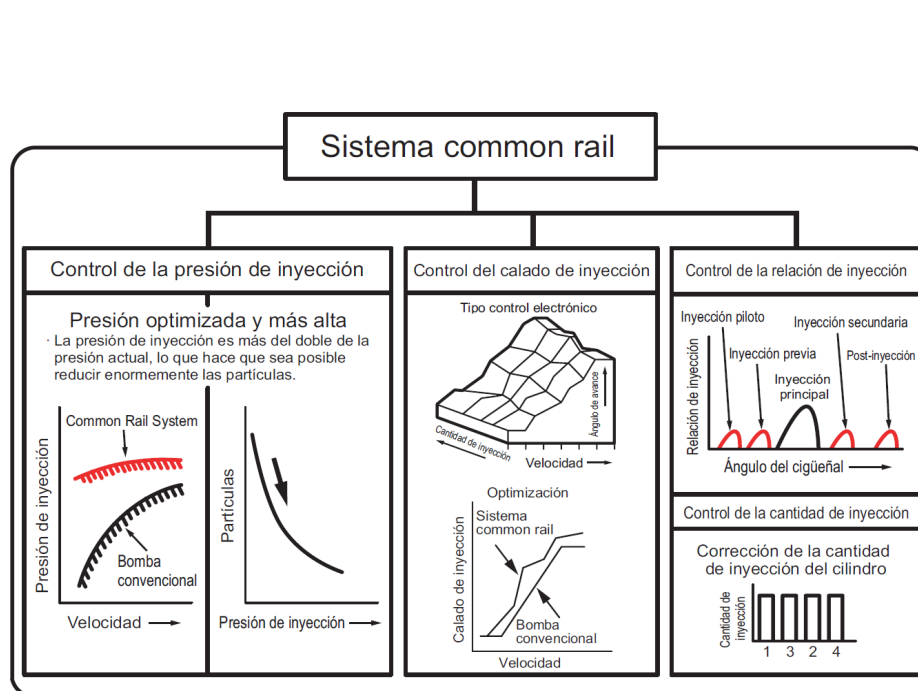


Figura 2.7. Funciones del control de inyección.

Fuente: Hyundai sistema bosch CRDI technical training.

2.4. COMPARACIÓN CON EL SISTEMA CONVENCIONAL

Este sistema es un dispositivo de estructura similar a los sistemas de inyección electrónica de gasolina, donde el combustible se hace llegar a una presión elevada hasta una rampa de inyección (de ahí su nombre Common Rail o Riel Común); se diferencia de los otros sistemas debido a la alta presión a la que se produce la inyección, que puede llegar hasta 1350 bares (BOSCH, 2005) en alto régimen, favorece enormemente la pulverización del combustible, lo que supone una notable mejora del proceso de combustión⁶; a continuación detallamos algunas diferencias con los sistemas convencionales:

⁶ Imperial Juan Millares. (1986) 3ª Edición. Motor Diesel Inyección y Combustión Barcelona – España. Ediciones CEAC.

	Bomba VE en línea	Sistema common rail
Sistema		
Control de la cantidad de inyección	Bomba (regulador)	ECU del motor, inyector (TWV) ^{*1}
Calado de inyección Control	Bomba (variador de avance)	ECU del motor, inyector (TWV) ^{*1}
Aumento de la presión	Bomba	ECU del motor, bomba de suministro
Distribuidor	Bomba	ECU del motor, rampa
Control de la presión de inyección	Depende del régimen y de la cantidad de inyección	ECU del motor, bomba de suministro (SCV) ^{*2}

Figura 2.8. Comparación del sistema convencional y Common Rail.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.5. COMPOSICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA COMMON RAIL

El sistema Common Rail consta principalmente de una bomba de suministro, la rampa, los inyectores y la ECU del motor (DENSO , 2005).

2.5.1. Bomba de suministro/alta presión (HP3).

Una bomba aspira el combustible del depósito y lo provee combustible a la bomba principal de alta presión en cualquier circunstancia de funcionamiento.

La misión de la bomba de alta presión es poner a disposición del riel común y por consiguiente en los inyectores suficiente combustible

comprimido en todos los márgenes de servicio del motor⁷.

El volumen de combustible descargado de la bomba de suministro controla la presión de la rampa.

La SCV (válvula de control de succión, Suction Control Valve) de la bomba de suministro lleva a cabo esta tarea siguiendo las órdenes recibidas de la ECU.



Figura 2.9. Bomba de suministro/alta presión HP3.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.5.2. Rampa o riel común.

La rampa está montada entre la bomba de alta presión y el inyector y almacena el combustible a alta presión.

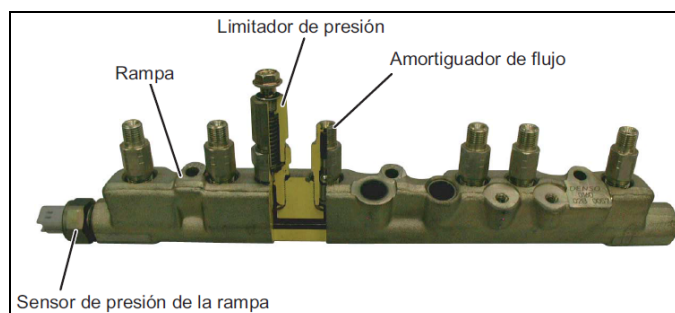


Figura 2.10. Riel común.

Fuente. Manual de entrenamiento de servicio Kia, common rail system

⁷ DENSO. (2007). Diesel injection pump engine 4M41. Japan: Denso corporation.

2.5.3. Inyector tipo G2.

El inyector reemplaza a la convencional tobera de inyección y logra la inyección óptima gracias al control realizado de acuerdo con la señales de la ECU (AGUDELO, 2006).

Las señales procedentes de la ECU del motor determinan la duración y el momento en los que se aplica la corriente al inyector que, a su vez, determinará la cantidad, el volumen y el calado de combustible inyectado.

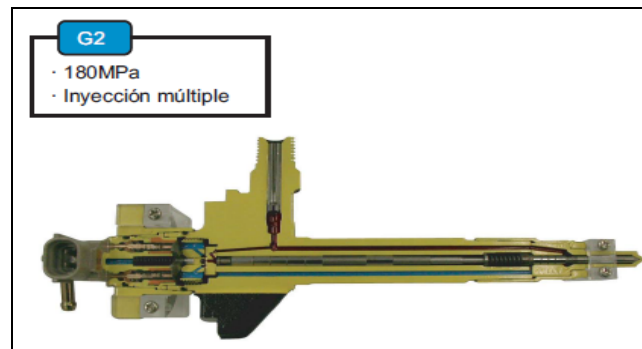


Figura 2.11. Inyector G2.

Fuente. Manual de entrenamiento de servicio Kia, common rail system

2.6. SISTEMA DE CONTROL

En este sistema, la ECU del motor controla el sistema de inyección de combustible de acuerdo con las señales emitidas por varios sensores. Los componentes de este sistema pueden dividirse, en los tres tipos siguientes: (1) Sensores; (2) ECU y (3) Actuadores (DENSO, 2007).

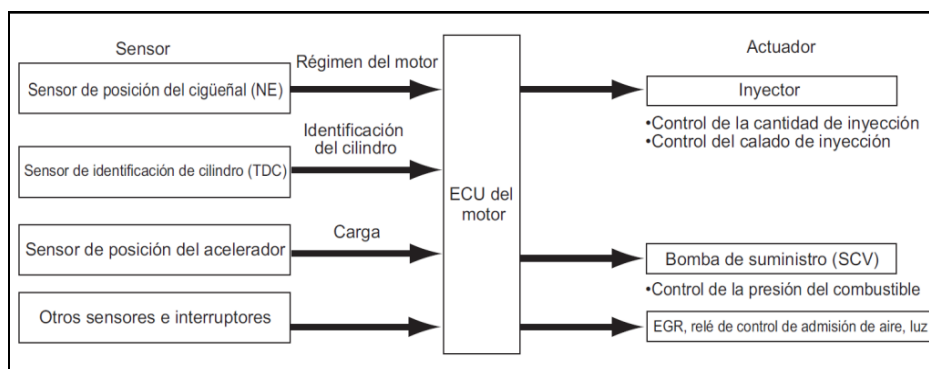


Figura 2.12. Sistema de control.

Fuente Imperial Juan Millares.3ª Edición. Motor Diesel Inyección y Combustión

1. **Sensores:** Detectan las condiciones del motor y de conducción, y las convierten en señales eléctricas.
2. **ECU del Motor:** Efectúa cálculos basados en las señales eléctricas emitidas por los sensores y los envía a los actuadores para alcanzar el estado ideal.
3. **EDU:** Posibilita la activación de los inyectores a regímenes altos. También hay algunos tipos con circuitos de carga dentro de la ECU que tienen la misma función que la EDU, por lo que no hay EDU en estos casos.
4. **Actuadores:** Funcionan de acuerdo con las señales eléctricas emitidas por la ECU. El control del sistema de inyección se realiza mediante el control electrónico de los actuadores. La cantidad y el calado de inyección se determinan mediante el control de la duración y el momento en los que se aplica la corriente a la TWV (válvula de dos vías) en el inyector. La presión de inyección se determina mediante el control de la SCV (válvula de control de succión) en la bomba de suministro.

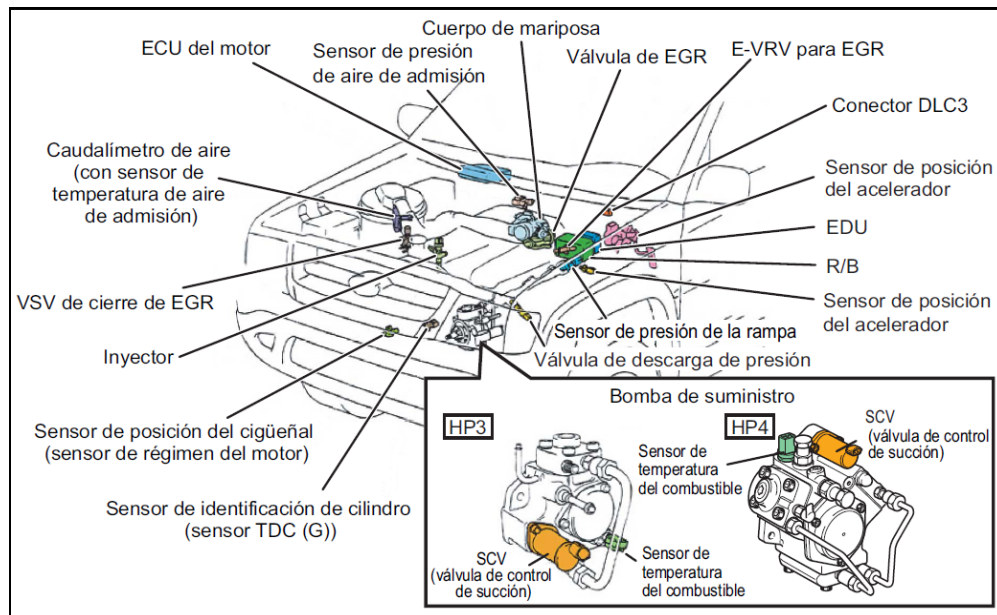


Figura 2.13. Diagrama de montaje de componentes principales del sistema.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.7. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Este sistema comprende la ruta a través de la cual el combustible diesel fluye desde el depósito de combustible a la bomba de suministro, pasando por la rampa común, hasta ser inyectado en el inyector, así como la ruta por la que regresa al depósito por el tubo de rebose⁸.

⁸ DENSO . (2005). Service manual common rail system HP3. Thailandia: Denso Corporation.

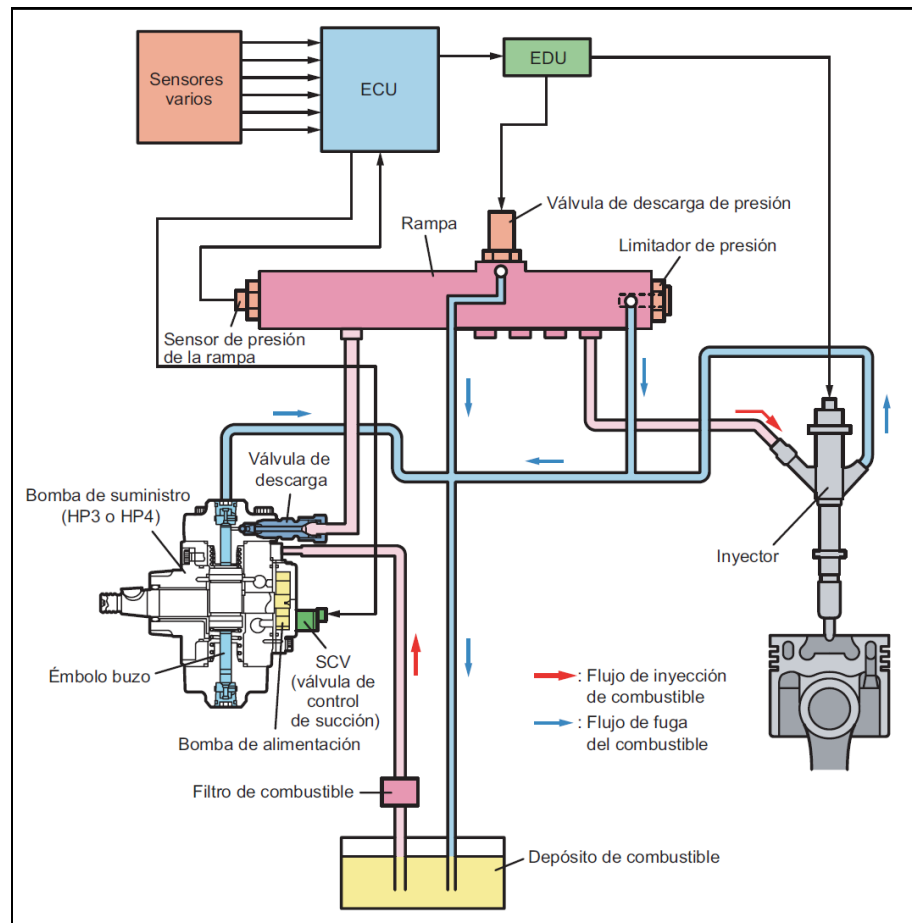


Figura 2.14. Flujo global del sistema de combustible - Mitsubishi L200 Tritón.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.8. FUNCIONAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LA BOMBA DE SUMINISTRO

2.8.1. Descripción general.

La bomba de suministro consta principalmente del cuerpo de la bomba (leva excéntrica, leva anular y émbolos buzos), la SCV (válvula de control de succión), el sensor de temperatura del combustible y la bomba de alimentación.

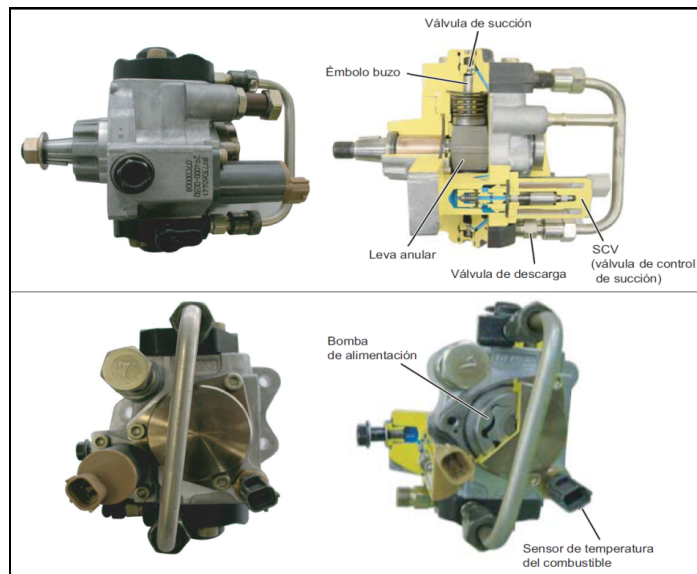


Figura 2.15. Partes de la bomba de suministro - alta presión HP3.
Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Los dos émbolos buzos están colocados verticalmente en la leva anular exterior para obtener una mayor compacidad.

El motor acciona la bomba de suministro a un régimen de 1:1. La bomba de suministro tiene una bomba de alimentación incorporada y lleva el combustible del depósito a la cámara del émbolo buzo.

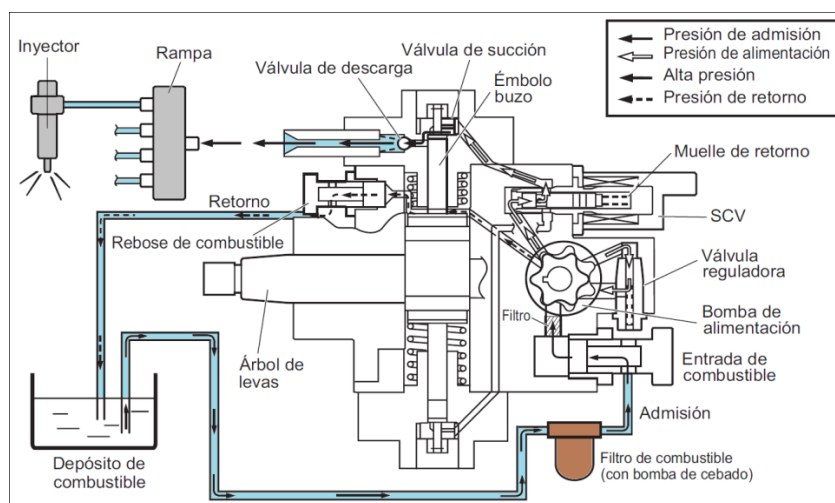


Figura 2.16. Circuito de la bomba de suministro.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

El árbol de levas interno acciona los dos émbolos buzos que, a su vez, someten a presión al combustible enviado a la cámara y lo envían después a la rampa (DIESEL KIKI, 1981).

El volumen de combustible suministrado a la rampa es controlado por la SCV, siguiendo las señales emitidas por la ECU del motor.

La SCV es de tipo de apertura normal (la válvula de admisión se abre durante la desactivación).

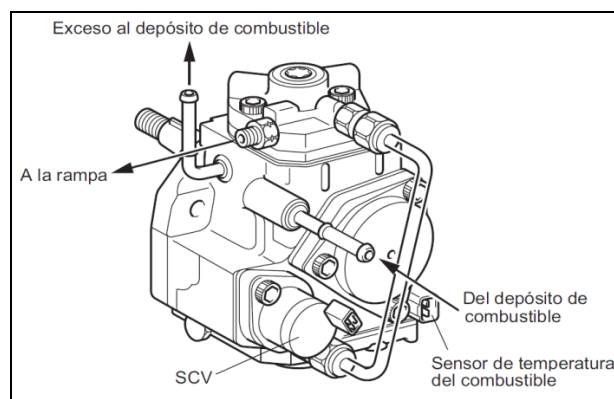


Figura 2.17. Vista exterior de bomba de suministro.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.8.2. Flujo de combustible interno de la bomba de suministro.

El combustible extraído del depósito recorre el camino de la bomba de suministro que se observa en la ilustración y es conducido a la rampa.

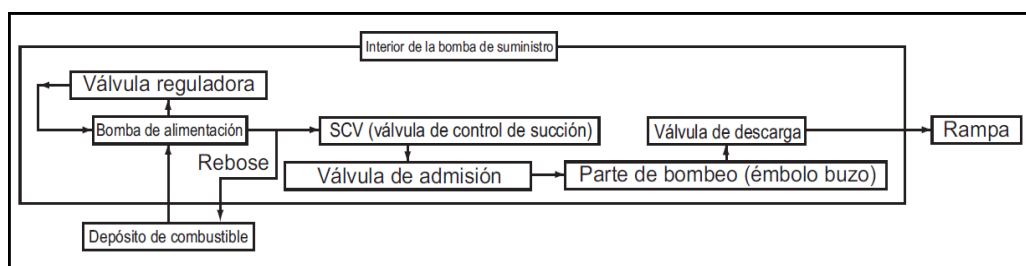


Figura 2.18. Diagrama del flujo de combustible.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.8.3. Construcción de la bomba de suministro.

La leva excéntrica está conectada al eje impulsor. La leva excéntrica está conectada a la leva anular.

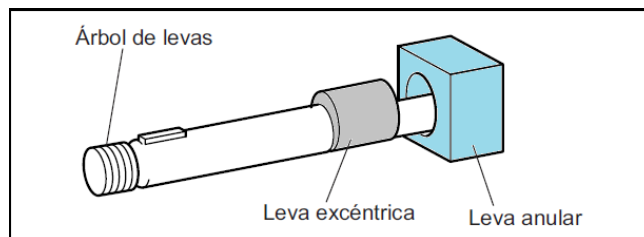


Figura 2.19. Leva excéntrica de la bomba.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Cuando gira el eje impulsor, la leva excéntrica gira en sentido excéntrico y la leva anular se desplaza hacia arriba y hacia abajo mientras gira.

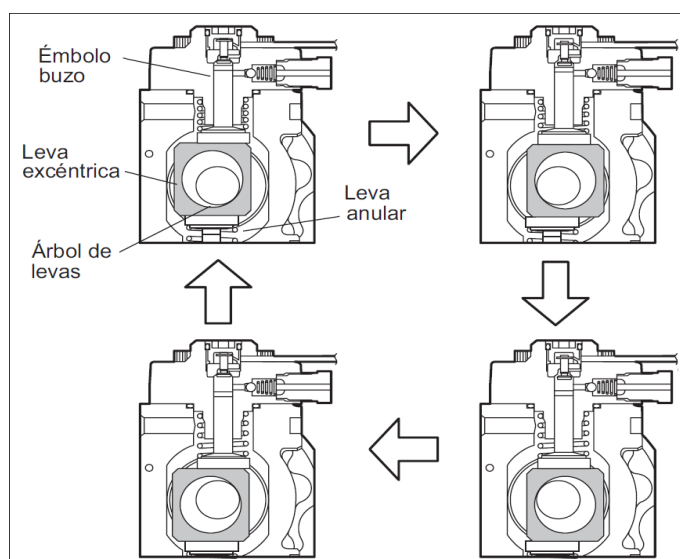


Figura 2.20. Funcionamiento de la leva excéntrica.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

El émbolo buzo y la válvula de succión están conectadas a la leva anular. La bomba de alimentación está conectada a la parte posterior del eje impulsor.

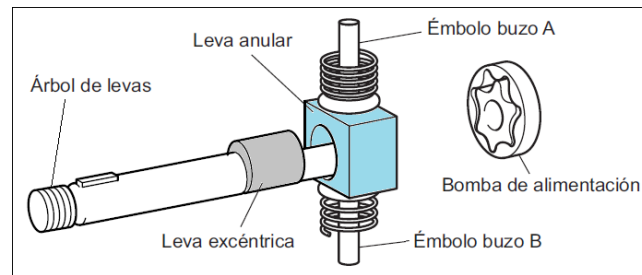


Figura 2.21. Leva anular.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.8.4. Funcionamiento de la bomba de suministro.

Como se observa en la ilustración de abajo, la rotación de la leva excéntrica hace que la leva anular empuje al Émbolo A hacia arriba. Debido a la fuerza del muelle, el Émbolo B es atraído en dirección opuesta al émbolo A. Como consecuencia, el émbolo B aspira combustible, mientras que el émbolo A lo bombea a la rampa.

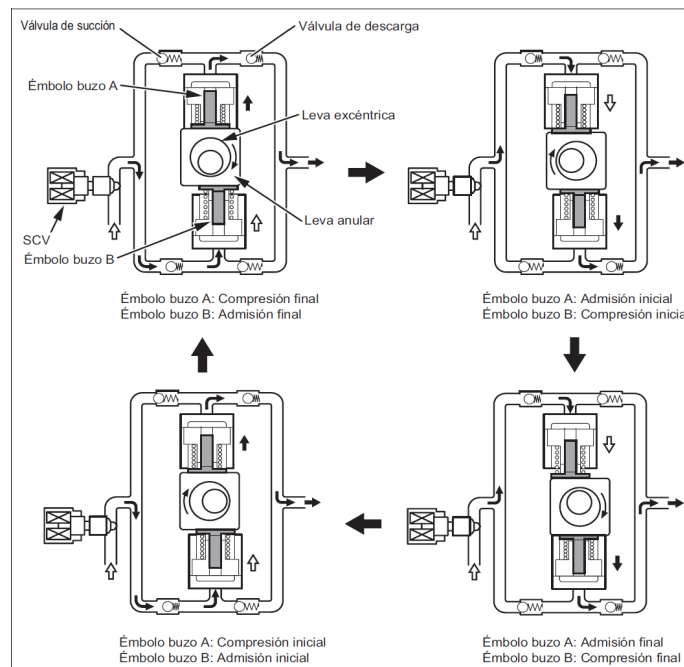


Figura 2.22. Funcionamiento de la bomba de suministro.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.9. COMPONENTES DE LA BOMBA DE SUMINISTRO

2.9.1. Bomba de alimentación.

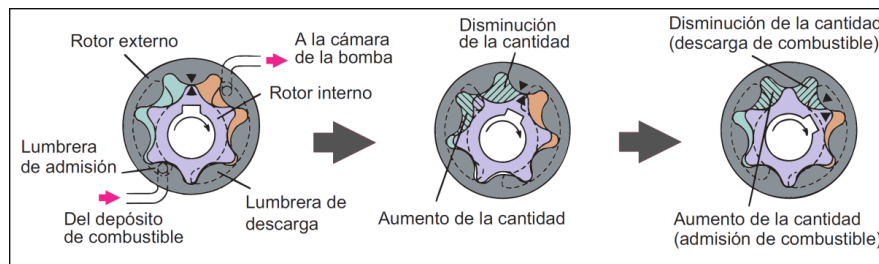


Figura 2.23. Bomba de alimentación tipo trocoide.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

La bomba de alimentación de tipo trocoide (DENSO, 2005) integrada en la bomba de suministro aspira el combustible del depósito y lo suministra a los dos émbolos buzos a través del filtro de combustible y la SCV (válvula de control de succión).

Esta bomba de alimentación es accionada por el eje impulsor, que activa los rotores externo e interno.

Con la rotación del rotor interior, la bomba de alimentación aspira el combustible desde la lumbrera de succión y lo bombea hacia fuera a través de la lumbrera de descarga. Esto se hace de acuerdo con el espacio que aumenta y disminuye con el movimiento de los rotores externo e interno.

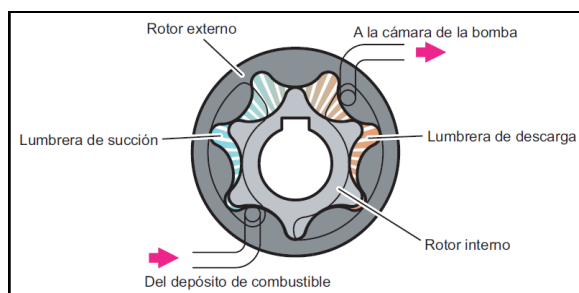


Figura 2.24. Funcionamiento de la bomba de alimentación.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.9.2. Válvula reguladora.

La válvula reguladora mantiene la presión de alimentación de combustible o presión de descarga por debajo de un cierto nivel. Si aumenta el régimen de la bomba y la presión de suministro excede la presión fijada en la válvula reguladora, la válvula se abre venciendo la fuerza del muelle para permitir el retorno del combustible al lado de succión.

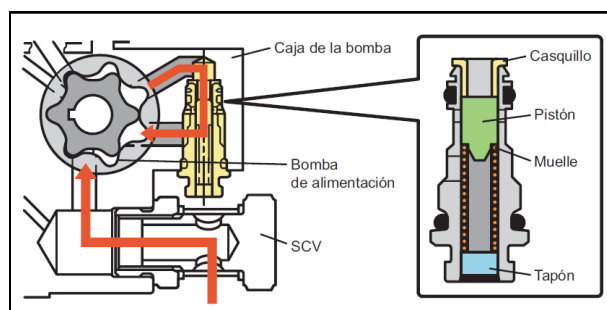


Figura 2.25. Válvula reguladora.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.9.3. SCV Válvula de Control de Succión.

El sistema ha incorporado una válvula de tipo solenoide lineal. La ECU controla el porcentaje de servicio es decir el tiempo durante el que se aplica la corriente a la SCV con el fin de controlar la cantidad de combustible que se suministra al émbolo buzo a alta presión. Sólo se suministra la cantidad de combustible necesaria para alcanzar la presión deseada en la rampa, por lo que la carga de actuación de la bomba de suministro disminuye.

Cuando la SCV recibe corriente, se crea una fuerza electromotriz variable de acuerdo con el porcentaje de servicio, que mueve el cilindro (integrado con el inducido) hacia la izquierda, cambiando la apertura del conducto de combustible y regulando así la cantidad de combustible.

1. SCV Tipo normalmente abierto.

- Con la SCV desactivada, el muelle de retorno se contrae, abriendo completamente el conducto de combustible y suministrando el combustible a los émbolos buzos. (Cantidad total de admisión y de descarga = normalmente abierto).
- Cuando la SCV está activada, la fuerza del muelle de retorno mueve el cilindro hacia la derecha, cerrando el conducto del combustible (normalmente abierto).

Activando o desactivando la SCV, el combustible es suministrado en la cantidad correspondiente al porcentaje de servicio de activación, y descargado por los émbolos buzos.

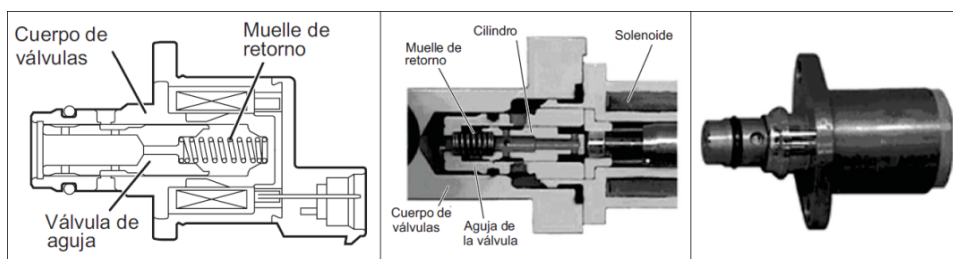


Figura 2.26. Válvula de control de succión SCV.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2. Cuando la duración de la excitación de la SCV (tiempo de servicio ON) es corta.

La corriente media que fluye a través de la válvula solenoide es pequeña, el cilindro retorna por la fuerza del muelle y la apertura de la válvula es grande. Como resultado, el volumen de succión de combustible aumenta.

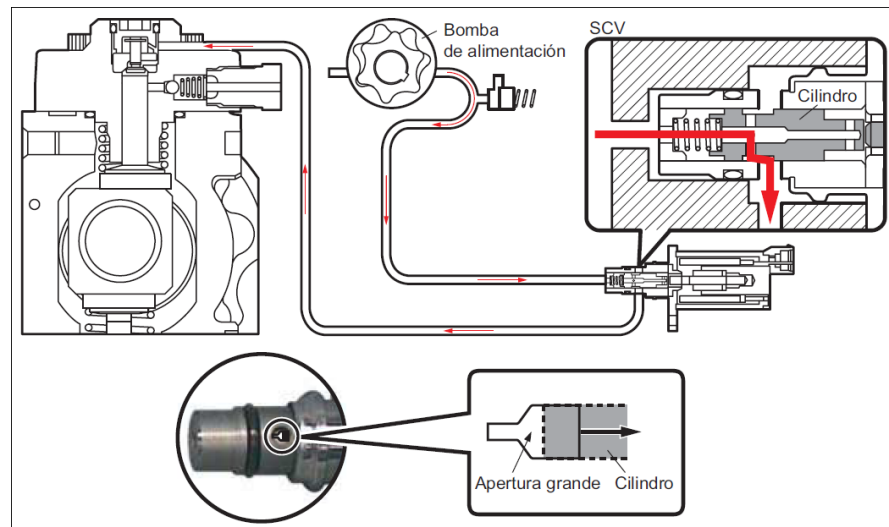


Figura 2.27. Excitación de la SCV, corta.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

3. Cuando la duración de la excitación de la SCV (tiempo de servicio ON) es larga.

La corriente media que fluye a través de la válvula solenoide es grande, el cilindro se aprieta hacia afuera y la apertura de la válvula es pequeña. Como resultado, el volumen de succión de combustible disminuye.

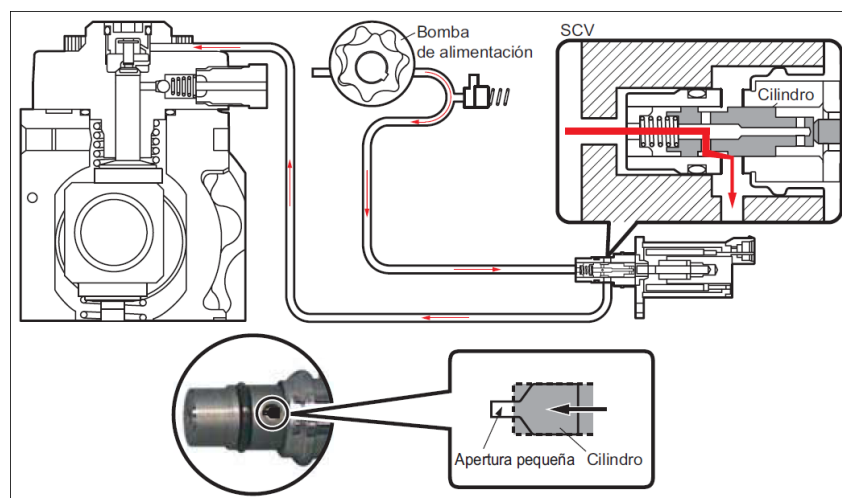


Figura 2.28. Excitación de la SCV, grande.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.9.4. Válvula de descarga.

La válvula de descarga de HP3 cuenta con un elemento integrado que consta de la bola de retención, muelle y montura. Cuando la presión del émbolo buzo excede la presión de la rampa, la bola de retención se abre para descargar combustible.

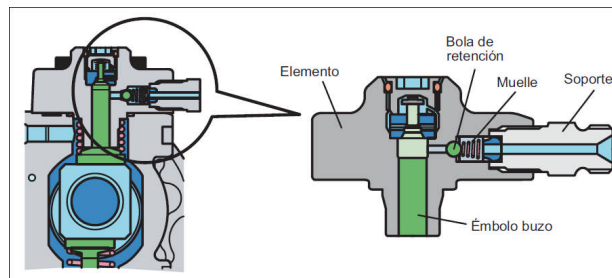


Figura 2.29. Válvula de descarga.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.9.5 Sensor de temperatura de combustible.

Detecta la temperatura del combustible y envía la señal correspondiente a la ECU del motor. Esta, por su parte, se basa en esta información para calcular la corrección en el volumen de inyección apropiada para la temperatura del combustible (DENSO, 2005).

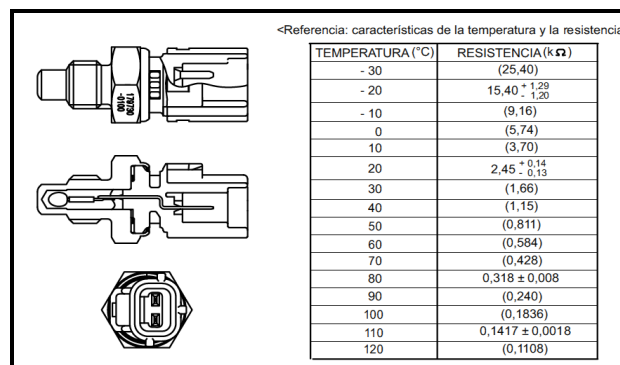


Figura 2.30. Sensor de temperatura de combustible.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

Este sensor de tipo termistor está instalado en la unidad de la bomba de suministro.

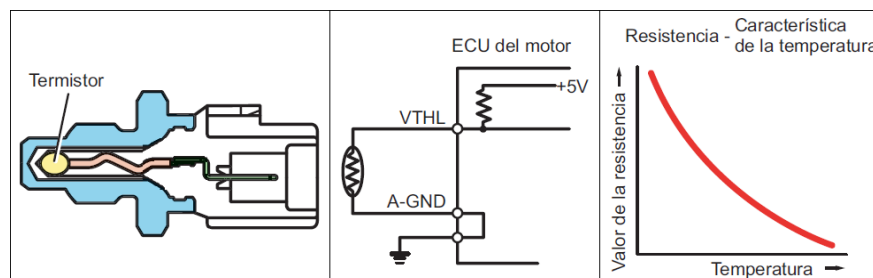


Figura 2.31. Diagrama del sensor de temperatura.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.10. FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES DE LA RAMPA COMÚN O RIEL

2.10.1. Descripción general⁹.

Almacena el combustible a presión de 25 a 180 Mpa suministrado por la bomba de suministro y distribuye el combustible a cada inyector de los cilindros. En la rampa se han incorporado un sensor de presión y una válvula limitadora de presión.

El sensor de presión de la rampa (sensor Pc) detecta la presión del combustible en la rampa y envía una señal a la ECU del motor, mientras que el limitador de presión controla el exceso de presión. Esto asegura una combustión óptima y reduce el sonido de combustión. (BOSCH, 2005)

⁹ RALFT, W. (2004). Sistema de inyección diesel por acumulador. Alemania: Robert Bosch.

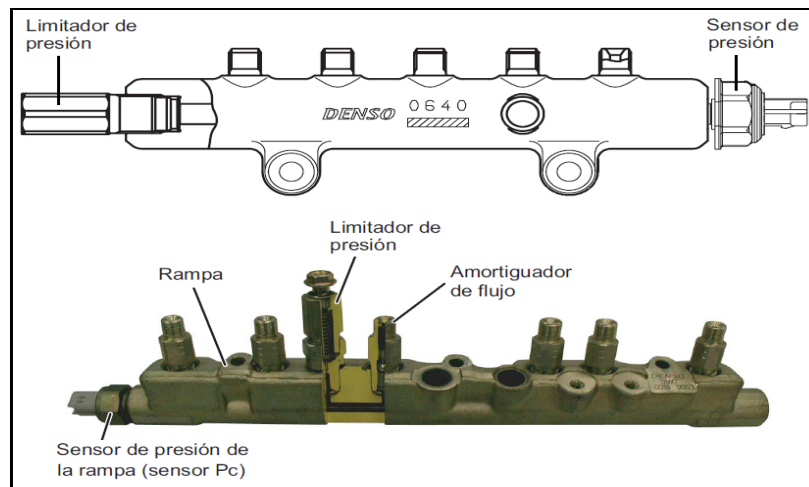


Figura 2.32. Riel común.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.10.2. Sensor de presión de la rampa (Sensor PC).

El sensor de presión detecta la presión del combustible de la rampa y envía una señal a la ECU del motor. El sensor está fabricado a partir de un semiconductor que utiliza el efecto piezoresistivo (RALFT, 2004) para detectar cambios en la resistencia eléctrica basándose en la presión aplicada a la silicona elemental.

En comparación con el modelo antiguo, este sensor es compatible con la alta presión.

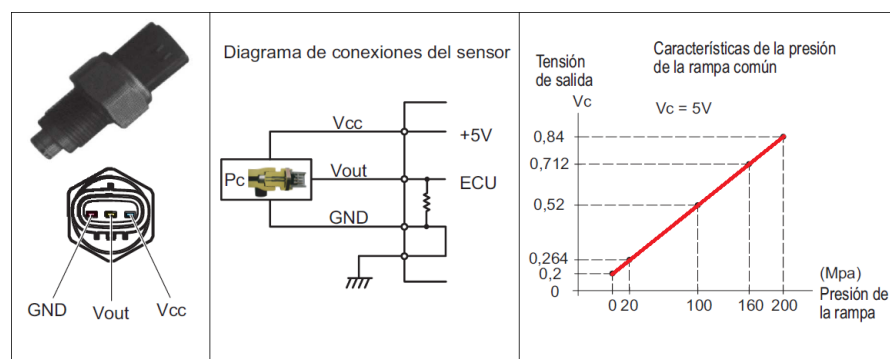


Figura 2.33. Sensor de presión del riel común.

Fuente. Manual de servicio denso, common rail system

2.10.3. Limitador de presión.

El limitador libera presión cuando la presión interna de la rampa es demasiado alta. Se abre cuando la presión interna alcanza 221 MPa (2.254 kg/cm²) y se cierra cuando la presión de la rampa alcanza un valor determinado.

El combustible liberado por el limitador de presión vuelve al depósito de combustible.

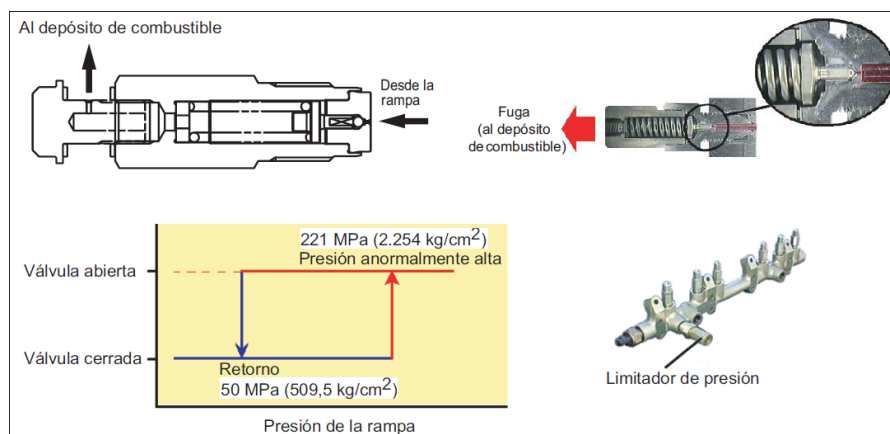


Figura 2.34. Limitador de presión.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.11. FUNCIONAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DEL INYECTOR (TIPO G2)

2.11.1. Descripción general.

Los inyectores introducen el combustible a alta presión de la rampa a las cámaras de combustión con el calado, volumen y régimen de inyección óptimos, vaporizándolo, y siguiendo las órdenes recibidas de la ECU.

La inyección se controla utilizando una TWV (válvula de dos vías tipo solenoide compacto y ahorro energético) y un orificio.

La TWV controla la presión de la cámara de control para controlar el principio y el final de la inyección. El orificio controla la relación de inyección moderando el régimen en el cual se abre la tobera.

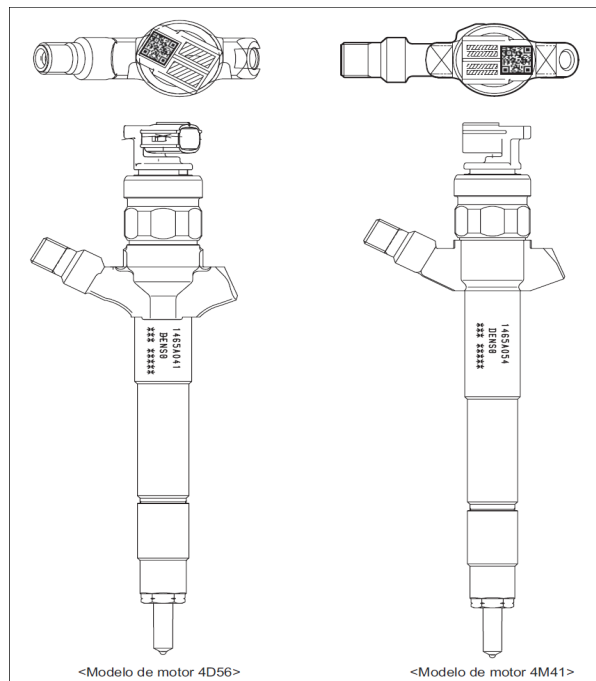


Figura 2.35. Vista exterior del inyector tipo G2.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

El pistón de mando abre y cierra la válvula al transmitir la presión de la cámara de control a la aguja de la tobera.

Cuando la válvula de la aguja de la tobera se abre, la tobera pulveriza el combustible y lo inyecta.

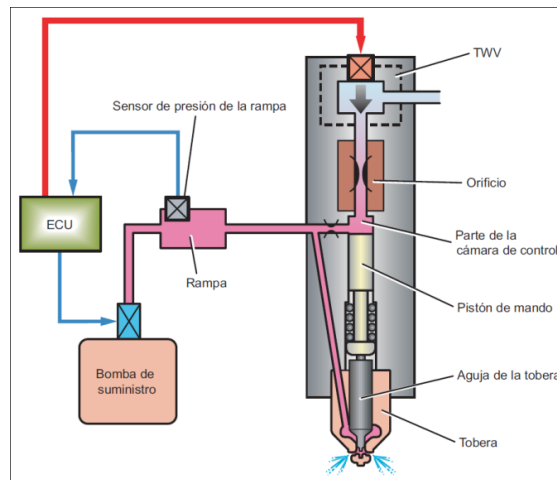


Figura 2.36. Activación del Inyector.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.11.2. Características inyector tipo G2.

Para asegurar una presión alta, el tipo G2 ha mejorado la fuerza de la presión, el rendimiento del sellado y la resistencia del desgaste de la presión. Ha mejorado también el funcionamiento a un régimen alto, haciendo posible un control de la inyección más preciso y la inyección múltiple.

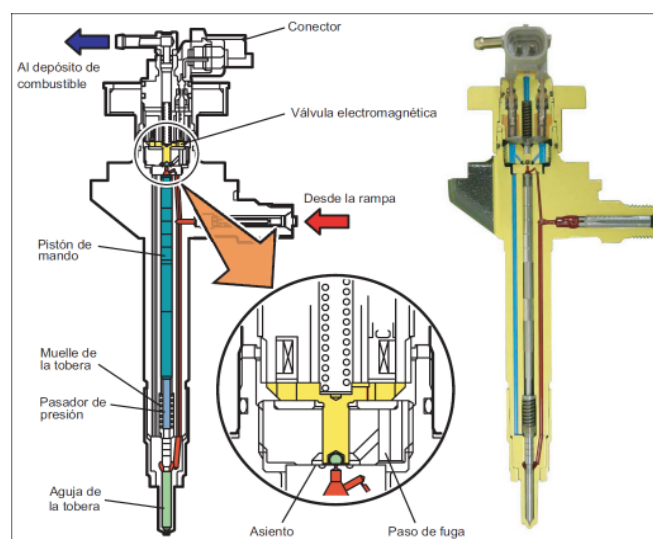


Figura 2.37. Funcionamiento del Inyector G2.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

La inyección múltiple significa que la inyección principal se realiza mediante un número de inyecciones de combustible entre uno y cinco sin que cambie la cantidad de inyección, con el fin de reducir las emisiones de gases de escape y el ruido.

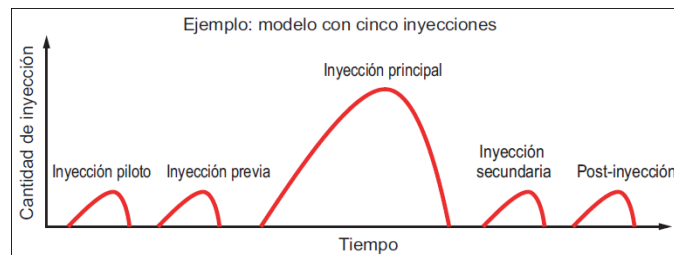


Figura 2.38. Inyecciones múltiples de combustible.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.11.3. Funcionamiento del Inyector G2.

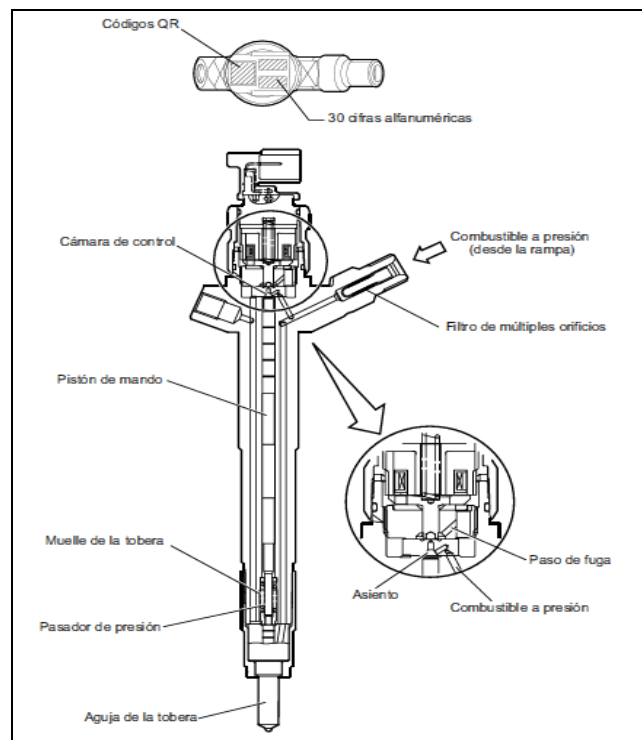


Figura 2.39. Estructura interna del inyector.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

La válvula electromagnética TWV (válvula de dos vías) abre y cierra el orificio de salida para regular la presión de la cámara de control y controlar el inicio y el final de la inyección.

1. Sin inyección.

Cuando no se aplica ninguna corriente al solenoide, la fuerza del muelle es superior a la presión hidráulica de la cámara de control. Por consiguiente, la válvula electromagnética es presionada hacia abajo, cerrando el orificio de salida. Por ello, la presión hidráulica que se aplica al pistón de mando provoca que el muelle de la tobera del inyector se comprima. Esto cierra la aguja de la tobera de inyección, impidiendo que se inyecte el combustible.

2. Inyección.

Cuando se aplica corriente inicialmente al solenoide, la fuerza de atracción de este empuja la válvula solenoide hacia arriba, abriendo el orificio de salida y permitiendo el paso del combustible a la cámara de control. Una vez que fluye el combustible, la presión de la cámara de control disminuye, empujando hacia arriba el pistón de mando. Esto provoca la elevación de la aguja de la tobera y el comienzo de la inyección.

El combustible que fluye tras el orificio de salida pasa al tubo de fugas y por debajo del pistón de mando. El combustible que fluye por debajo del pistón eleva la aguja del pistón hacia arriba, mejorando la respuesta de apertura y el cierre de la tobera de inyección.

3. Final de la inyección.

Mientras se aplica corriente al solenoide, la tobera alcanza su elevación máxima, situándose también la relación de inyección en

el máximo nivel. Cuando se corta la corriente al solenoide, la válvula solenoide cae, haciendo que la aguja de la tobera del inyector se cierre inmediatamente y se detenga la inyección.

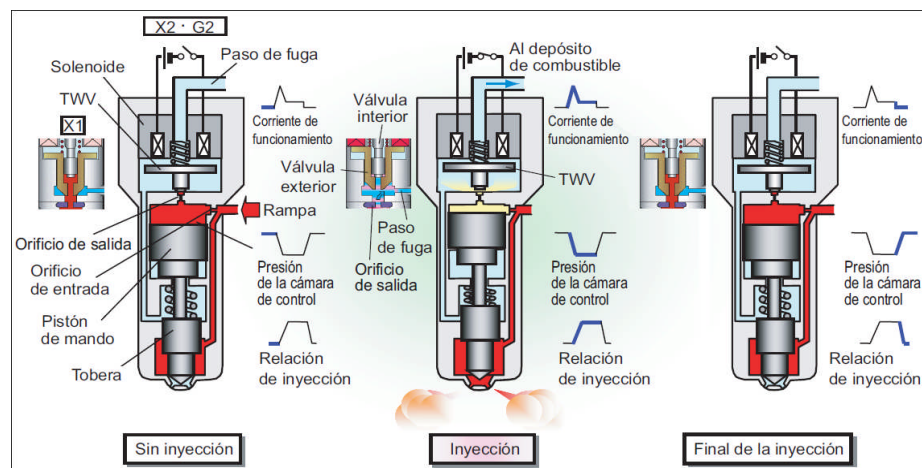


Figura 2.40. Fases de funcionamiento del inyector.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.11.4. Inyector con códigos QR.

Los códigos QR que muestran diversas características del inyector y los códigos de identificación que muestran estos últimos de forma numérica (30 cifras alfanuméricas) están grabados en la culata del inyector (BOSCH, 2005). Cuando un inyector se ha instalado recientemente en un vehículo, es necesario introducir los códigos de identificación en la ECU del motor por medio de la herramienta de diagnóstico MITSUBISHI (MUT III).

Por regla general, se sustituía todo el conjunto cuando era necesario reemplazar el inyector, pero actualmente se han incorporado QR Codes (códigos de respuesta rápida) para mejorar la precisión del caudal de la inyección.

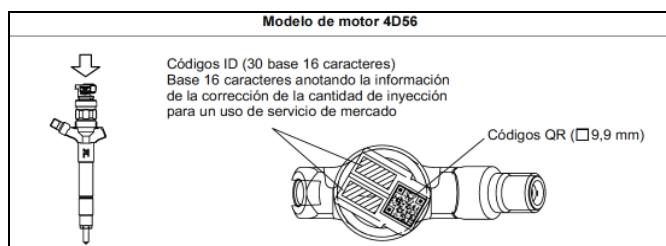


Figura 2.41. Códigos QR en el inyector.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

Los QR Codes han permitido aumentar considerablemente la cantidad de puntos de corrección de la cantidad de inyección del combustible y mejorar la precisión de manera substancial. Se ha conseguido mejorar las características de los cilindros del motor, contribuyendo a incrementar la eficacia de la combustión, la reducción de las emisiones de los gases de escape y otros aspectos.

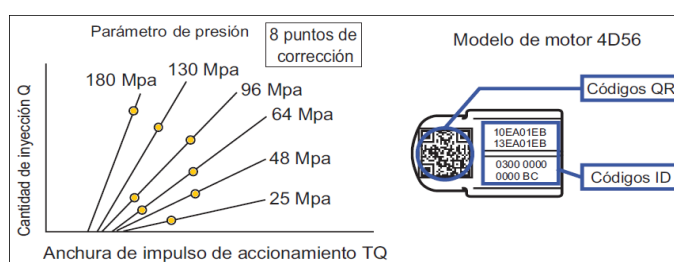


Figura 2.42. Puntos de corrección de código QR.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.11.5. Manejo de los inyectores con códigos QR.¹⁰

Cuando se reemplacen los inyectores con QR Codes, o la ECU del motor, será necesario registrar los códigos ID en la ECU. (Si los códigos ID para los inyectores instalados no están registrados correctamente, se producirá un fallo del motor como un ralentí duro y un ruido). Los técnicos de un concesionario MITSUBISHI se encargarán de registrar los

¹⁰ DENSO .(2005) Service manual common rail system HP3. Denso Corporation.

códigos ID en la ECU mediante la utilización de herramientas MITSUBISHI autorizadas.

A. Cuando se reemplaza el Inyector.

Es necesario registrar en la ECU del motor el código ID del inyector que ha sido reemplazado.

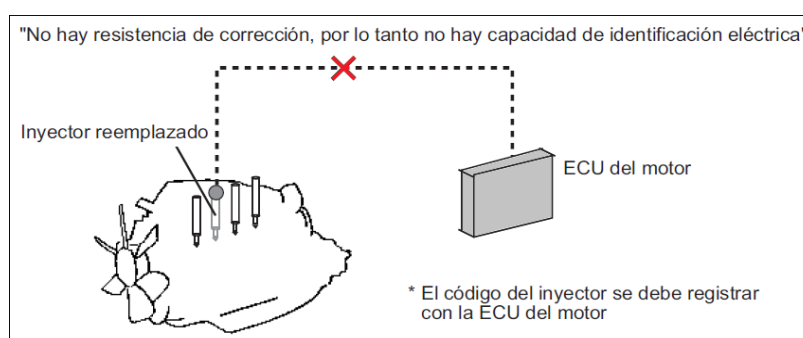


Figura 2.43. Sustitución del inyector.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

B. Cuando se reemplaza la, ECU del motor.

Es necesario registrar en la ECU del motor los códigos ID de todos los inyectores del vehículo.

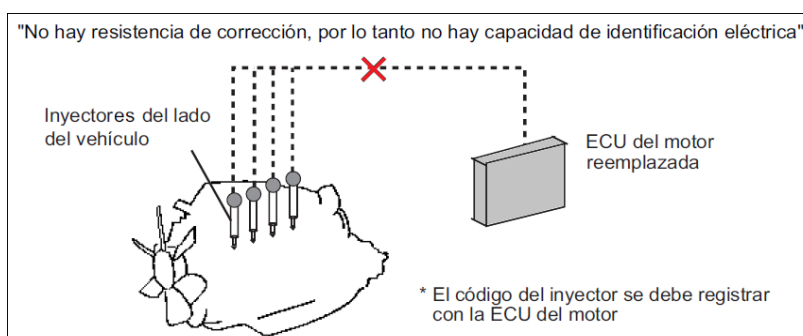


Figura 2.44. Sustitución de la ECU.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.11.6. Circuito de funcionamiento del inyector.

Para mejorar la respuesta del inyector se ha cambiado la tensión de funcionamiento a alta tensión, lo que acelera la magnetización del solenoide y la respuesta de la TWV. La EDU del circuito de carga de la ECU aumenta la respectiva tensión de la batería a aproximadamente 110V, lo que suministra al inyector la señal de la ECU para activarlo.

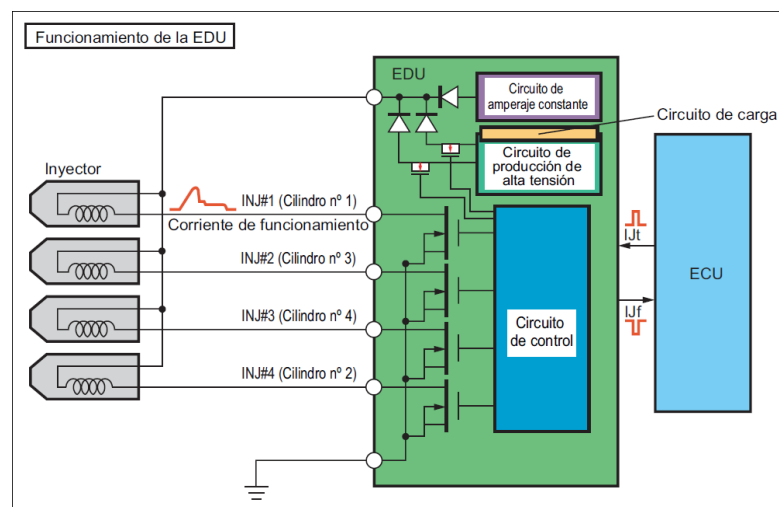


Figura 2.45. Funcionamiento de la EDU.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

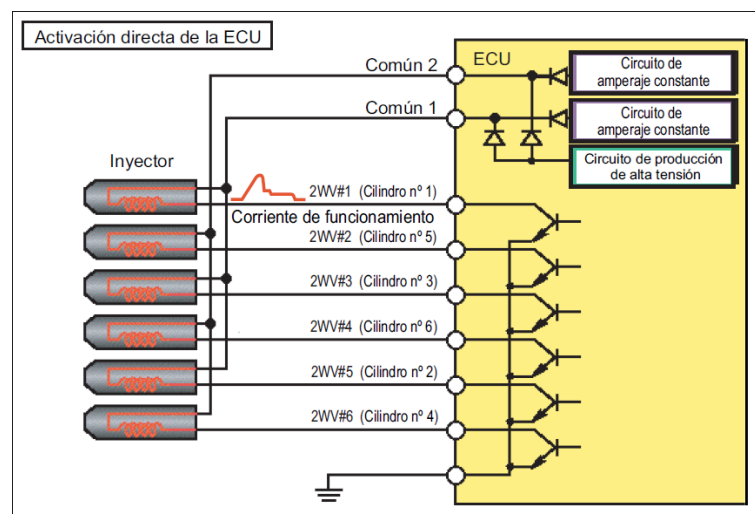


Figura 2.46. Activación directa de la ECU.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12. FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

2.12.1. Diagrama del sistema de control del motor.

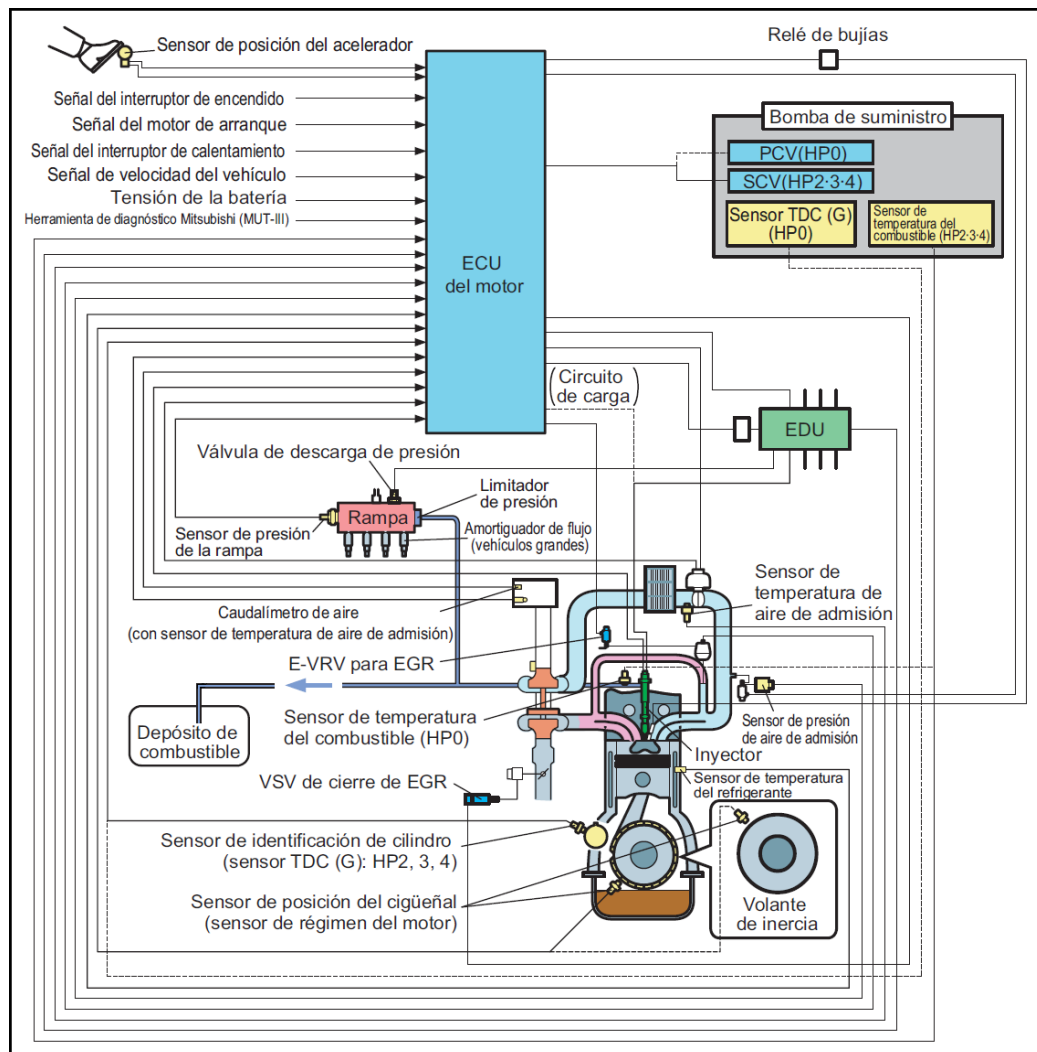


Figura 2.47. Diagrama de control del motor.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.2. ECU DEL MOTOR (Unidad de control electrónico).

Esta unidad es el centro de mando que controla el sistema de inyección de combustible y el funcionamiento del motor en general.

La ECU del motor determina constantemente el estado del motor a través de las señales de los sensores, calcula las cantidades de inyección de combustible apropiadas a las condiciones, activa los actuadores y lleva a cabo un control para mantener el motor en el estado óptimo. Los inyectores se activan bien mediante la EDU o bien mediante el circuito de carga de la ECU del motor. Este circuito de activación depende de las especificaciones del modelo en el que esté montado. La ECU tiene también una función de diagnóstico para registrar las averías del sistema.

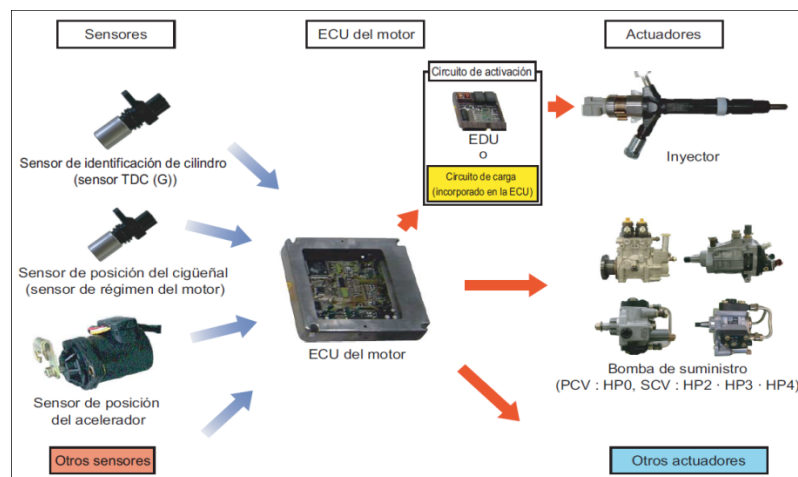


Figura 2.48. ECU, Unidad de control electrónico.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.3. EDU Unidad de conducción electrónica¹¹.

El sistema cuenta con una EDU para posibilitar el funcionamiento de los inyectores a alta velocidad. La EDU tiene un dispositivo generador de alta tensión (convertidor DC/DC) y suministra alta tensión a los inyectores para activarlos a alta velocidad.

¹¹ BOSCH. (2005). Sistema de inyección diesel por acumulador. Alemania: Robert Bosch GMBH.

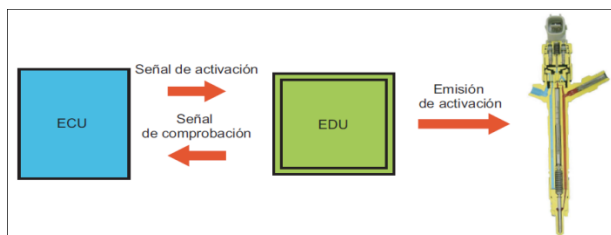


Figura 2.49. EDU, Unidad de conducción electrónica.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

El dispositivo generador de alta tensión de la EDU transforma en alta tensión la tensión de la batería. La ECU envía señales a los terminales B a E de la EDU según las señales captadas por los sensores. Al recibir estas señales, la EDU emite señales a los inyectores de los terminales H a K. En ese momento, el terminal F emite la señal de verificación de inyección **IJf** a la ECU.

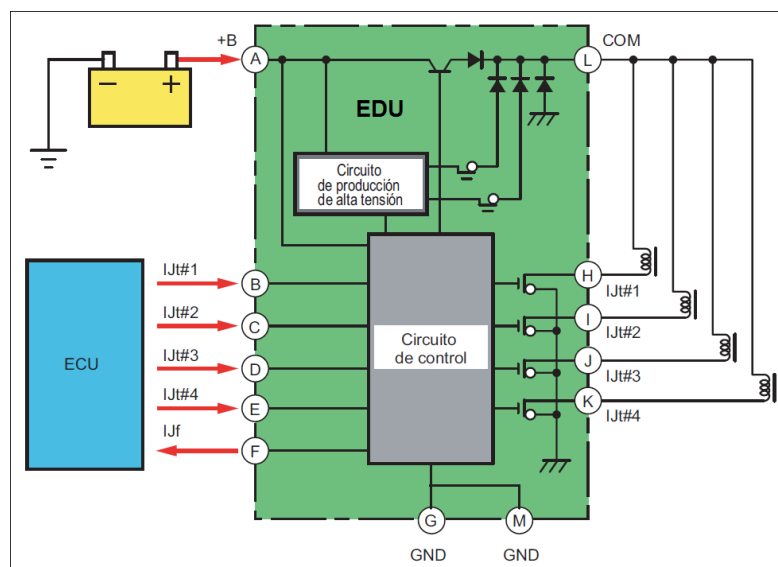


Figura 2.50. Diagrama de la EDU.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.4. Sensor de posición del cigüeñal.

El sensor de posición del cigüeñal está instalado cerca del engranaje de distribución del cigüeñal o del volante de inercia. La unidad del sensor es

de tipo MPU (captor magnético). Cuando el engranaje generador de impulsos del régimen del motor instalado en el cigüeñal pasa la sección del sensor, el campo magnético de la bobina dentro del sensor cambia, generando tensión de CA. Esta tensión de CA es detectada por la ECU del motor como la señal de detección. El número de impulsos por generador de impulsos del régimen del motor depende de las especificaciones del vehículo en el que está montado el sensor.

2.12.5. Sensor de identificación de cilindro (TDC).

Este sensor emite una señal de identificación del cilindro. El sensor envía 5 impulsos por cada dos revoluciones (720°CA) del motor. En los sistemas HP2, HP3 o HP4¹², el sensor de identificación de cilindro está instalado cerca del engranaje de distribución de la bomba de suministro.

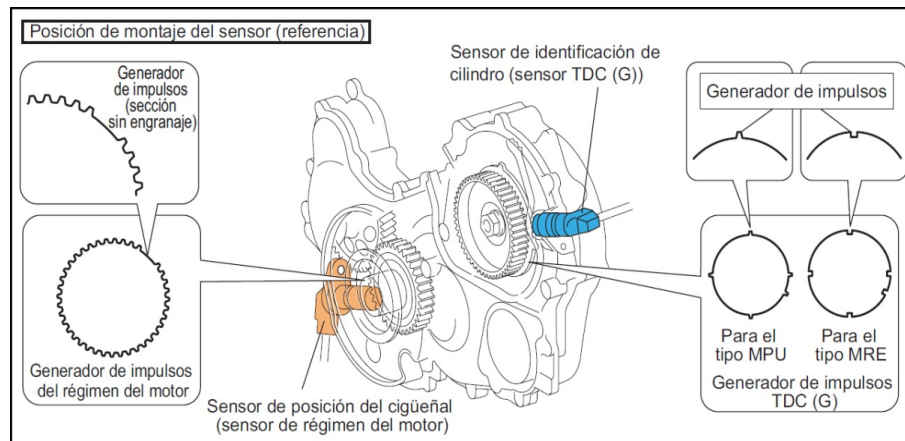


Figura 2.51. TDC, Sensor de identificación del cilindro.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

La estructura de la unidad del sensor es del tipo MPU, que es el mismo que el del sensor de posición del cigüeñal y del tipo MRE (elemento de resistencia magnética). En el tipo MRE, cuando el generador de

¹² RALFT, W. (2004). Sistema de inyección diesel por acumulador. Alemania: Robert Bosch.

impulsos pasa el sensor, la resistencia magnética cambia, al igual que la tensión que pasa a través del sensor. Este cambio de tensión se amplifica mediante el circuito IC interno y se emite a la ECU del motor. El número de impulsos por generador de impulsos TDC depende de las especificaciones del vehículo en el que está montado el sensor.

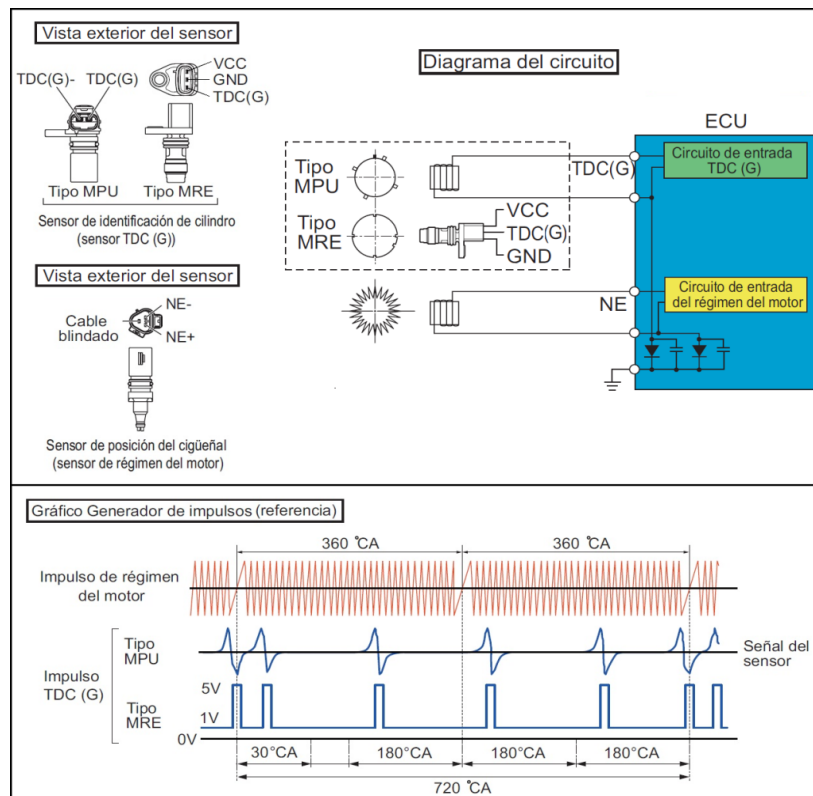


Figura 2.52. Diagrama del sensor TDC y CMP

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.6. Sensor de turbo compresión.

Es un tipo de sensor de presión semiconductor. Utiliza los cambios de resistencia eléctrica que tienen lugar cuando cambia la presión aplicada al cristal de silicio. Debido a que se utiliza un único sensor para medir la turbo compresión y la presión atmosférica, se usa una VSV para alternar la medida de la presión atmosférica y la turbo compresión.

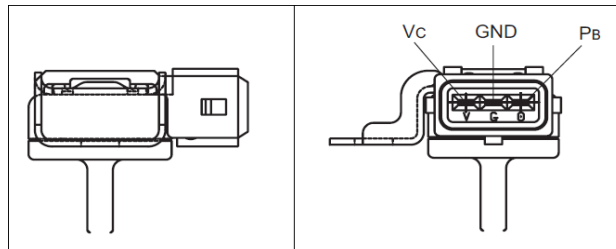


Figura 2.53. Sensor de turbo compresión.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

1. Condiciones de medida de la presión atmosférica.

La VSV se conecta durante 150 ms (DENSO , 2005) para detectar la presión atmosférica cuando tiene lugar una de las siguientes condiciones:

- Velocidad del motor = 0 rpm.
- El motor de arranque está en ON.
- El régimen de ralentí está estabilizado.

2. Condiciones de medida de la turbo compresión.

La VSV se desconecta para detectar la turbo compresión si no se producen las condiciones de medida para la presión atmosférica.

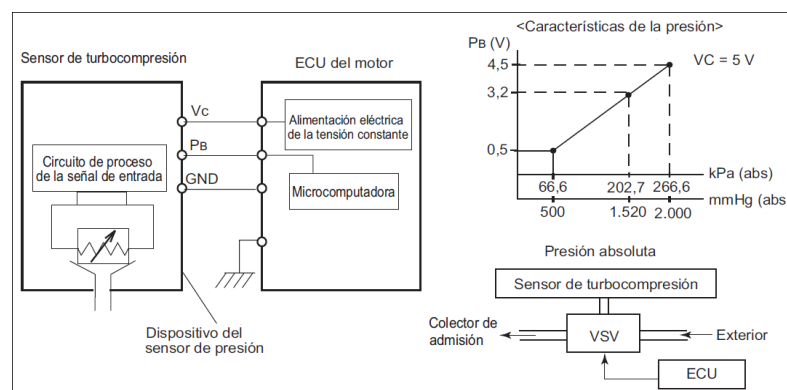


Figura 2.54. Condiciones de medida del sensor de turbo compresión.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.7. Sensor de caudal de aire¹³.

El medidor de caudal de aire está instalado detrás del filtro de aire y detecta el caudal de aire de admisión (caudal de aire). Este sensor es de tipo de cable o hilo caliente. Como la resistencia eléctrica del cable caliente varía con la temperatura, esta característica se utiliza para medir el volumen de aire de admisión. El medidor de caudal de aire cuenta también con un sensor de temperatura de aire de admisión incorporado (tipo termistor) y detecta la temperatura del aire de admisión (temperatura atmosférica).

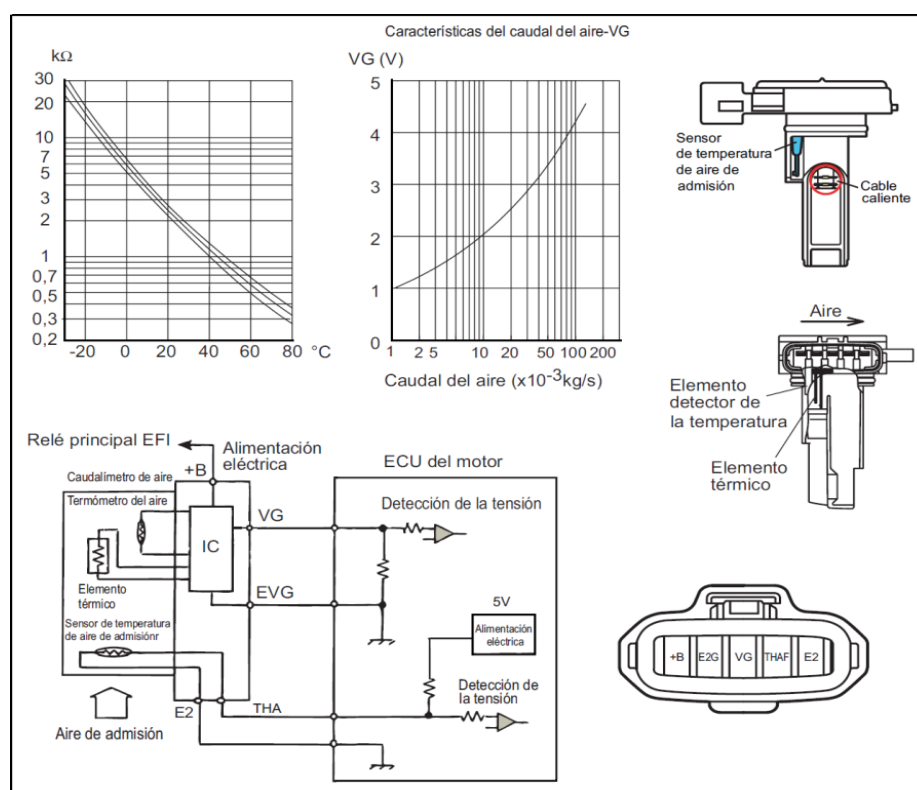


Figura 2.55. Sensor de caudal de aire.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

¹³ CASTRO, M. (2002). Gestion electrónica de la inyección diesel. Barcelona, España: CEAC.

2.12.8. Mariposa de control electrónico.

2.12.8.1. Descripción general.

El sensor de posición del acelerador convierte la apertura del acelerador en una señal eléctrica y la emite a la ECU del motor. Hay dos tipos de sensor de posición del acelerador: el tipo generador a efecto Hall y el tipo contacto¹⁴. Además, con el fin de proporcionar una reserva en caso de avería, hay dos sistemas y la tensión de salida está desfasada.

2.12.8.2. Tipo generador a efecto hall.

Este sensor utiliza un generador a efecto Hall para generar tensión del cambio de dirección del campo magnético. El eje tiene instalado un imán y rota en conexión con el pedal del acelerador; la rotación de este eje cambia el campo magnético del generador a efecto Hall. La tensión generada mediante este cambio del campo magnético se amplifica mediante un amplificador y se aplica a la ECU del motor.

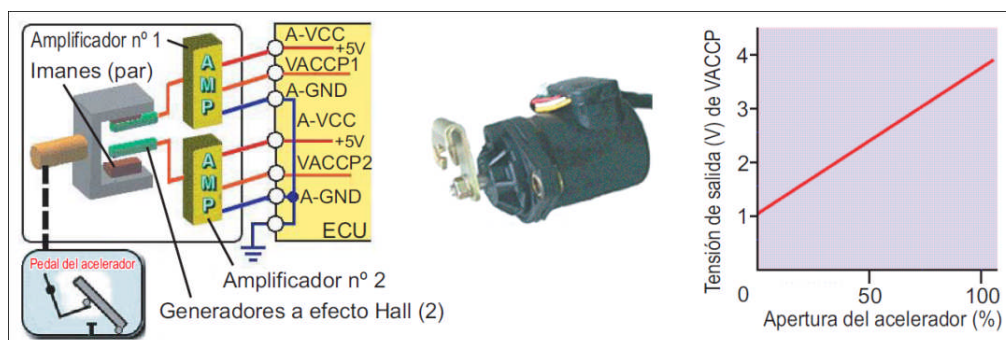


Figura 2.56. Mariposa de control electrónico, tipo efecto hall.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

¹⁴ CASTRO, M. (2002). Gestion electrónica de la inyección diesel. Barcelona, España: CEAC

2.12.8.3. Tipo contacto.

El sensor utiliza una resistencia variable de tipo contacto. Como la palanca se mueve en conexión con el pedal del acelerador, el valor de la resistencia del sensor varía con la apertura del pedal del acelerador. Por lo tanto, la tensión que pasa por el sensor cambia, y esta tensión se aplica a la ECU del motor como señal de apertura del acelerador.

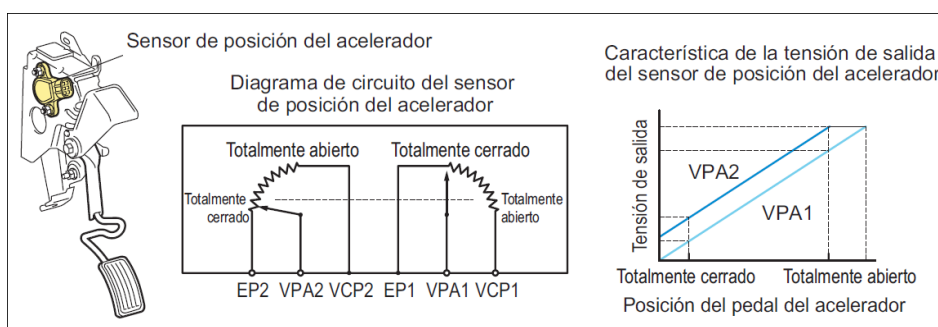


Figura 2.57. Mariposa de control electrónico, tipo contacto.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.12.9. Sensor de temperatura del refrigerante.

El sensor de temperatura del refrigerante está instalado en el bloque de cilindros y detecta la temperatura del refrigerante. Este sensor es de tipo termistor.

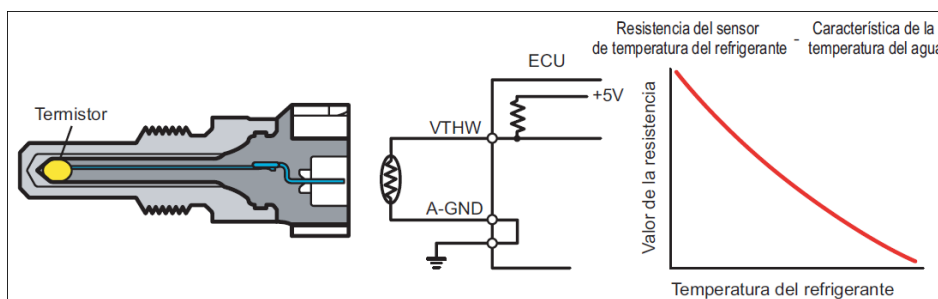


Figura 2.58. Sensor de temperatura de refrigerante.

Fuente. Common rail system, Diesel injection pump by denso

2.13. TIPOS DE CONTROLES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

2.13.1. Descripción general.

Este sistema controla la cantidad de inyección de combustible y el calado de inyección¹⁵ de manera más apropiada que el regulador mecánico y el variador de avance utilizados en la bomba de inyección convencional. La ECU del motor efectúa los cálculos necesarios de acuerdo con los sensores instalados en el motor y en el vehículo. A continuación, regula el momento y el tiempo en el que se aplica corriente a los inyectores para lograr la inyección y el calado óptimos.

2.13.2. Función de control de la relación de inyección de combustible.

El control de la inyección piloto inyecta una pequeña cantidad de combustible antes de la inyección principal.

2.13.3. Función de control de la cantidad de inyección de combustible.

La función de control de la cantidad de inyección reemplaza a la función del regulador convencional. Dicha función regula la inyección de combustible hasta alcanzar la cantidad de inyección óptima basándose en las señales de régimen del motor y de posición del acelerador.

2.13.4. Función de control del calado de inyección de combustible.

¹⁵ DENSO. (2007). Diesel injection pump engine 4M41. Japan: Denso corporation.

Esta función sustituye a la función del variador de avance convencional. Dicha función regula la inyección hasta alcanzar el calado óptimo según el régimen del motor y la cantidad de inyección.

2.13.5. Función de control de la presión de inyección de combustible.

La función de control de la presión de inyección de combustible (control de la presión de la rampa) regula el volumen de descarga de la bomba midiendo la presión del combustible mediante el sensor de presión de la rampa y comunicándosela a la ECU. Dicha función efectúa un control de retroalimentación de la presión, de manera que el volumen de la descarga corresponda con el valor (del comando) ordenado establecido de acuerdo con el régimen del motor y la cantidad de inyección.

2.14. CONTROL DE LA CANTIDAD DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

2.14.1. Descripción general.

Este control determina la cantidad de inyección de combustible añadiendo la temperatura del refrigerante, la temperatura del combustible, la temperatura del aire de admisión y las correcciones de la presión del aire de admisión a la cantidad de inyección básica. La ECU del motor calcula la cantidad de inyección básica basándose en las condiciones de funcionamiento del motor y en las condiciones de la conducción.

2.14.2. Método de cálculo de la cantidad de inyección.

El cálculo consiste en la comparación de los dos valores siguientes: 1. La cantidad de inyección básica que se obtiene desde el

patrón del regulador, que se calcula a partir de la posición del acelerador y el régimen del motor. 2. La cantidad de inyección que se obtiene mediante la adición de varios tipos de correcciones a la cantidad máxima de inyección obtenida a partir del régimen del motor. La menor de las dos cantidades de inyección se utiliza como base para la cantidad de inyección final.

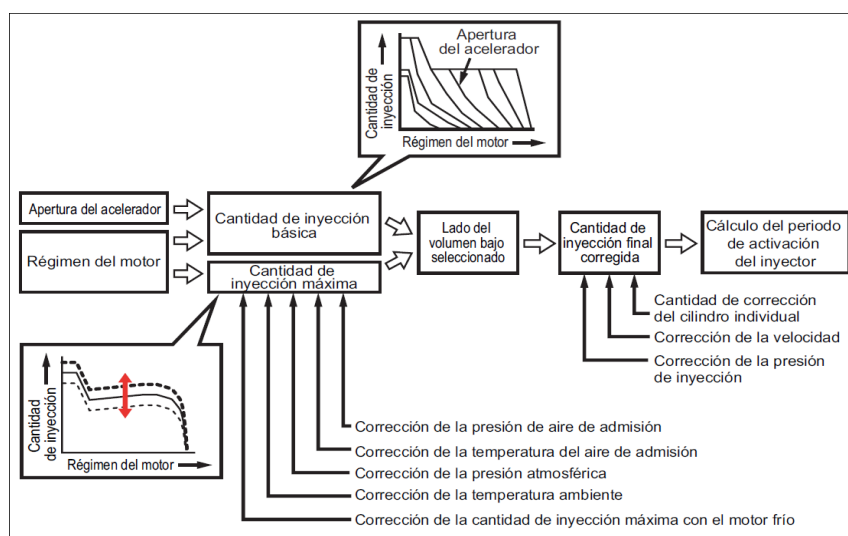


Figura 2.59. Control de cantidad de inyección de combustible.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.14.3. Cantidades de inyección fijadas ¹⁶.

1. Cantidad de inyección básica.

Esta cantidad está determinada por el régimen del motor y la apertura del acelerador. Con el régimen del motor constante, si la apertura del acelerador aumenta, la cantidad de inyección aumenta; con la apertura del acelerador constante, si el régimen del motor sube, la cantidad de inyección disminuye.

¹⁶ MILLARES, J. (1986). Motor diesel inyección y combustión. Barcelona, España: CEAC.

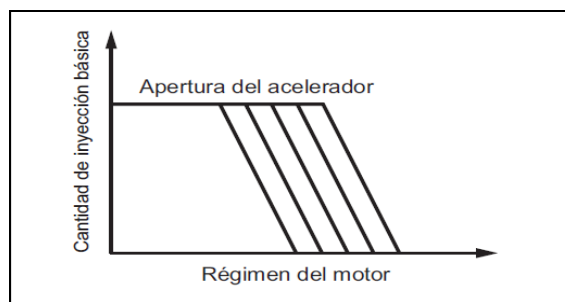


Figura 2.60. Cantidad básica de inyección.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2. Cantidad de inyección máxima.

Se determina basándose en la cantidad de inyección máxima básica determinada por el régimen del motor y las correcciones añadidas para la presión del aire de admisión.

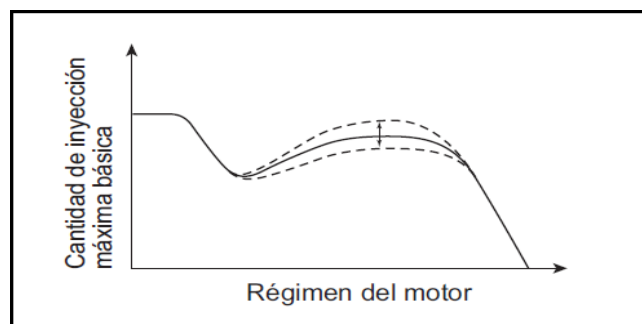


Figura 2.61. Cantidad de inyección máxima.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

3. Cantidad de inyección de arranque.

Cuando se pone en marcha el motor de arranque, la cantidad de inyección se calcula siguiendo el volumen de inyección base inicial. La cantidad de inyección base y la inclinación del incremento/reducción de la cantidad varían en función de la temperatura del refrigerante y del régimen del motor.

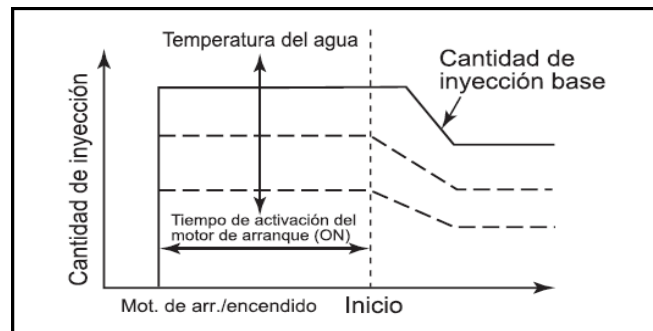


Figura 2.62. Cantidad de inyección de arranque.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4. Sistema de control del régimen de ralentí (ISC).

Este sistema controla el régimen de ralentí regulando la cantidad de inyección para que el régimen real corresponda con el régimen meta de revoluciones calculado por la ECU del motor.

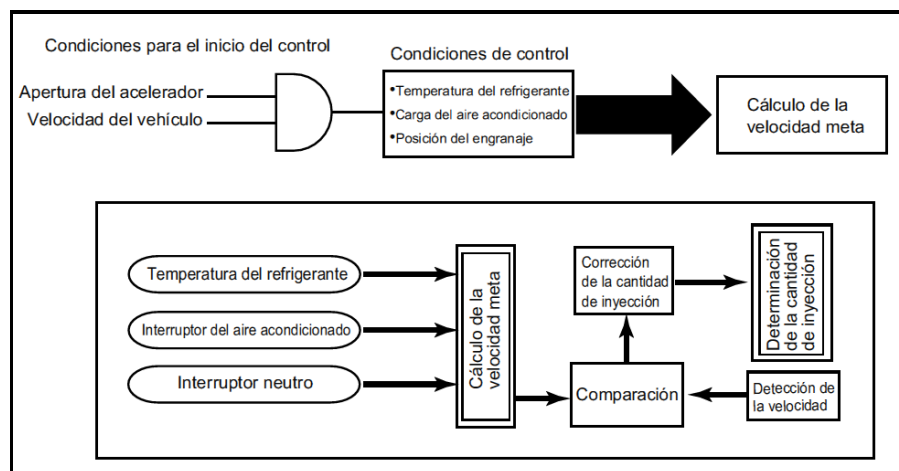


Figura 2.63. Sistema de control de ralentí.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

El régimen meta de revoluciones varía, dependiendo de si el aire acondicionado está encendido o apagado y de la temperatura del refrigerante.

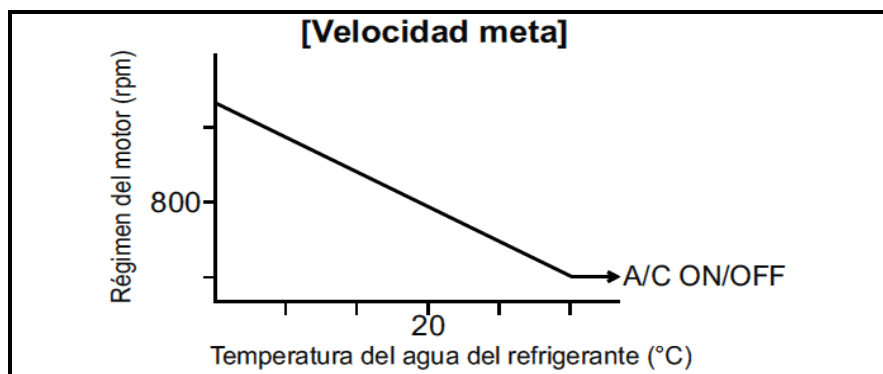


Figura 2.64. Régimen de revoluciones y temperatura.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.15. REGULACIÓN DEL CALADO DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

2.15.1. Descripción general.

El calado de inyección de combustible se controla variando el tiempo de aplicación de corriente a los inyectores. Una vez que se decide el periodo de inyección principal, se determina la inyección piloto y otro calado de inyección.

2.15.2. Control del calado de inyección principal y piloto¹⁷.

1. Calado de inyección principal.

La ECU del motor calcula el calado de inyección básico basándose en el régimen del motor y la cantidad de inyección final y añade varios tipos de correcciones para determinar el calado óptimo de la inyección principal.

¹⁷ DENSO . (2005). Service manual common rail system HP3. Thailandia: Denso Corporation.

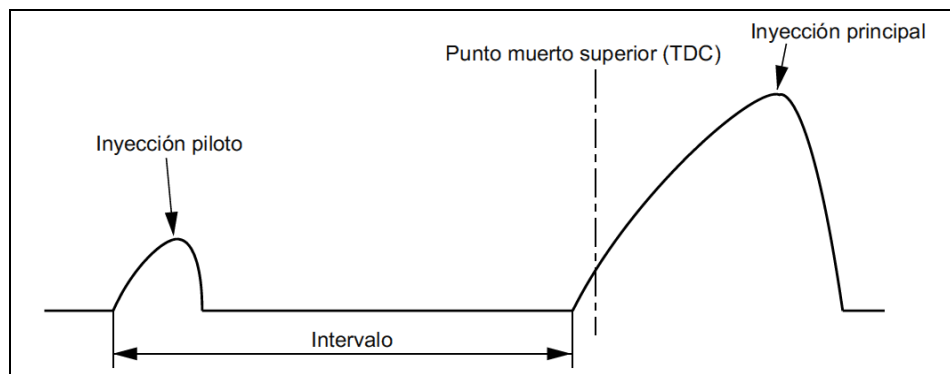


Figura 2.65. Calado de inyección principal.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2. Calado de inyección piloto (intervalo piloto).

El calado de inyección piloto se controla añadiendo el intervalo piloto al calado de la inyección principal. El intervalo piloto, por su parte, se calcula en base a la cantidad de inyección final, el régimen del motor, la temperatura del refrigerante, la temperatura ambiente y la presión atmosférica (corrección de la presión absoluta del colector). El intervalo piloto, en el momento en el que se arranca el motor, se calcula a partir de la temperatura del refrigerante y el régimen del motor.

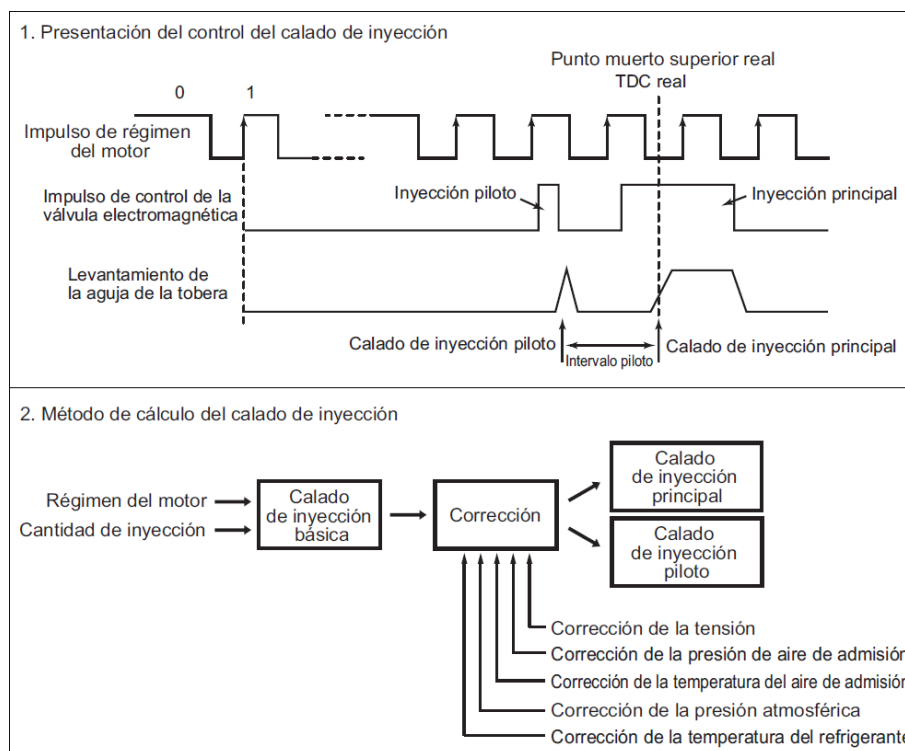


Figura 2.66. Calado de inyección piloto.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

3. Inyección dividida.

El propósito de la inyección dividida es mejorar el arranque con el motor frío¹⁸. Antes de que se realice la inyección principal convencional, esta función inyecta dos o más inyecciones de combustible sumamente pequeñas.

¹⁸ MILLARES, J. (1986). Motor diesel inyección y combustión. Barcelona, España: CEAC.

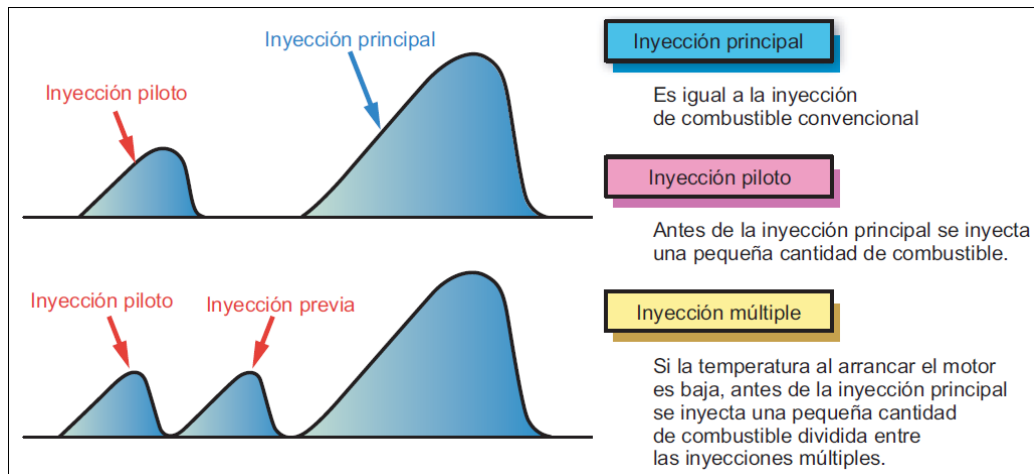


Figura 2.67. Inyección dividida.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4. Control de inyección múltiple.

El control de inyección múltiple se produce cuando se llevan a cabo pequeñas inyecciones (hasta cuatro veces) antes y después de la inyección principal, según el estado de la inyección principal y el funcionamiento del motor. Este intervalo (el tiempo A-D en el diagrama inferior) se basa en la cantidad de inyección final, el régimen del motor, la temperatura del refrigerante y la presión atmosférica (corrección de la presión absoluta del corrector). El intervalo durante el arranque se basa en la temperatura del refrigerante y el régimen del motor.

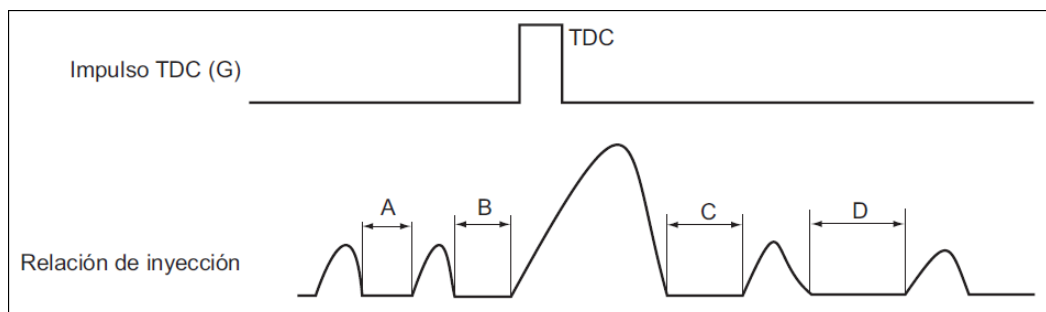


Figura 2.68. Control de inyección múltiple.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.16. CONTROL DEL APRENDIZAJE DE LA CANTIDAD DE MICROINYECCIÓN

2.16.1. Descripción general.

El control de aprendizaje de la cantidad se utiliza en el motor de cada vehículo (inyector) con el fin de conservar la precisión de la cantidad (concretamente, la cantidad de inyección piloto.)

Este tipo de control se lleva a cabo en el momento de salida de la fábrica (L/O) y a posteriormente se lleva a cabo automáticamente cada vez que el vehículo recorre una distancia determinada (para más detalles, consulte la sección “A”.)

Debido al control de aprendizaje de la cantidad, se conserva la precisión de cada inyector inicialmente y también cuando se produce un deterioro en la inyección con el paso del tiempo. Como resultado de este aprendizaje, los valores de corrección se graban en la ECU.

En funcionamiento normal durante la conducción, este valor de corrección se utiliza para modificar la orden de inyección, dando lugar a una micro inyección precisa.

2.16.2. Funcionamiento del aprendizaje.

Cuando se den dos inyecciones sin carga, tiene lugar el aprendizaje de la cantidad establecido para situaciones de inestabilidad del ralentí.

Asimismo, también es posible llevar a cabo manualmente el aprendizaje de la cantidad como herramienta de diagnóstico.

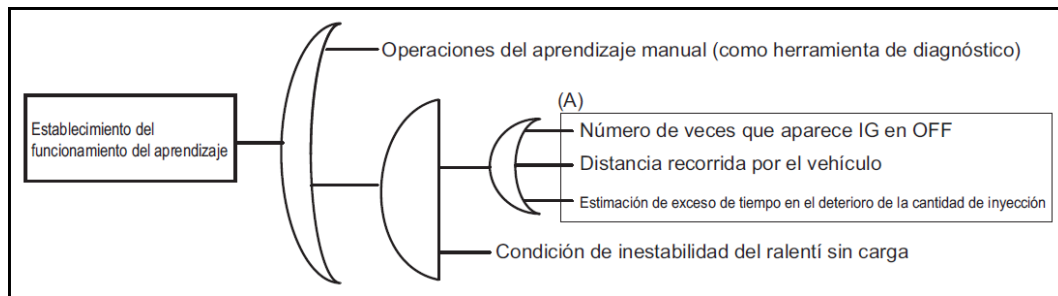


Figura 2.69. Funcionamiento de aprendizaje.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.16.3. Descripción del funcionamiento.

El control de aprendizaje envía una respuesta ISC (cantidad de corrección de la velocidad deseada) y una respuesta FCCB (cantidad de corrección de cilindro a cilindro) basada en la velocidad del motor con el fin de controlar la inyección. La cantidad de corrección se añade a cada cilindro basándose en la información de corrección procedente de ISC y FCCB. Entonces se calcula la cantidad de inyección correcta. A través del uso del control de aprendizaje de la cantidad, la inyección se divide en 5 inyecciones. En este estado, el valor para la cantidad de inyección corregida de ISC y FCCB dividida en cinco se calcula como “valor de aprendizaje”.

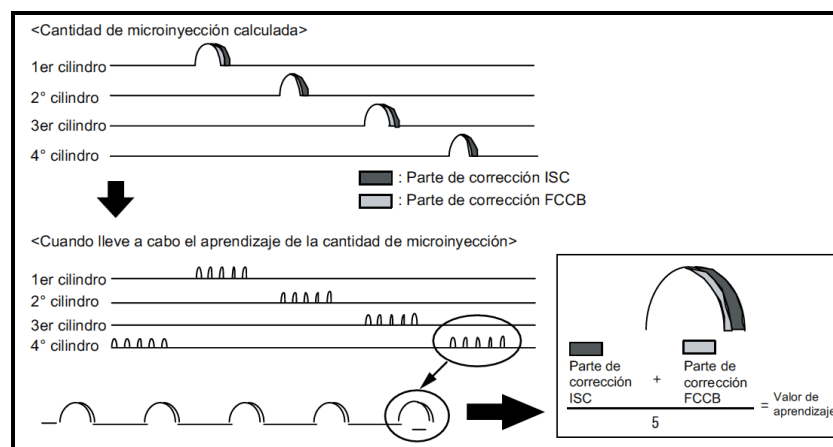


Figura 2.70. Control de aprendizaje de la cantidad de inyección.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.17. CONTROL DE LA RELACIÓN DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

2.17.1. Descripción general.

Mientras la relación de inyección aumenta con la adopción de la inyección de combustible a alta presión, el retraso del encendido, es decir, el tiempo que pasa desde la inyección del combustible hasta el inicio de la combustión, no se puede reducir a menos de un valor determinado. Como resultado, la cantidad de combustible que se inyecta hasta que se produce el encendido principal aumenta, lo que da lugar a una combustión explosiva en el momento del encendido principal. Esto hace aumentar tanto el NOx como el ruido, por lo cual se utiliza la inyección piloto para reducir al mínimo la relación de inyección inicial, evitar la combustión explosiva de primera etapa y reducir la emisión de NOx y de ruido.

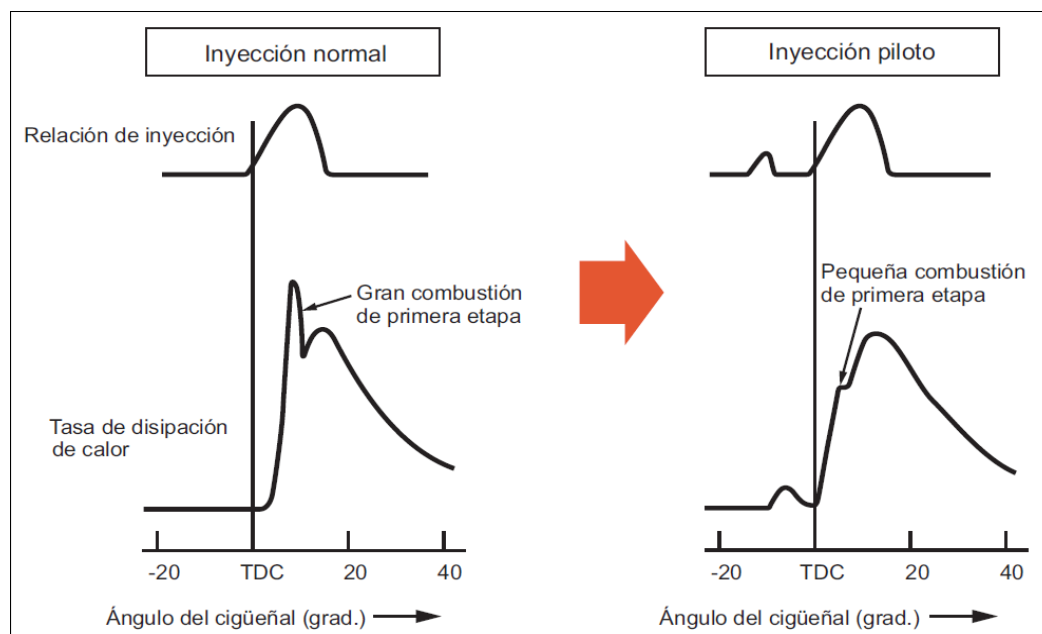


Figura 2.71. Control de relación de inyección de combustible.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.18. CONTROL DE LA PRESIÓN DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

2.18.1. Presión de la inyección del combustible.

La ECU del motor determina la presión de inyección del combustible, que se basa en la cantidad de inyección final y el régimen del motor. La presión de la inyección del combustible, en el momento en el que se arranca el motor, se calcula a partir de la temperatura del refrigerante y del régimen del motor.

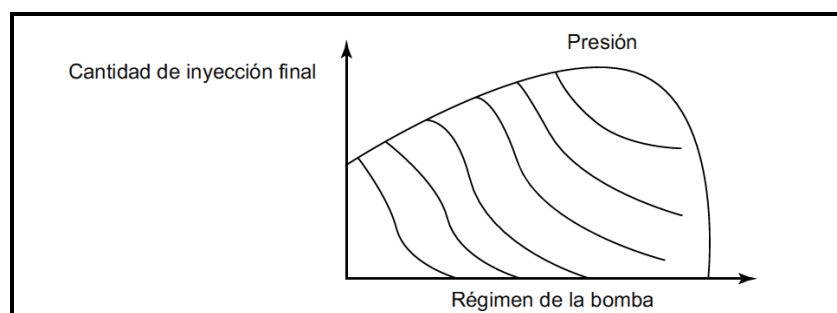


Figura 2.72. Control de presión de combustible.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.19. SISTEMA E-EGR RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE ELÉCTRICA

2.19.1. Descripción general.

El sistema E-EGR es un sistema EGR controlado electrónicamente. El sistema EGR recircula una porción de los gases de escape del colector de admisión para bajar la temperatura de la cámara de combustión y reducir las emisiones de NOx. Sin embargo, el funcionamiento del sistema EGR puede reducir la potencia de salida del motor y afectar la manejabilidad.

Por esta razón, en el sistema E-EGR, la ECU del motor controla la EGR para conseguir una cantidad de EGR óptima.

2.19.2. Ejemplo de condiciones de funcionamiento.

Funciona en el área de funcionamiento que cumple con las condiciones de arranque que se especifican a continuación.

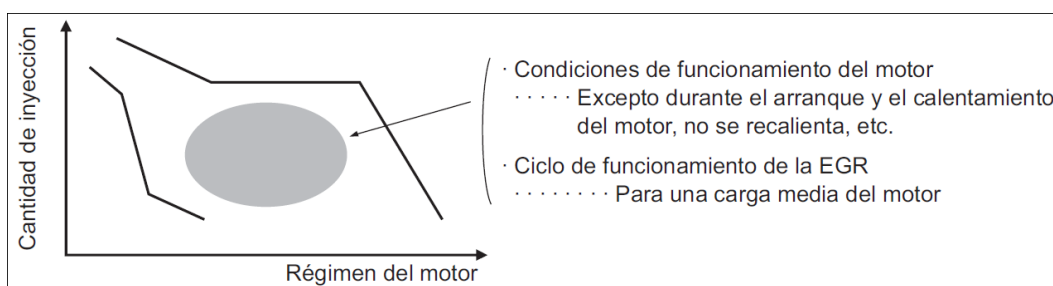


Figura 2.73. Condiciones de funcionamiento de la EGR.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

2.19.3. Funcionamiento del sistema EGR.

Después de que la bomba de vacío genere el vacío, la E-VRV válvula eléctrica de regulación de vacío regula este vacío y lo dirige a la cámara del diafragma de la válvula de EGR. En respuesta a este vacío, el diafragma empuja el muelle hacia abajo, lo que determina la apertura de la válvula de EGR y controla el volumen de recirculación de gases de escape.

El enfriador de EGR, que está en el paso de EGR entre la culata y el paso de admisión, enfría la EGR para aumentar el volumen de recirculación de gases de escape.

El corte VSV para EGR, que abre la cámara del diafragma al exterior cuando se cierra la válvula de EGR, contribuye a mejorar la respuesta.

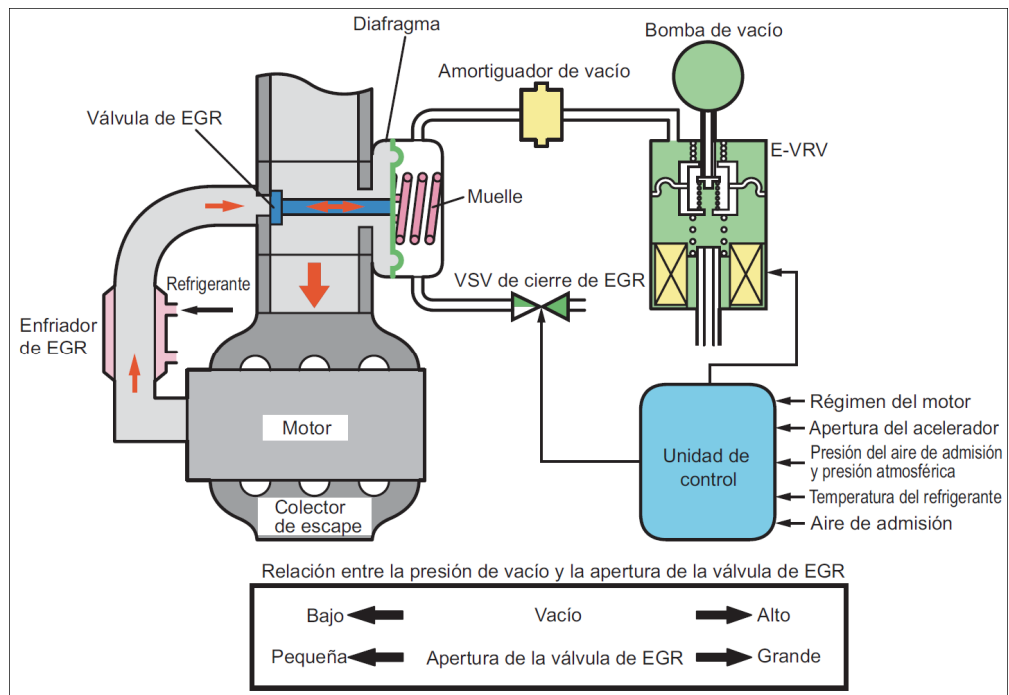


Figura 2.74. Diagrama global del sistema EGR.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

CAPÍTULO 3

3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general.

El diagnóstico del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón, permitirá diagnosticar e identificar fallas en el sistema de manera oportuna de tal forma que garantice su correcto funcionamiento y prolongue su vida útil.

3.1.2. Hipótesis Específicas.

- Los técnicos automotrices no disponen de conocimientos sobre el proceso de detección de fallas y mantenimiento del sistema de inyección “Common Rail” a fin de realizar diagnósticos eficientes en vehículos con este tipo de sistema.
- Los técnicos automotrices no disponen de una guía que permita diagnosticar e identificar fallas en el sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.
- El equipo de diagnóstico y herramientas detallado es el necesario para realizar pruebas, mediciones, regulaciones, montajes y desmontajes en sistemas de inyección “Common Rail”.

- Una interpretación adecuada de los diferentes parámetros que se obtienen de las mediciones del motor del vehículo, permitirá un diagnóstico adecuado.

3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

El diseño de una guía del proceso de detección de fallas y mantenimiento del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón, que permita detectar en forma eficiente las fallas de dicho sistema.

3.2.1. Variable Independiente.

El diagnóstico del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta MitsubishiL200 Tritón.

3.2.2. Variable Dependiente.

El proceso de detección de fallas en forma técnica – científica la misma que garantice el buen funcionamiento y la vida prolongada de este sistema.

3.2.3. Operacionalización de Variables

a. Variable Independiente.

Cuadro 3.1. Operacionalización de variables independientes.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
El diagnóstico del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.	Apoyo	Tipo de instrucción académica.	¿Tiene usted sólidos conocimientos sobre los fundamentos del sistema inyección, en un vehículo diesel?
	Académica	Cantidad de áreas de conocimiento que influyen en el programa.	¿El nivel de conocimiento sobre el funcionamiento y los componentes del sistema de inyección diesel “Common Rail”, que Ud. tiene es?
	Normas Técnicas	Normas y especificaciones técnicas aplicadas en el programa de estudio.	¿Considera Ud. necesario tener una guía de detección de fallas y un proceso de desmontaje eficiente de la bomba de alta presión HP3 del sistema de inyección “Common Rail” de la Mitsubishi L200 Tritón?

Elaborado por: Jaya - Tugumbango

b. Variable dependiente.

Cuadro 3.2. Operacionalización de variables dependientes.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
El proceso de detección de fallas en forma técnica – científica la misma que garantice el buen funcionamiento y la vida prolongada de este sistema.	Social	Número de profesionales basados en los conocimientos en el área diagnóstico y mantenimiento de sistemas inyección riel común.	¿Tiene Ud. fuentes Bibliográficas sobre sistemas de inyección diesel “Common Rail”? ¿Cómo considera su nivel de conocimiento acerca del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?
	Académica	Número de empresas que requerían profesional preparados con esta formación.	¿Recibe con mucha frecuencia a clientes con fallas en el Sistema de inyección diesel de sus Mitsubishi L200 Tritón?

Elaborado por: Jaya - Tugumbango

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. Los diseños son procesos por medio de los cuales se ejecuta y se resuelve las incertidumbres como:

- Sensar.
- Medir.
- Describir.

El diseño de investigación estipula la estructura fundamental y especifica la naturaleza global de la intervención. El tipo de investigación a utilizar serán los siguientes:

- ✓ Investigación documental.
- ✓ Investigación de campo.

Investigación documental bibliográfica como base por la importancia que conlleva a adquirir conocimientos, bases y técnicas sobre el sistema de inyección “Common Rail” y por otro lado la investigación de campo que nos permitirá realizar desmontajes, pruebas y detección de fallas en componentes principales del sistema “Common Rail” como es bomba de alta presión y analizar paso a paso como se va realizando y progresando y por ende los resultados esperados, nos conllevara a realizar una guía del proceso de detección de fallas adecuado.

4.2. MÉTODO

Los Métodos a utilizarse en este proyecto serán:

Investigación Inductiva: Esta metodología se utilizará para obtener datos de información tanto de las empresas dedicadas a las actividades diagnóstico y mantenimiento de sistemas inyección riel común.

De acuerdo con los objetivos e interrogantes planteadas, en el presente trabajo de investigación reúne las características que corresponden a un proyecto viable de campo y de aplicación.

El método inductivo también nos ayudarán a analizar el tema en forma general y también en forma específica, es decir que se indagará el proceso detenidamente para realizar el desmontaje de la bomba de alta presión y detección de fallas; y así con toda la información que se obtenga lograr el resultado deseado con conclusiones precisas y efectivas.

El método analítico se aplicara en la extracción de las partes de la bomba de alta presión, con el objeto de analizarlas por separado, para ver su grado de tolerancia y funcionamiento con una adecuada comprobación de sus partes. Estas operaciones nos ayudaran en la realización de una guía del proceso de detección de fallas y desmontajes, el cual ayudara a detectar cualquier anomalía durante un mantenimiento y buscar soluciones para prolongar una larga vida de estos sistemas.

Estas operaciones no existen independientes una de la otra; el análisis de un objeto se realiza a partir de la relación que existe entre los elementos que conforman dicho objeto.

Para nuestro proyecto, se va a contar primero con la base técnica del vehículo en la cual se indicará el funcionamiento y mantenimiento de la bomba de alta presión así como sus partes internas.

Determinaremos la manera correcta de realizar el desmontaje de cada

uno de los componentes de la bomba de alta presión y compararlos con sus parámetros característicos para poder interpretar cada una de las mediciones.

Se realizará diagramas de pruebas que nos ayuden a detectar una falla en el sistema de inyección de inyección de una manera más eficiente.

4.3. PRUEBA PILOTO

Se refiere a la aplicación del cuestionario en una pequeña muestra de encuestados para identificar y eliminar posibles problemas, las preguntas relacionan las variables de investigación.

La encuesta planteada tuvo el siguiente formato:

ENCUESTA

Estimado Sr. Técnico Automotriz, reciba un atento y cordial saludo; el objetivo de la presente Encuesta es levantar información acerca de DETECCIÓN EFICIENTE DE FALLAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN "COMMON RAIL" DE LA MITSUBISHI L200 TRITON. Por favor seleccione con una X respuesta que usted escoja.

1. ¿Tiene usted sólidos conocimientos sobre los fundamentos del sistema inyección, en un vehículo diesel?
SI _____ NO _____
2. ¿Tiene Ud. fuentes Bibliográficas sobre sistemas de inyección diesel "Common Rail"?
SI _____ NO _____
3. ¿El nivel de conocimiento sobre el funcionamiento y los componentes del sistema de inyección diesel "Common Rail", que Ud. tiene es?
Muy Bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Malo _____
4. ¿Cómo considera su nivel de conocimiento acerca del sistema de inyección "Common Rail" de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?

Muy Bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Malo _____

5. ¿Recibe con mucha frecuencia a clientes con fallas en el Sistema de inyección diesel de sus Mitsubishi L200 Tritón?

SI _____ NO _____

6. ¿Considera Ud. necesario tener una guía de detección de fallas y un proceso de desmontaje eficiente de la bomba de alta presión HP3 del sistema de inyección "Common Rail" de la Mitsubishi L200 Tritón?

SI _____ NO _____

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El método de recolección de datos es el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación.

De modo que para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición el cual debe ser válido y confiable para poder aceptar los resultados.
- Aplicar dicho instrumento de medición.
- Organizar las mediciones obtenidas, para poder analizarlos.
- Con estos antecedentes se procedió a la búsqueda de la información mediante la aplicación de encuestas.
- Como instrumento de recolección de información hemos utilizado información primaria a través del cuestionario detallado en la encuesta.

Tomando en cuenta estas recomendaciones se procedió a la búsqueda de la información mediante la aplicación de encuestas, como instrumento de recolección utilizando el cuestionario indicado anteriormente.

4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para nuestro estudio, la población serán los 60 Técnicos Automotrices de los cinco Talleres especializados en la Provincia de Pichincha.

4.6. MUESTRA

Si tomamos en cuenta los 60 Técnicos Automotrices mencionados anteriormente, procederemos a realizar el cálculo de la muestra.

Ahora, el tamaño de muestra se lo calcula tomando en cuenta que nuestro universo o tamaño de población es Finita (se conoce su tamaño), el cálculo se lo realiza a partir de la siguiente fórmula:

Ecuación 4.1. Tamaño muestra para población finita.¹⁹

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

(4.1)

Fuente: Prof. Domingo de Cerda

Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos tomados.

N	Tamaño muestral.
N	Tamaño de la población.
Zα	Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1,96 para $\alpha = 0,05$ y 2,58 para $\alpha = 0,01$.
P	Proporción esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, aplicar la opción más desfavorable ($p=0,5$), que hace mayor el tamaño muestral.
Q	$1-p$ (Si $p=50\%$, $q=50\%$).
I	Error que se prevé cometer.

Fuente: Prof. Domingo de Cerda

¹⁹ Determinación de tamaños de muestras Prof. Domingo de Cerda

Para la determinación del tamaño de la muestra en esta investigación, se trabajó con los siguientes datos:

- N = Tomaremos el valor de 60 de población.
- $Z_{\alpha^2} = 1.96^2$ (seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)
- $q = 1 - p$ (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- i = precisión (en este caso deseamos un 10%).

Tabla 4.2. Procedimiento de cálculo de la muestra.

$n = Z_{\alpha^2}^2 \frac{N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha^2}^2 * p * q}$
$n = 1.96^2 \frac{60 * 0,5 * 0,5}{0,1^2(60 - 1) + 1.96^2 * 0,5 * 0,5}$
$n = 37$

Elaborado por: Jaya – Tugumbango.

4.7. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

A partir de las encuestas realizadas se procede a la respectiva tabulación de datos, codificación, cálculos, a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

Tabla 4.3. Pregunta 1 de Encuesta.

1. ¿Tiene usted sólidos conocimientos sobre los fundamentos del sistema inyección, en un vehículo diesel?		
SI	16	43%
NO	21	57%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tabla 4.4. Pregunta 2 de Encuesta.

2. ¿Tiene Ud. fuentes Bibliográficas sobre sistemas de inyección diesel “Common Rail”?		
SI	11	30%
NO	26	70%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tabla 4.5. Pregunta 3de Encuesta.

3. ¿El nivel de conocimiento sobre el funcionamiento y los componentes del sistema de inyección diesel “Common Rail, que Ud. tiene es?		
MUY BUENO	7	19%
BUENO	13	35%
REGULAR	11	30%
MALO	6	16%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tabla 4.6. Pregunta 4 de Encuesta.

4. ¿Cómo considera su nivel de conocimiento acerca del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón?		
MUY BUENO	6	16%
BUENO	12	32%
REGULAR	15	41%
MALO	4	11%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tabla 4.7. Preguntas 5 de Encuesta.

5. ¿Recibe con mucha frecuencia a clientes con fallas en el Sistema de inyección diesel de sus Mitsubishi L200 Tritón?		
SI	14	38%
NO	23	62%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tabla 4.8. Preguntas 6 de Encuesta.

6. ¿Considera Ud. necesario tener una guía de detección de fallas y un proceso de desmontaje eficiente de la bomba de alta presión HP3 del sistema de inyección “Common Rail” de la Mitsubishi L200 Tritón?		
SI	35	95%
NO	2	5%
TOTAL	37	100%

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.8. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Utilizando las 37 encuestas que fueron realizadas con relación directa a las variables de la investigación, mediante la ecuación dada se consideran el instrumento de investigación, y el tamaño de muestra está justificado para una confiabilidad del 95%.

4.9. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

A partir de las encuestas realizadas se procedió a la tabulación de datos, codificación y cálculos a fin de determinar los factores más importantes de nuestra investigación.

Dicha tabulación se la realizó mediante el ingreso de los datos obtenidos de la encuesta en una hoja electrónica de Excel donde podemos realizar el siguiente Informe Gerencial:

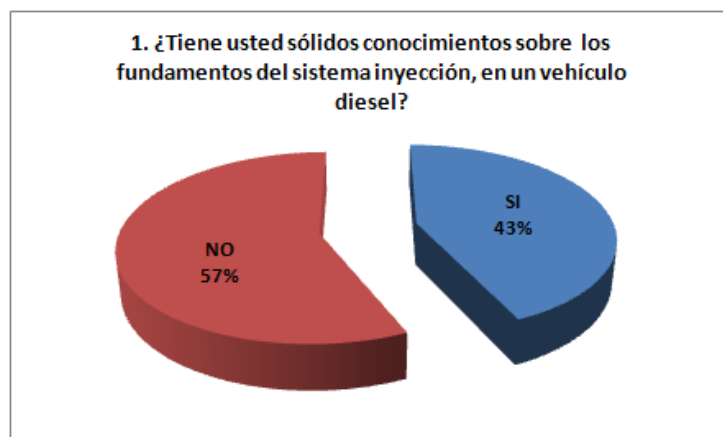


Figura 4.1. Pregunta N° 1.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

La primera pregunta de la encuesta nos indica que el 57% de los encuestados no conocen los fundamentos del sistema de inyección, en un vehículo diesel, mientras que el 43% si lo conocen. Para poder detectar

fallas en los Sistemas de inyección diesel todos los técnicos automotrices deben dominar este aspecto.

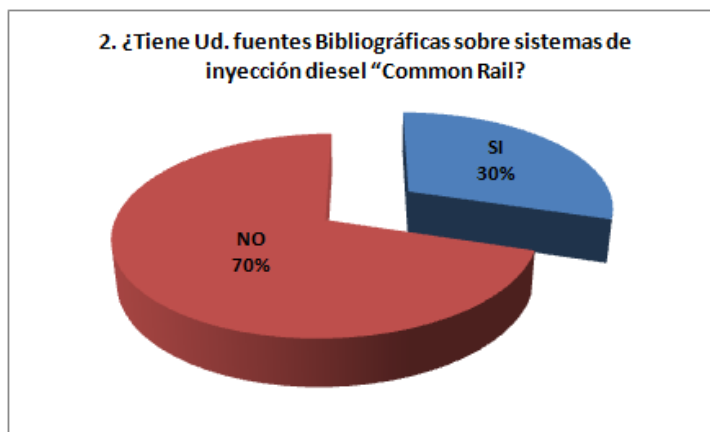


Figura 4.2. Pregunta N° 2.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

En la segunda pregunta referente a fuentes bibliográficas sobre sistemas de Inyección Diesel "Common Rail", se tiene un resultado del 30% de los encuestados tiene acceso a información; mientras que el 70% no lo tiene. Actualmente el internet tendría que ser la principal herramienta de consulta para los técnicos.

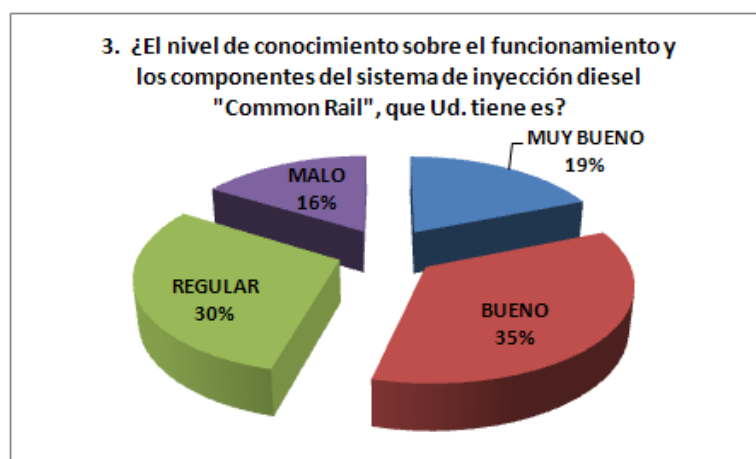


Figura 4.3. Pregunta N° 3.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

La tercera pregunta nos indica que de los encuestados el nivel de conocimiento sobre el funcionamiento y los componentes del sistema de inyección diesel "Common Rail", es el 19% muy bueno, el 35% bueno, el 30% nos dice que su conocimiento es regular y que el 16% nos dice que su conocimiento es malo. Es recomendable que todo técnico debe leer información actualizada o seguir cursos actualizados para optimizar sus conocimientos y saber cómo funciona cada componente en este sistema.

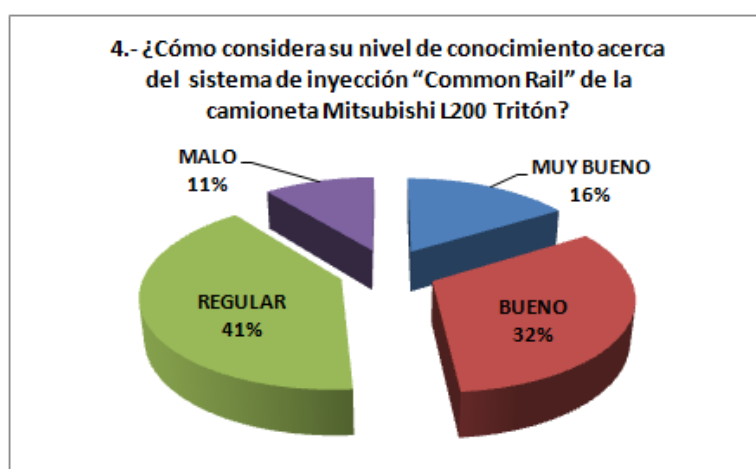


Figura 4.4. Pregunta N° 4.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

La cuarta pregunta nos indica que de los encuestados el nivel de conocimiento acerca del sistema de inyección diesel "Common Rail" de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón, es el 16% muy bueno, el 32% bueno, el 41% nos dice que su conocimiento es regular y por último el 11% nos dice que su conocimiento es malo. Recomendaríamos que los técnicos tomen periódicamente cursos donde puedan actualizar sus conocimientos sobre inyección diesel.

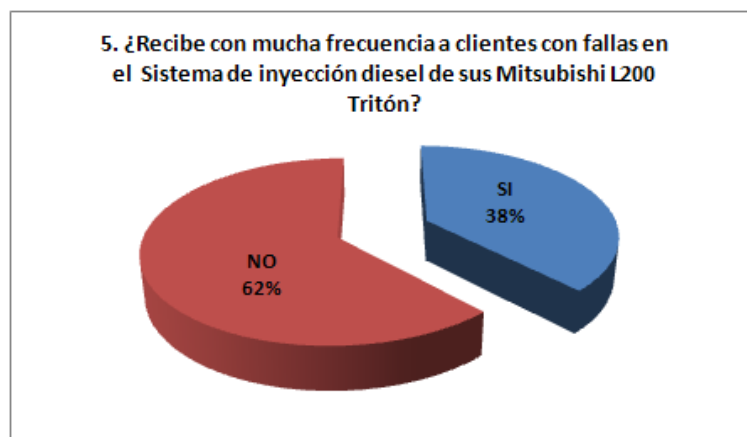


Figura 4.5. Pregunta N° 5.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

En la pregunta cinco, se consulta a los encuestados; si reciben con mucha frecuencia a clientes con fallas en el sistema de inyección diesel de sus Mitsubishi L200 Tritón, de lo cual se obtiene que el 38% si reciben, mientras que el 62% no atienden esta problemática.

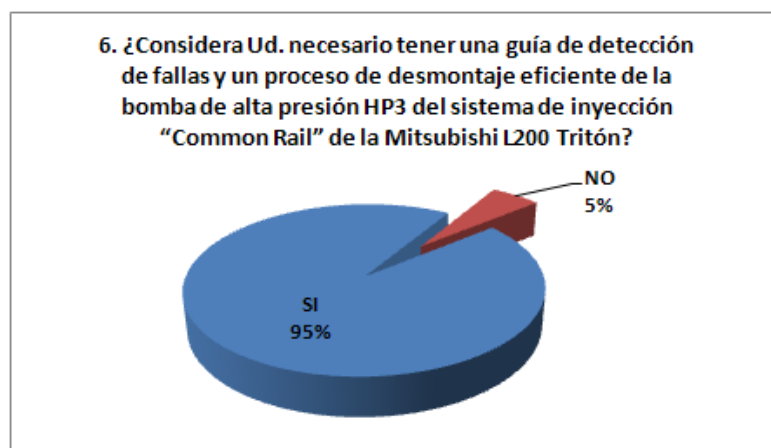


Figura 4.6. Pregunta N° 6.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

En la pregunta seis en donde se investiga a los encuestados si es necesario tener una guía detección de fallas y un proceso de desmontaje eficiente de la bomba de alta presión HP3 del sistema de inyección "Common Rail" de la Mitsubishi L200 Tritón, el 95% se muestra

interesado, mientras que el 5% piensan que no es necesaria esta herramienta.

La mayoría de técnicos piensan que sería de gran ayuda tener esta guía, la cual ayudara en la optimización de tiempo y recursos en la detección de fallas en el sistema de inyección diesel.

4.10. ESQUEMA DE LA PROPUESTA

De acuerdo a los resultados obtenidos la propuesta es:

- Diseñar una guía del proceso de detección de fallas y mantenimiento del sistema de inyección “Common Rail” de la camioneta Mitsubishi L200 Tritón.

El proceso de detección de fallas en el sistema de inyección “Common Rail”, puede utilizar dos metodologías:

- A.** Detección de fallas, proceso de desmontaje y rearmado eficiente de la bomba de alta presión HP3 del sistema de inyección “Common Rail” a través de un diagnóstico directo.
- B.** Detección de fallas en el sistema de inyección “Common Rail” por la aparición de códigos de diagnóstico de falla (DTC).

4.11. GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y DESMONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN HP3

4.11.1. Descripción de la Bomba de Alta Presión HP3²⁰.

La bomba de suministro se compone principalmente de la unidad de bomba (leva excéntrica, leva anular, dos émbolos buzo), la SCV (válvula de control de succión), el sensor de temperatura del combustible y la bomba de alimentación (tipo trocoide), y se activa con una rotación o con media rotación del motor.

Los dos émbolos buzo de la unidad de bomba compacta están colocados simétricamente por encima y por debajo de la parte exterior de la leva anular.

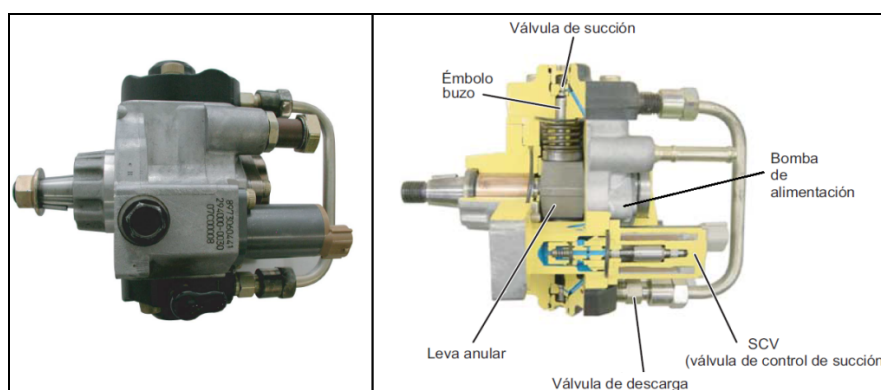


Figura 4.7. Bomba de alta presión HP3.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Al igual que en el tipo HP2, la SCV controla el volumen de descarga del combustible, con el fin de reducir la carga de actuación y evitar la subida de temperatura del combustible. Además, hay dos tipos de SCV de HP3: el tipo normalmente abierto (la válvula de succión se abre cuando no está

²⁰ Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso 2004

excitada) y el tipo normalmente cerrado (la válvula de succión se cierra cuando no está excitada).

Con el sistema DPNR (sistema diesel de reducción de NOx y partículas), también hay un amortiguador de flujo. El propósito de este amortiguador de flujo es cerrar automáticamente el combustible si hay una fuga en el paso de la válvula de adición de combustible dentro del DPNR.

Cuadro 4.1. Componentes de la bomba de alta presión.

Piezas componentes		Funciones
Bomba de alimentación		Aspira el combustible desde el depósito y se lo suministra al émbolo buzo.
Válvula reguladora		Regula la presión del combustible en la bomba de suministro.
SCV (válvula de control de succión)		Controla el volumen de combustible que se suministra a los émbolos buzo.
Unidad de bomba	Leva excéntrica	Activa la leva anular.
	Leva anular	Activa el émbolo buzo.
	Émbolo buzo	Se mueve en vaivén para aspirar y comprimir el combustible.
Válvula de succión		Evita el flujo inverso de combustible comprimido hacia la SCV.
Válvula de descarga		Evita el flujo inverso desde la rampa del combustible que se bombea desde el émbolo buzo.
Sensor de temperatura del combustible		Detecta la temperatura del combustible.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

ADVERTENCIA:

- ✓ Tenga cuidado con las fugas de combustible o aceite, ya que podrían provocar un incendio.
- ✓ Tenga cuidado con el combustible caliente, ya que podría causar quemaduras.

- ✓ El combustible en el tubo de combustible alcanza una presión extremadamente alta. Por lo tanto, reducir gradualmente la presión de combustible a presión atmosférica antes de desconectar las piezas o tubos de alta presión durante una prueba.

Las partículas extrañas tales como el polvo o suciedad menores de 0,1 mm (DENSO , 2005) en la bomba de alimentación pueden causar un mal funcionamiento, así que por favor tenga presente lo siguiente:

1. Para evitar el ingreso de partículas extrañas en el área de trabajo mediante la limpieza a fondo cualquier polvo o suciedad en el exterior de cualquier bomba que ser reparado antes de revisarlos.
2. La mesa de trabajo debe ser cubierto con acero inoxidable sin pintar.
3. El banco de trabajo y todas las herramientas deben ser limpiados antes de reacondicionar vacío.
4. Todas las partes, incluidos los nuevos, deben limpiarse con combustible diesel limpio antes de la instalación. En caso de exposición durante largos períodos después de la limpieza, el polvo puede acumularse de modo deben instalarse partes inmediatamente después de la limpieza.
5. Siempre lávese las manos antes de desmontar y volver a montar una bomba.
 - No vuelva a utilizar las juntas tóricas.
 - Utilice siempre las herramientas adecuadas.
 - Aplique siempre el par de apriete adecuado a las piezas.

4.11.2. Fijación de la bomba de suministro.

El conjunto de la placa de la bomba de alta presión, se fija en un banco.

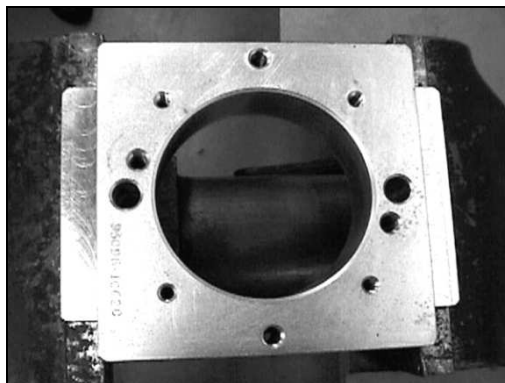


Figura 4.8. Conjunto de placa de bomba.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale con dos pernos el cuerpo de la bomba en el conjunto de la placa de la bomba.

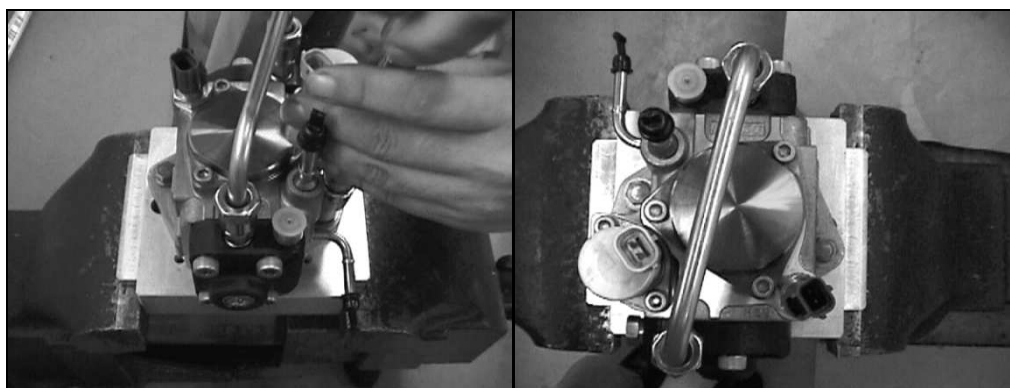


Figura 4.9. Fijación de pernos en conjunto de placa de bomba.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.3. Extracción de las cañerías.

Antes de extraer las cañerías, indique con un trozo de cinta las direcciones en las que han de montarse y el subconjunto del elemento.

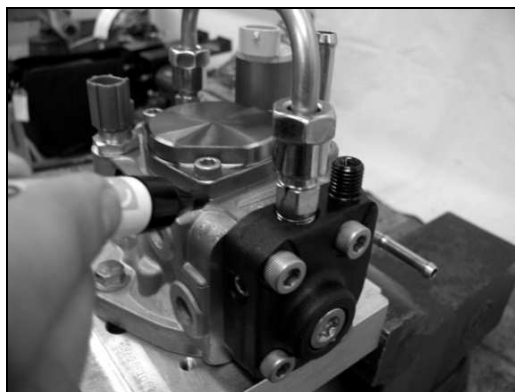


Figura 4.10. Extracción de tubos.

Fuente: Jaya– Tugumbango.

Afloje las tuercas del tubo y retire las cañerías y aflojar la tuerca.



Figura 4.11. Retiro de tubería.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.4. Extracción de la SCV (Válvula de Control de la Aspiración).

Extraiga los dos pernos hexagonales con la punta hexagonal, sujetando la SCV. Registre la posición de la instalación de la SCV tomando nota o haciendo a una marca con un rotulador para indicar la posición.

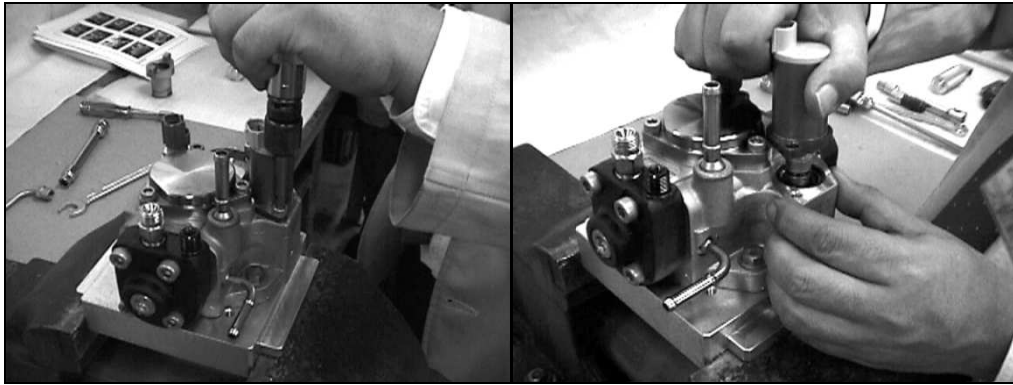


Figura 4.12. Extracción de la SCV.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga la junta tórica. Las juntas tóricas no pueden ser reutilizadas.



Figura 4.13. Extracción de la junta tórica.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.5. Extracción de la bomba de alimentación.

Extraiga los tres pernos hexagonales de la cubierta de la bomba.

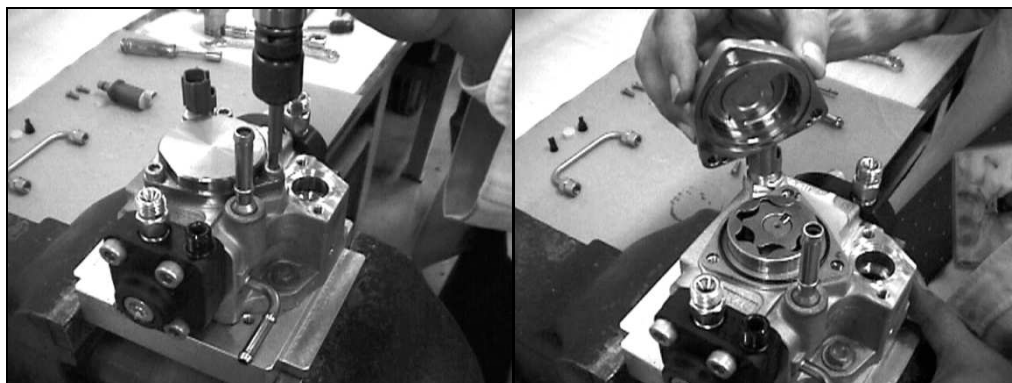


Figura 4.14. Extracción de tres pernos de cubierta de bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga el conjunto del rotor de la bomba de alimentación, mantenga el rotor en las mismas condiciones es decir en conjunto sin desarmarla.

El lado impreso debe quedar hacia fuera.

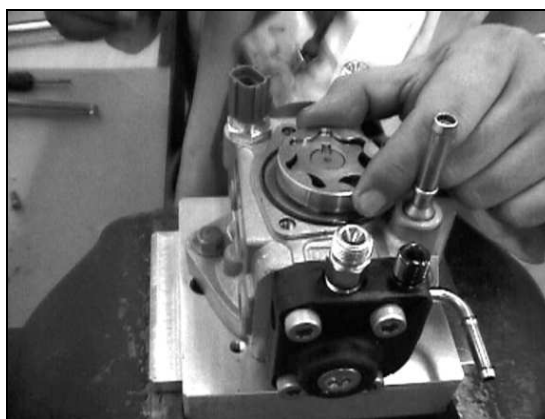


Figura 4.15. Extracción del conjunto rotor de la bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga la placa de la bomba de alimentación.

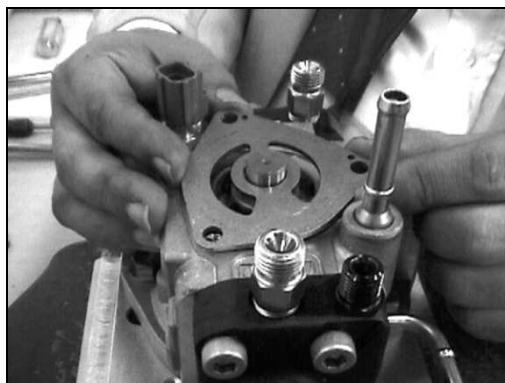


Figura 4.16. Retiro de placa de bomba de alimentación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga la junta tórica y los dos pasadores, Las juntas tóricas no pueden ser reutilizadas. Al extraer la junta tórica, tenga cuidado de no dañar la ranura de la junta tórica de la pieza, no utilice objetos de punta metálica.

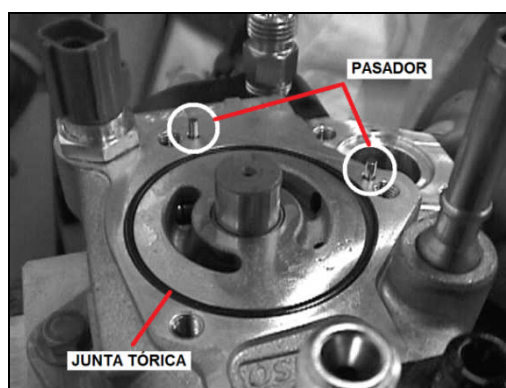


Figura 4.17. Retiro de junta tórica y pasadores.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.6. Extracción del sensor de temperatura del combustible.

Con una llave inglesa, extraiga el sensor de temperatura del combustible.

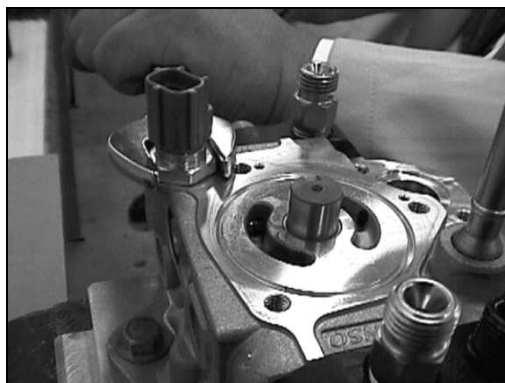


Figura 4.18. Extracción del sensor de temperatura de combustible.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.7. Extracción de la válvula de regulación.

Con ayuda de la llave tubular, extraiga la válvula de regulación.

La válvula reguladora sólo se extrae cuando se detecta algún tipo de condición anormal en la misma.

Si no existe ninguna condición anormal, no extraiga la válvula.

Reemplace la válvula reguladora por una nueva si se confirma la presencia de una avería durante la prueba de rendimiento.

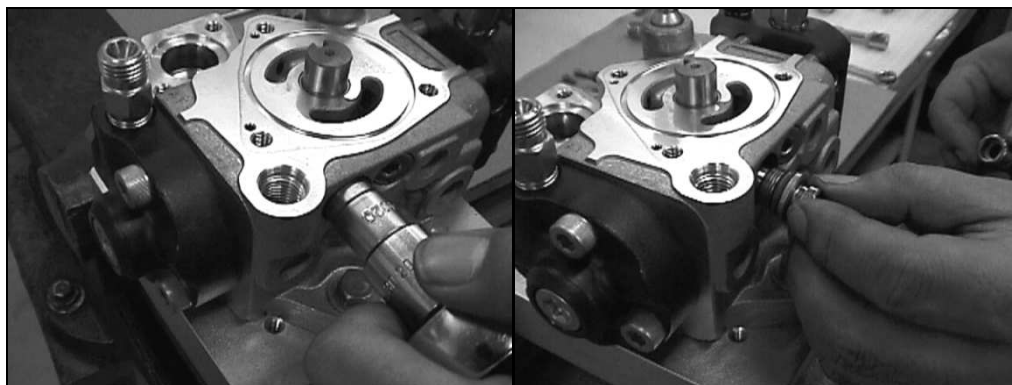


Figura 4.19. Extracción de válvula de regulación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.8. Extracción del subconjunto del filtro.

Extraiga los tapones del filtro con una llave hexagonal, sujetando el subconjunto del filtro.

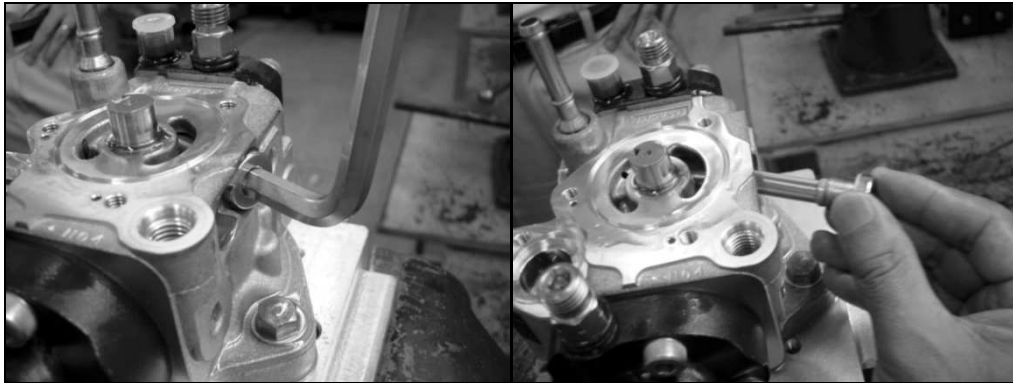


Figura 4.20. Extracción del subconjunto del filtro.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Con el instalador, extraiga el subconjunto del filtro del tapón, no vuelva a utilizar un subconjunto de filtro extraído (DENSO, 2007) debido a que la junta tórica o la superficie de contacto de plástico pueden deformarse. No lo extraiga si no necesita ser sustituido. Si no extrae el filtro del tapón, utilice una pistola de aire comprimido, como se observa en la figura.

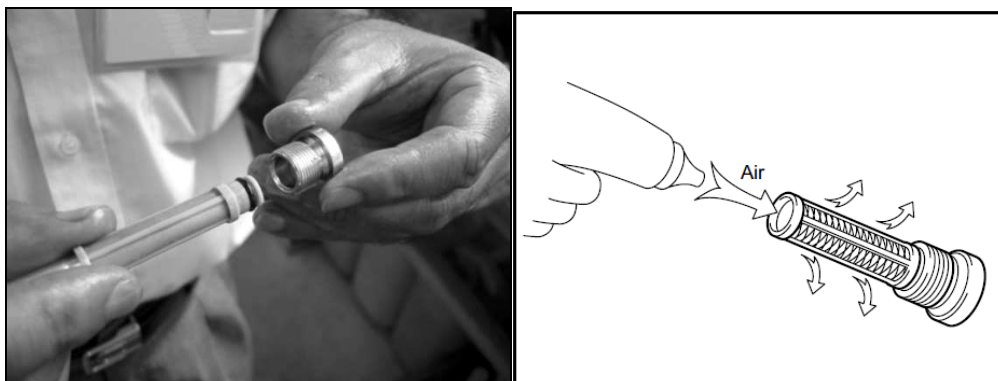


Figura 4.21. Extracción del subconjunto del filtro del tapón.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.9. Extracción del subconjunto del elemento filtrante, el émbolo y el muelle.

Fije la bomba y con el acoplador, gire el eje propulsor hasta que quede a 180° grados del elemento que va a extraer.

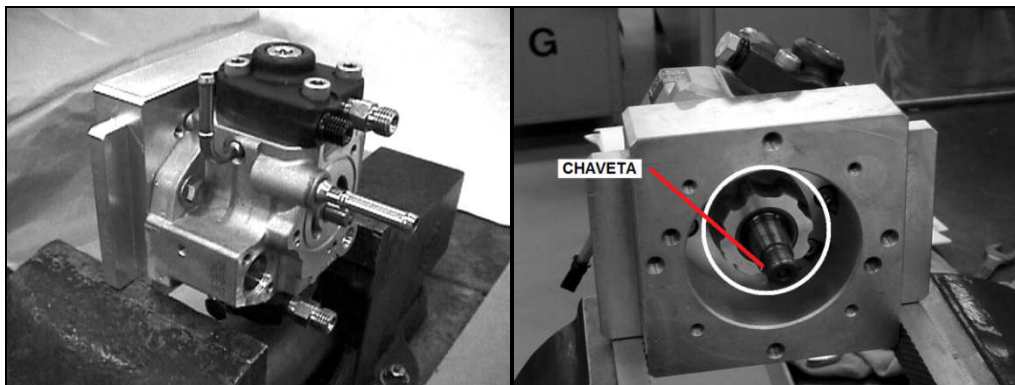


Figura 4.22. Extracción del subconjunto del elemento filtrante.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Aflove los cuatro pernos hexagonales de la parte superior del subconjunto del elemento y aflójelos en orden uniforme.

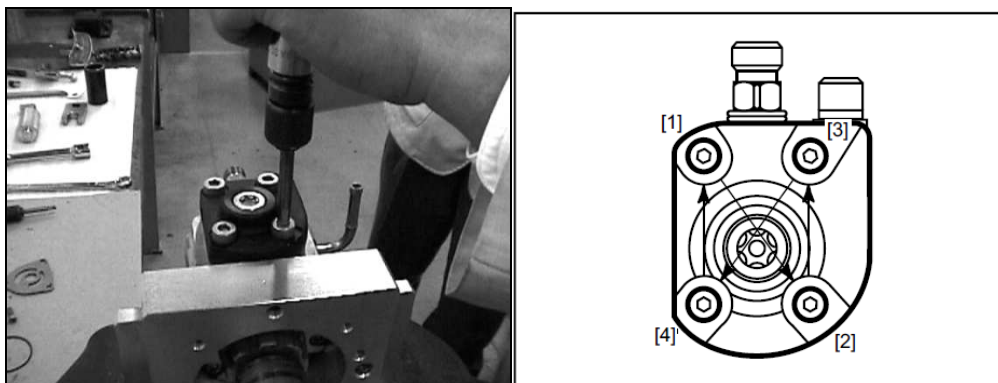


Figura 4.23. Extracción de pernos del subconjunto del elemento.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tire del subconjunto del elemento totalmente hacia arriba y extráigalo, junto con el émbolo y el muelle, sacando el subconjunto del elemento, extraiga el émbolo y el muelle.

En la medida de lo posible, procure no tocar las partes pulidas de los émbolos y las superficies de contacto con la leva anular.

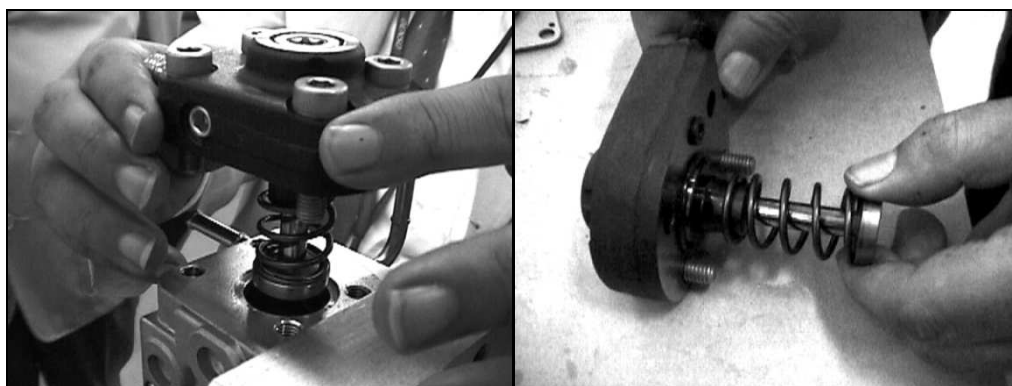


Figura 4.24. Extracción de émbolo y muelle.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga tres juntas tóricas del cuerpo de la bomba, al extraer la junta tórica, tenga cuidado de no dañar la ranura de la junta tórica de la pieza, no utilice objetos de punta metálica.

La ilustración muestra el subconjunto del elemento con las juntas tóricas instaladas.

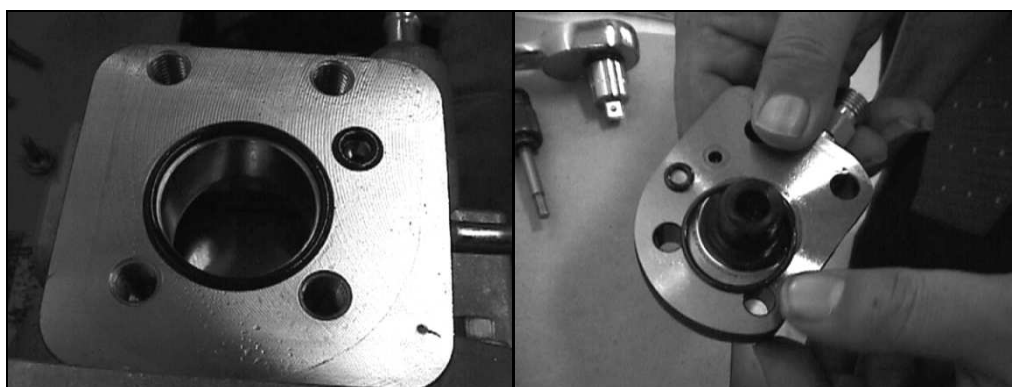


Figura 4.25. Subconjunto del elemento, émbolo y muelle.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Fije la bomba para extraer el subconjunto del elemento en el lado derecho.

Fíjelo bien, de manera que el banco no toque la parte rodeada con el círculo blanco mostrado en la figura 4.26.

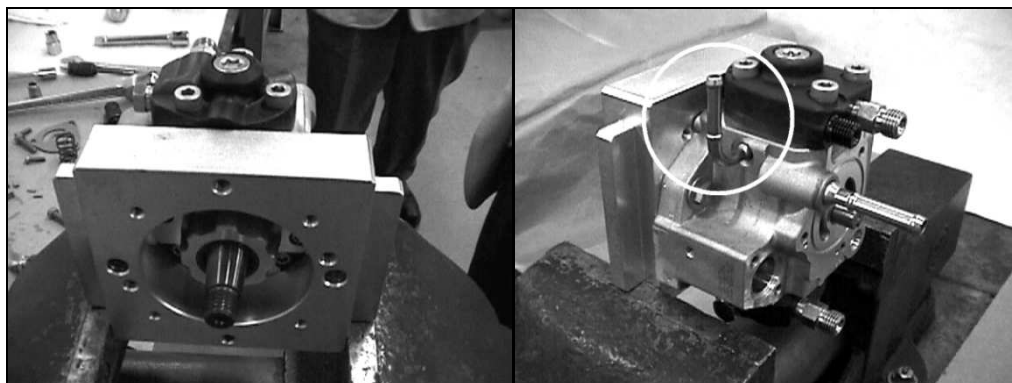


Figura 4.26. Retiro de las tres juntas tóricas del cuerpo de la bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Afloje los tres pernos hexagonales de la parte superior del subconjunto del elemento, aflójelos en orden uniforme.

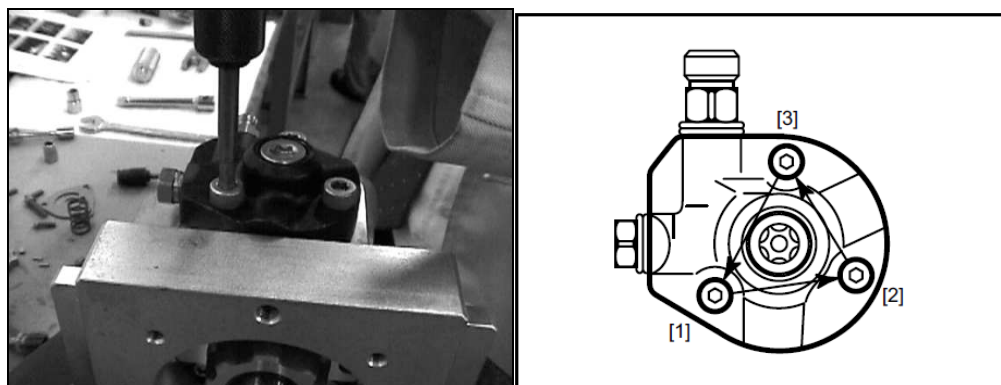


Figura 4.27. Extracción de tres pernos, parte superior del subconjunto.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tire del subconjunto del elemento totalmente hacia arriba y extráigalo, junto con el émbolo y el muelle.



Figura 4.28. Retiro del subconjunto del elemento.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tire del subconjunto del elemento totalmente hacia arriba y extráigalo, junto con el émbolo y el muelle, en la medida de lo posible, procure no tocar las partes pulidas de los émbolos y las superficies de contacto con la leva anular.

Extraiga la junta tórica del mismo modo que en el paso anterior.

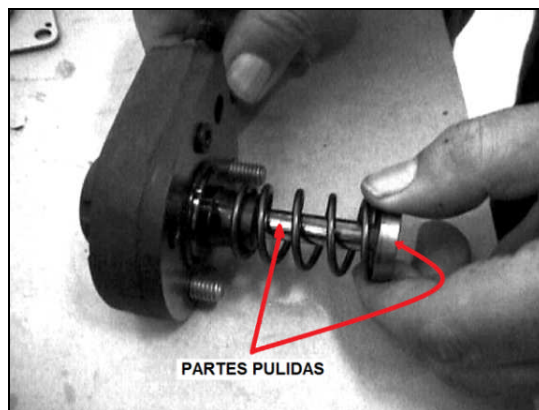


Figura 4.29. Retiro de la junta tórica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.10. Comprobación de partículas externas del subconjunto del elemento.

Inserte el émbolo en el subconjunto del elemento desmontado, no instale el muelle al mismo tiempo. En la medida de lo posible, procure no tocar las superficies de contacto con la leva anular.

Tire lentamente del émbolo hacia atrás, debe notar un vacío, si no nota el vacío será porque han entrado partículas externas en el subconjunto del elemento y éste debe ser reemplazado.



Figura 4.30. Comprobación de partículas en subconjunto del elemento.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.11. Desmontaje del cuerpo de la bomba.

Afloje parcialmente, dos o tres vueltas, los seis pernos hexagonales de la parte superior del subconjunto de la cubierta.

Extraiga la chaveta de la parte superior del eje propulsor.

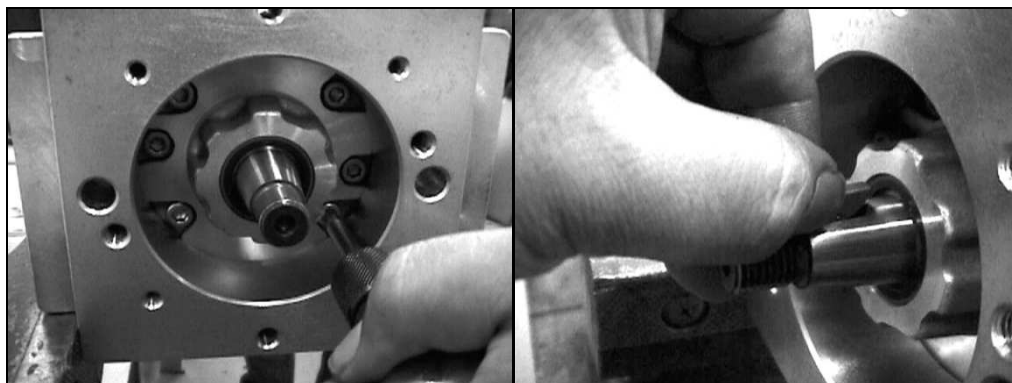


Figura 4.31. Desmontaje del cuerpo de la bomba, pernos y chaveta.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Gire la bomba como puede verse en la ilustración de inferior y extraiga el conjunto de la placa de la bomba (STT) del cuerpo de la misma.

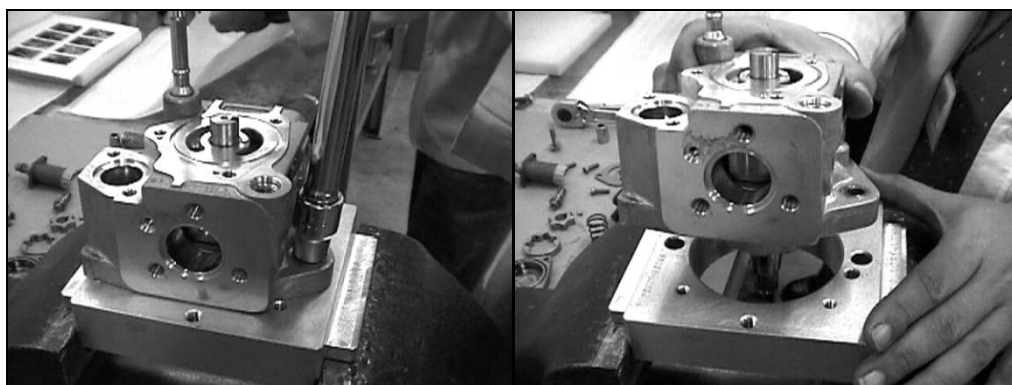


Figura 4.32. Extracción del conjunto de la placa de la bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Afloje completamente los seis pernos hexagonales, que había aflojado parcialmente en el paso anterior.

Golpee el eje propulsor con un martillo de plástico sujetando a la vez el cuerpo de la bomba con una mano, no utilice un martillo que no sea de plástico.

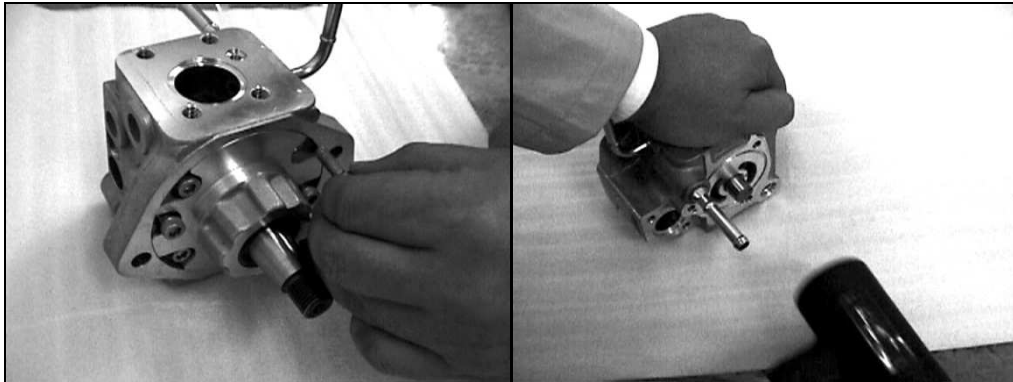


Figura 4.33. Retiro del eje propulsor.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tenga cuidado de no golpear el tubo de la parte lateral del eje propulsor indicado en un círculo blanco en la figura 4.34.

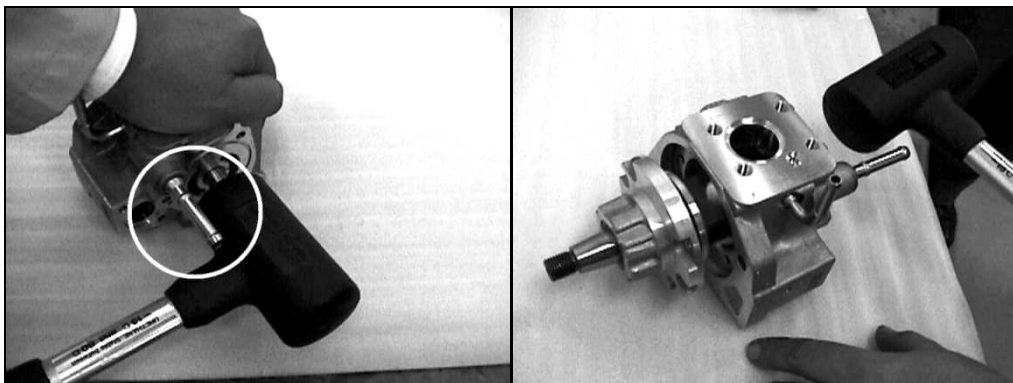


Figura 4.34. Precaución del retiro del eje propulsor.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga el eje propulsor de la parte lateral de la bomba de alimentación, extraiga la leva anular, tenga cuidado de que no toque ninguna superficie que entre en contacto con el émbolo.

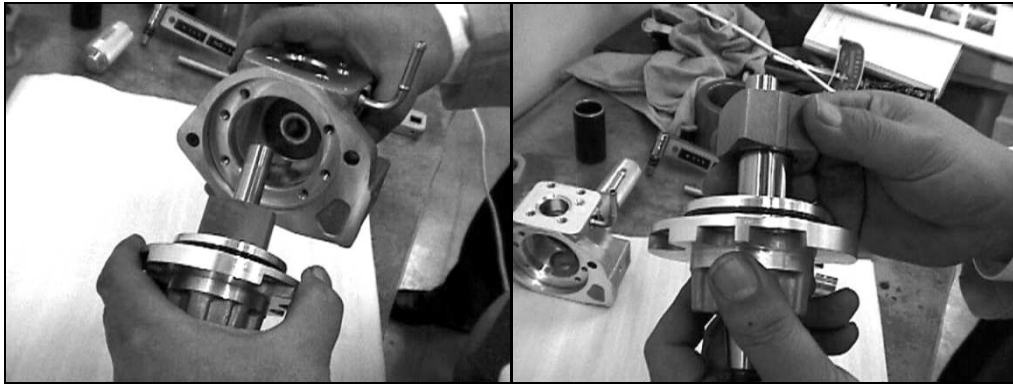


Figura 4.35. Extracción de la leva anular.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Extraiga el eje propulsor y extraiga la arandela.

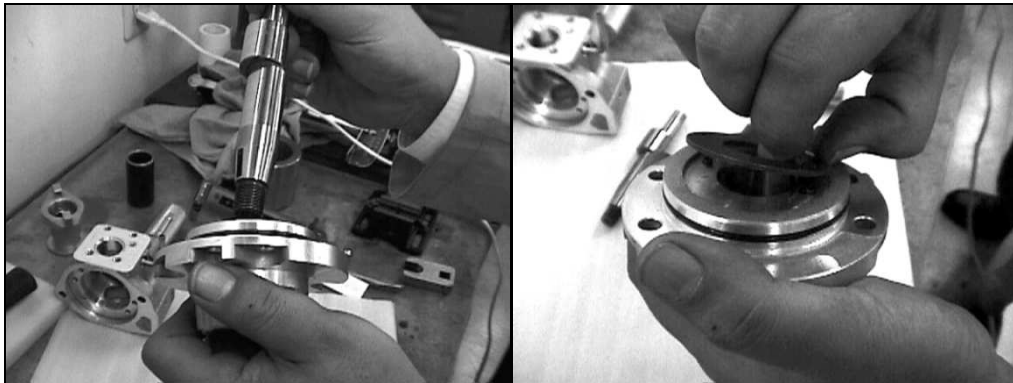


Figura 4.36. Extracción del eje propulsor y arandela.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Para extraer la arandela del alojamiento de la bomba, utilice una pistola de aire comprimido.

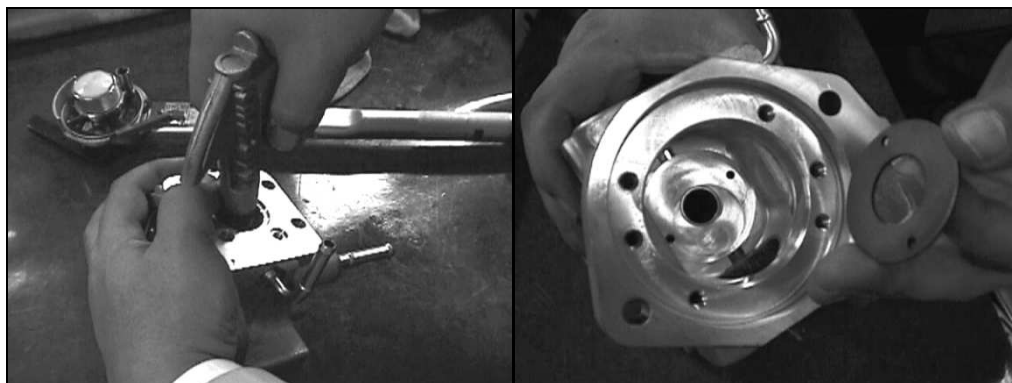


Figura 4.37. Precaución en la extracción de la arandela del alojamiento.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.11.12. Extracción del sello de aceite.

Extraiga el sello de aceite con el extractor (STT).



Figura 4.38. Extracción del sello de aceite.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12 GUÍA DEL PROCESO DE DETECCIÓN DE FALLAS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DE MONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN HP3

4.12.1 Montaje del sello de aceite.

Sitúe el sello de aceite en el subconjunto de la cubierta y presiónelo con el instalador hacia el interior de la prensa hidráulica, los sellos de aceite no pueden reutilizarse.



Figura 4.39. Montaje del sello de aceite.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.2 Medición del juego del eje propulsor.

Instale la arandela en el subconjunto de la cubierta.

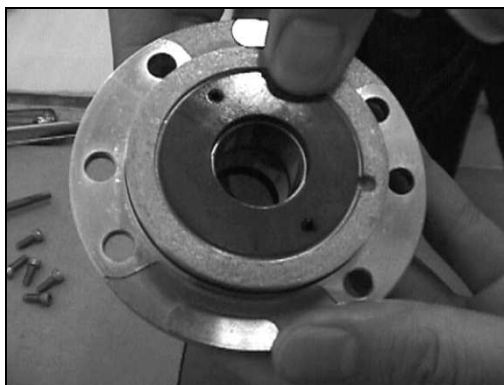


Figura 4.40. Montaje de la arandela.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale también una arandela en el lado del alojamiento de la bomba e instale el eje propulsor en el subconjunto de la cubierta.

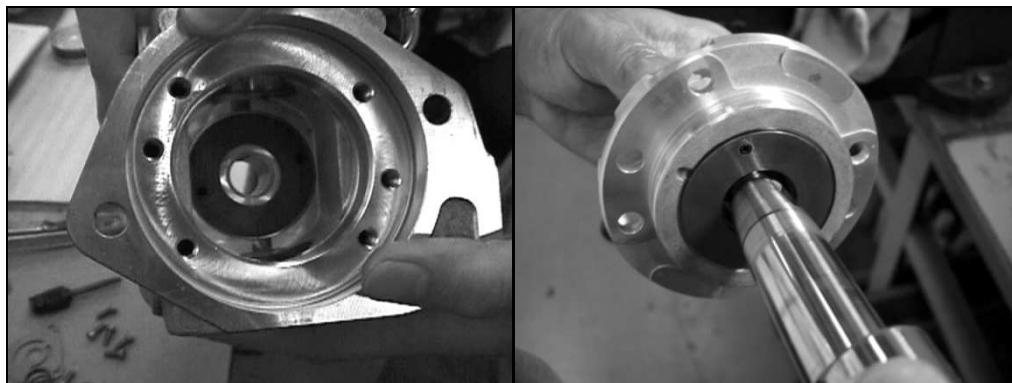


Figura 4.41. Instalación de arandela y el eje propulsor en el subconjunto.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el conjunto a partir del paso anterior en el lado del alojamiento de la bomba no instale junta tórica en el subconjunto de la cubierta. Los pernos están fijados al subconjunto de la cubierta en dos lugares.

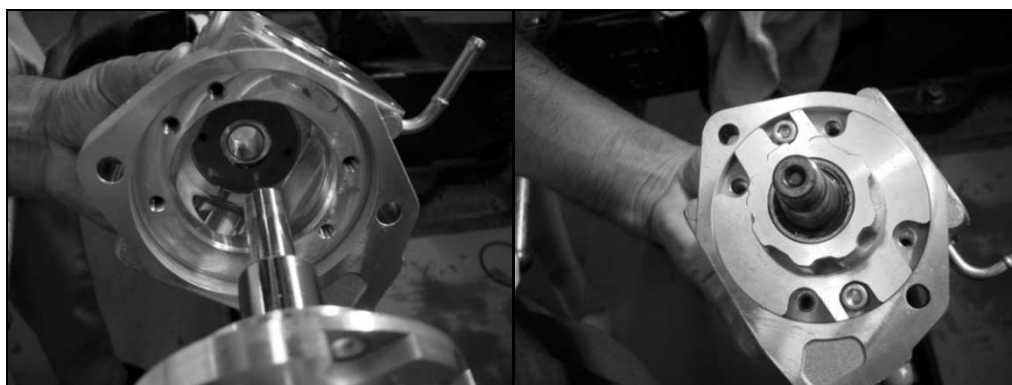


Figura 4.42. Instalación del conjunto en el alojamiento de la bomba.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el medidor de holgura del árbol de levas en el eje propulsor.



Figura 4.43. Instalación del medidor de holgura.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el indicador de cuadrante en el medidor de holgura del árbol de levas, tire del medidor de holgura del árbol de levas para establecer el indicador de cuadrante en 0.

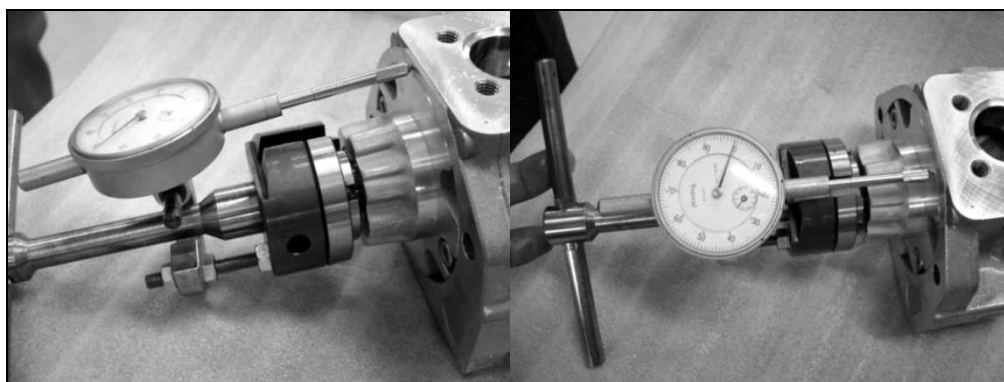


Figura 4.44. Instalación del indicador de cuadrante en el medidor.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Presione hacia dentro el medidor de holgura del árbol de levas para medir el juego del eje propulsor. (DENSO , 2005)

- **Normal: $0,35 \pm 0,2$ mm**

Si la medida no da el valor especificado, cambie la arandela o el árbol de levas por otra nueva.

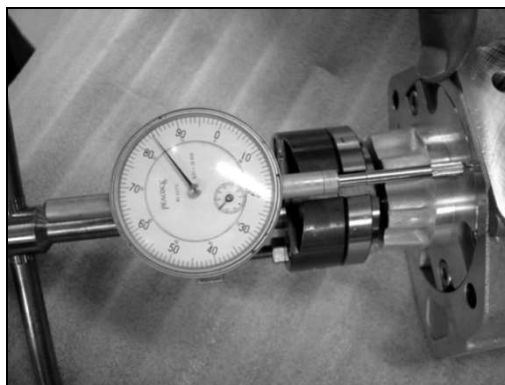


Figura 4.45. Medición del indicador del cuadrante.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.3 Montaje del cuerpo de la bomba.

Instale la junta tórica en el subconjunto de la cubierta utilice siempre una junta tórica nueva e instale la arandela en el subconjunto de la cubierta.

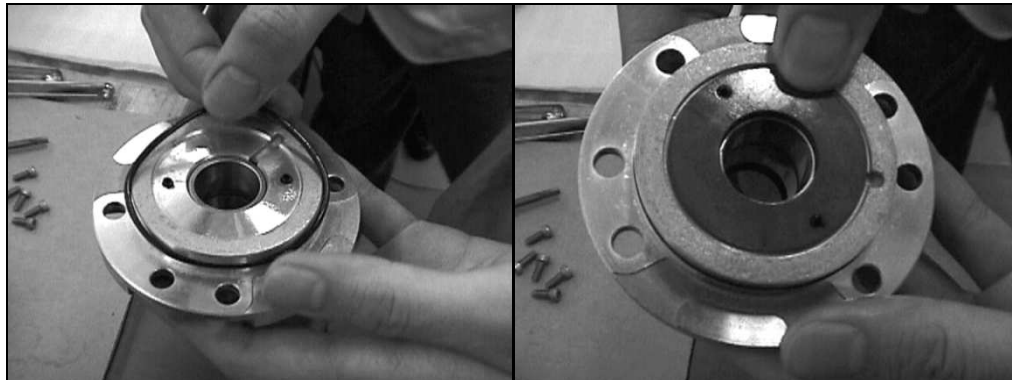


Figura 4.46. Instalación de la junta tórica y arandela en el subconjunto.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale también una arandela en el lado del alojamiento de la bomba.

Instale la leva anular en el eje propulsor.

Cuando extraiga la leva anular, tenga cuidado de que no toque ninguna superficie que entre en contacto con el émbolo ya que éste ha sido pulido.

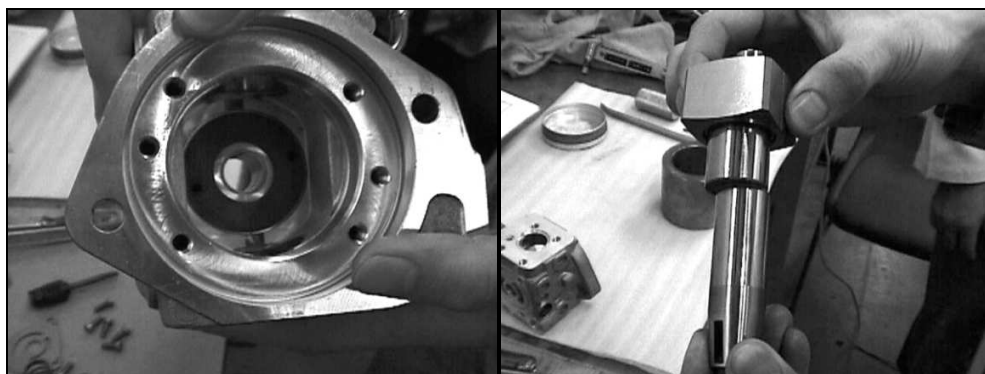


Figura 4.47. Instalación de la leva anular en el eje propulsor.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale las piezas eje propulsor y leva anular en el alojamiento de la bomba.

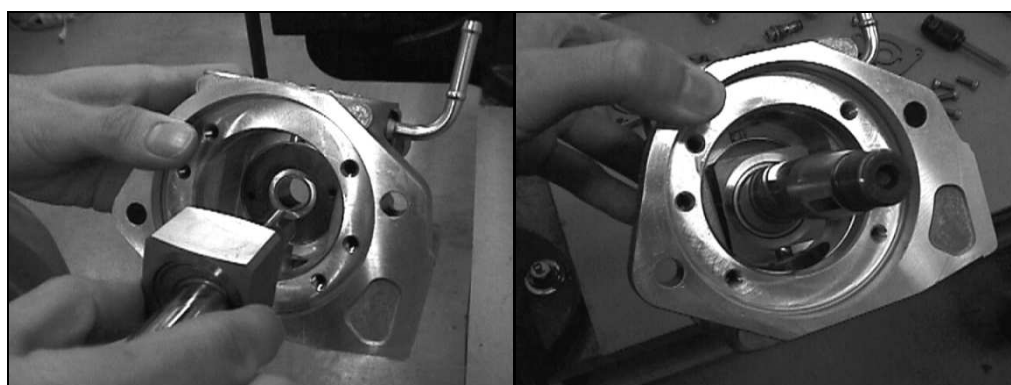


Figura 4.48. Eje propulsor y leva anular.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Engrase el subconjunto de la cubierta, Instale el subconjunto de la cubierta en el alojamiento de la bomba y apriete parcialmente los seis pernos hexagonales, no apriete los pernos hexagonales aun.

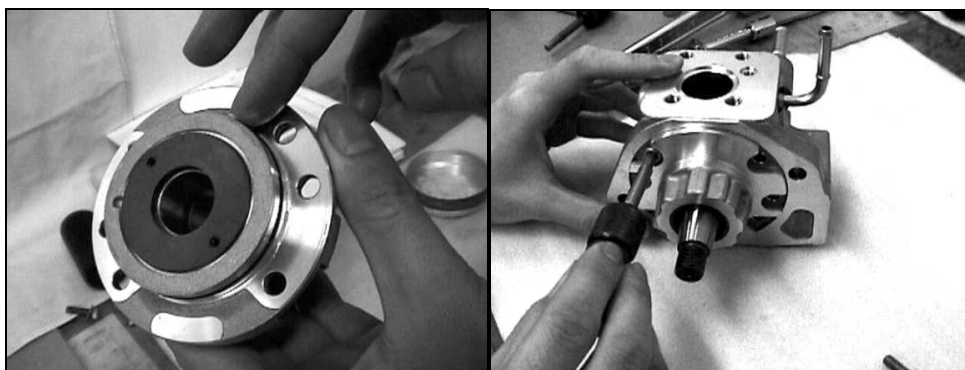


Figura 4.49. Engrase e instalación del subconjunto de la cubierta.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Con el tubo en el conjunto de la cubierta, presione con la prensa hidráulica el subconjunto de la misma en el alojamiento de la bomba.

Haga esto de manera que los tubos que sobresalen del cuerpo de la bomba no toquen la prensa hidráulica ni el banco de trabajo.



Figura 4.50. Ajuste del conjunto de la cubierta en la prensa.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale con dos pernos el cuerpo de la bomba en la placa de la bomba, el cuerpo de la bomba debe estar fijado con un banco.

Con la llave dinamométrica y la punta hexagonal, apriete uniformemente los seis pernos hexagonales en la parte superior del subconjunto de la cubierta.

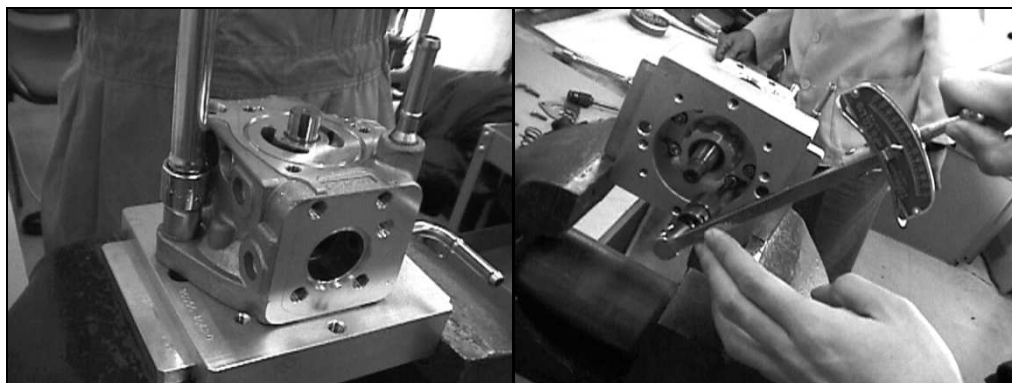


Figura 4.51. Instalación del cuerpo de la bomba en la placa de bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Apriete los seis pernos hexagonales uniformemente en el orden que se muestra a la derecha. (DENSO , 2005)

- **Par de apriete: 6,9 a 10,8 N-m (0,7 a 1,1 kgf-m)**

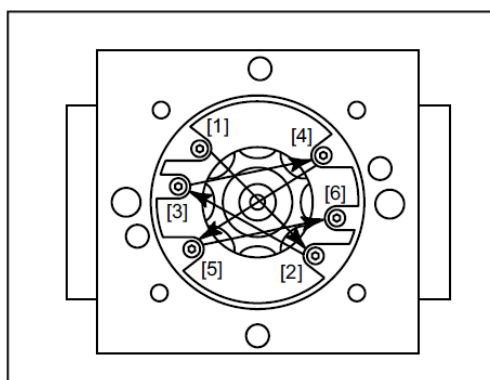


Figura 4.52. Orden de apriete del cuerpo de la bomba.

Elaborado por. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4.12.4 Montaje del subconjunto del elemento, el embolo y el muelle.

Instale el muelle y el émbolo en el subconjunto del elemento, en la medida de lo posible, procure no tocar las partes pulidas. Instale una junta tórica en el cuerpo de la bomba, utilice siempre una junta tórica nueva.

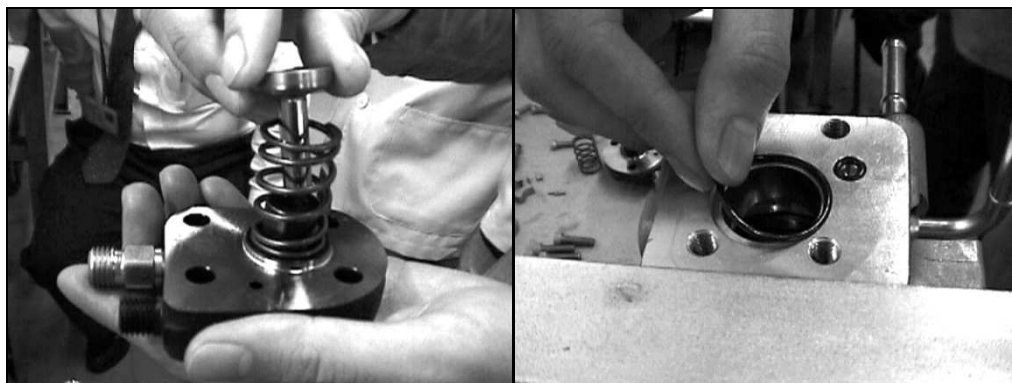


Figura 4.53. Instalación del muelle, embolo y la junta tórica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el subconjunto del elemento en el cuerpo de la bomba.

Antes de instalar, asegúrese de que el punto de contacto entre la leva anular y el émbolo pulido queda hacia arriba.

La chaveta del eje propulsor debe estar a 180 grados del elemento que va a instalar.



Figura 4.54. Instalación del subconjunto del elemento en el cuerpo bomba.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

A la vez que presiona hacia abajo el subconjunto del elemento, apriete uniformemente los cuatro pernos hexagonales con la llave dinamométrica y la punta hexagonal.

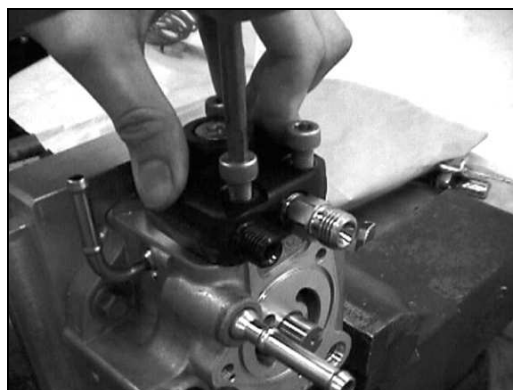


Figura 4.55. Apriete de pernos en el subconjunto del elemento.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Apriete los cuatro pernos hexagonales en el orden que se muestra.

Par de apriete: 15,68 a 23,52 N·m (1,6 a 2,4 kgf·m)

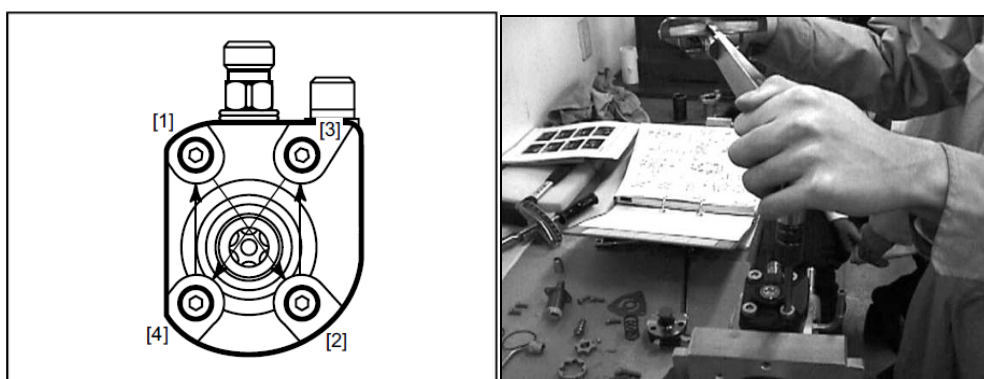


Figura 4.56. Par de apriete en los pernos.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale una junta tórica en el cuerpo de la bomba, en el lado opuesto a aquel en el que instalará el subconjunto del elemento, utilice siempre una junta tórica nueva.

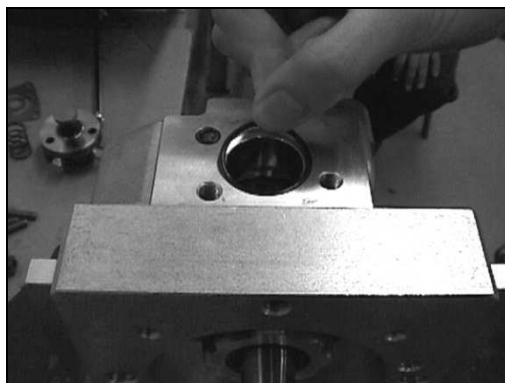


Figura 4.57. Instalación de la junta tórica,
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el muelle y el émbolo en el lado opuesto del subconjunto del elemento, en la medida de lo posible, procure no tocar las partes pulidas. Instale el subconjunto del elemento montado en el cuerpo de la bomba. Antes de instalar, asegúrese de que el punto de contacto entre la leva anular y el émbolo pulido queda hacia arriba. La chaveta del eje propulsor debe estar a 180 grados del elemento que va a instalar.

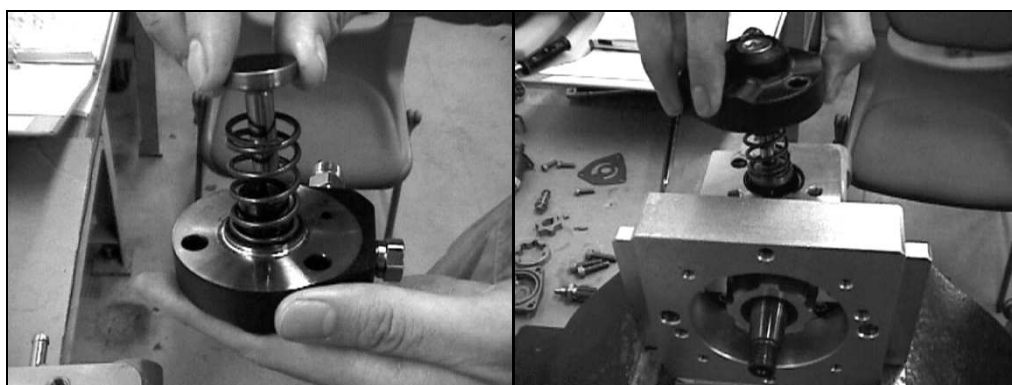


Figura 4.58. Instalación del muelle y embolo en subconjunto del elemento.
Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

A la vez que presiona hacia abajo el subconjunto de elemento, apriete uniformemente los tres pernos hexagonales con la llave dinamométrica la punta hexagonal.

Apriete los tres pernos hexagonales en el orden indicado.

- Par de apriete: 15,68 a 23,52 N·m (1,6 a 2,4 kgf·m)

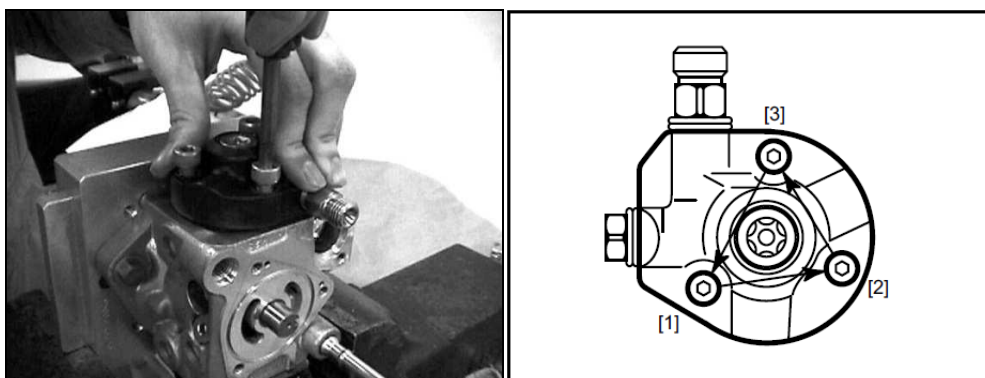


Figura 4.59. Orden de apriete de los pernos con la llave dinamométrica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.5 Instalación de la válvula de regulación.

Fije la bomba como se observa en la ilustración e instale la válvula de regulación.

- Utilice siempre una junta tórica nueva.
- La válvula de regulación no puede ajustarse.



Figura 4.60. Instalación de la válvula de regulación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Con la llave dinamométrica (STT) y la llave tubular (STT), instale la válvula de regulación (DENSO, 2007).

- **Par de apriete: 7,9 a 11,8 N·m (0,8 a 1,2 kgf·m)**

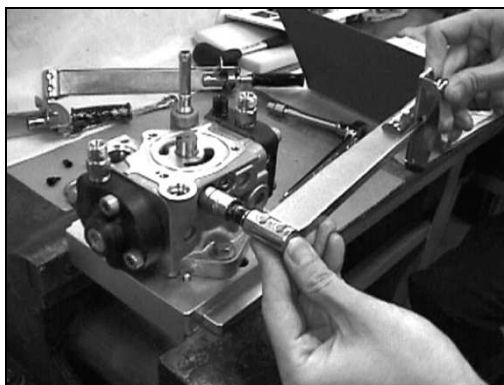


Figura 4.61. Ajuste de la válvula de regulación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el conjunto secundario del filtro con el instalador de filtros.
Al instalar el conjunto secundario del filtro, tenga cuidado de no romper la rejilla.



Figura 4.62. Instalación del conjunto secundario del filtro.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Verifique el nuevo filtro. Si se encontrara algún objeto extraño en el filtro, elimínelo con una pistola de aire.

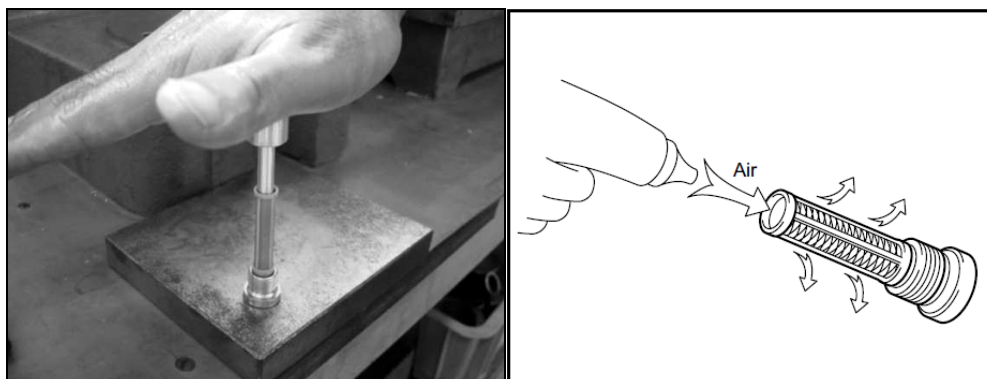


Figura 4.63. Limpieza de objetos extraños del filtro.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el tapón del filtro con la punta hexagonal y la llave dinamométrica.

- **Herramienta: punta hexagonal (8mm)**
- **Par de apriete: 14,8 a 22,8 N·m (1,5 a 2,3 kgf·m)**



Figura 4.64. Instalación del tapón del filtro.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.6 Instalación del sensor de temperatura del combustible.

Instale el sensor de temperatura del combustible, utilice siempre una junta tórica nueva, con la llave dinamométrica, el porta-inyector y la llave de tuercas de retención, apriete el sensor de temperatura del combustible.

- **Par de apriete: 17,6 a 26,5 N·m (1,8 a 2,7 kgf·m)**

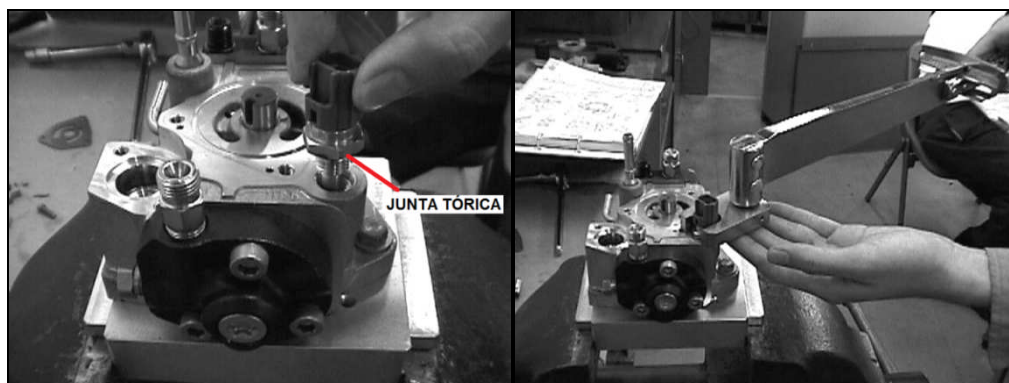


Figura 4.65. Instalación del sensor de temperatura de combustible.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.7 Montaje de la bomba de alimentación.

Instale una junta tórica, utilice siempre una junta tórica nueva.

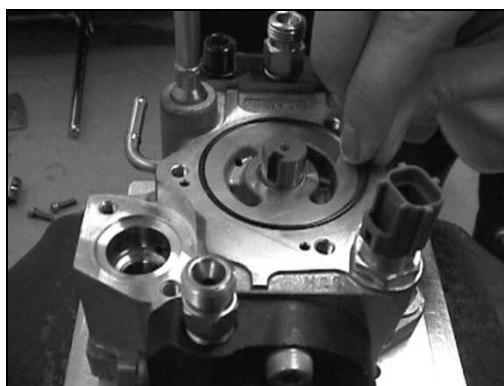


Figura 4.66. Montaje de la bomba de alimentación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale los pasadores de sujeción de la posición en dos lugares diferentes. Alinee la placa y la bomba de alimentación a los pasadores de sujeción de la posición y apriételes.

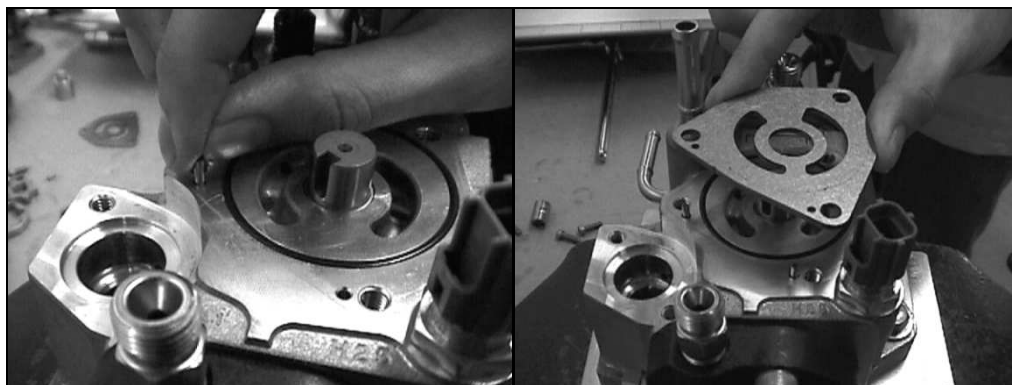


Figura 4.67. Instalación de los pasadores de sujeción.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Tenga cuidado de no confundir la parte delantera y la trasera. Los orificios de admisión y escape deben estar visibles.

Instale la chaveta de la bomba de alimentación.

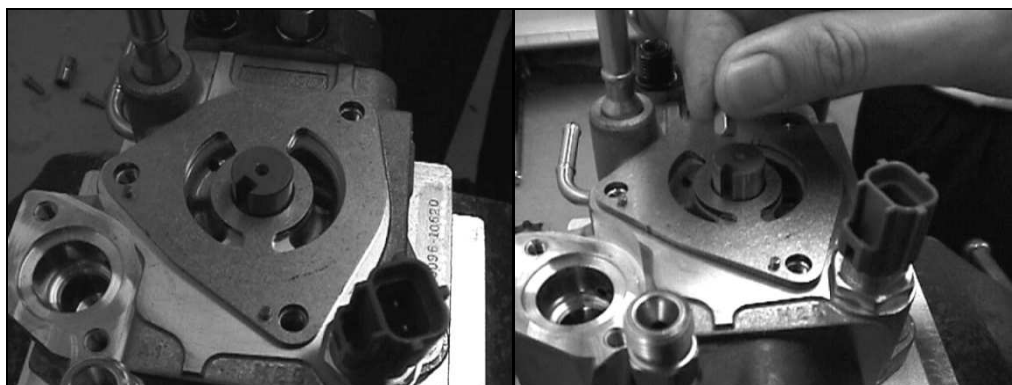


Figura 4.68. Instalación de la chaveta de la bomba de alimentación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el rotor interno y compruebe si la chaveta del rotor interno y la chaveta de la bomba de alimentación están alineadas.

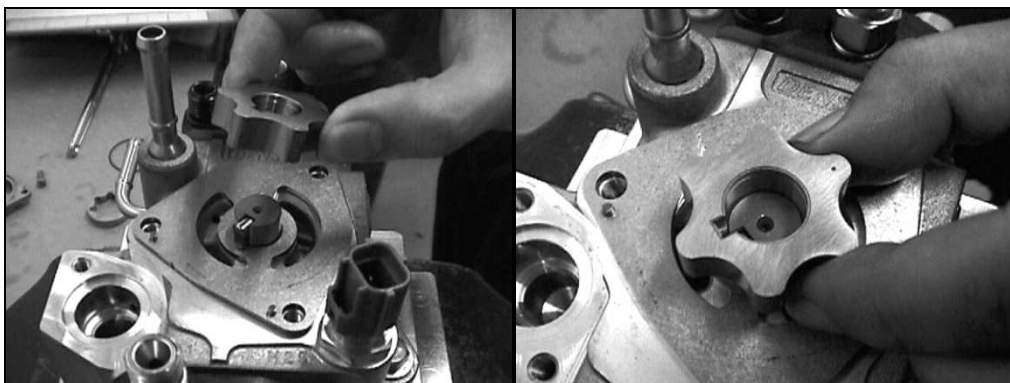


Figura 4.69. Instalación del rotor interno.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Instale el rotor externo y compruebe si las partes salientes de rotor externo e interno (círculo blanco de la ilustración) están alineadas. Instale una junta tórica en la cubierta y en la bomba de alimentación. Utilice siempre una junta tórica nueva.

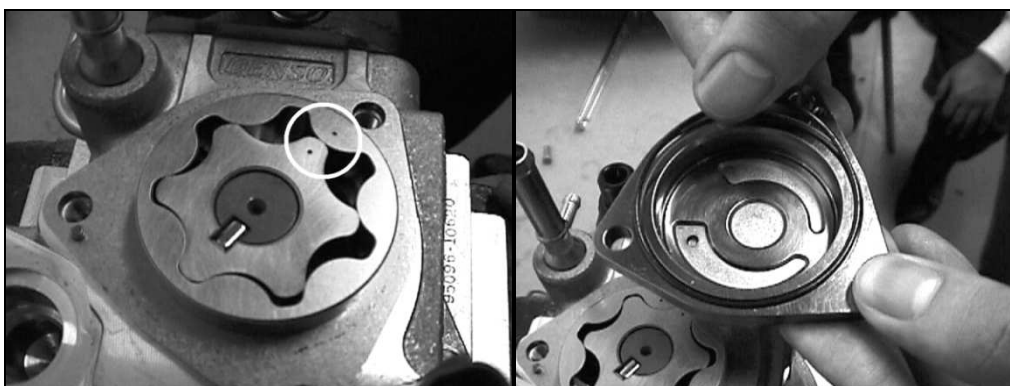


Figura 4.70. Instalación del rotor externo y junta tórica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Alinee la cubierta y la bomba de alimentación a los pasadores de sujeción de la posición y apriételes. Apriete, con la llave dinamométrica (STT) y la punta hexagonal (STT), los tres pernos hexagonales.

- **Par de apriete: 6,9 a 10,8 N·m (0,7 a 1,1 kgf·m)**

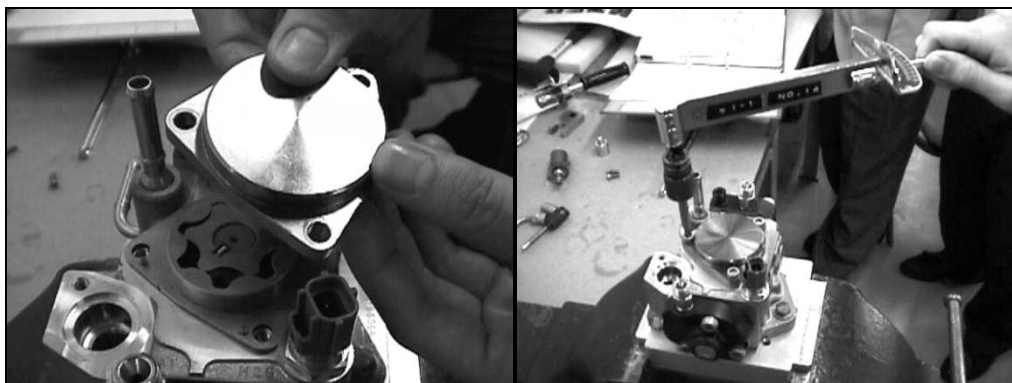


Figura 4.71. Alineación de la cubierta y la bomba de alimentación.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.8 Instalación de la SCV (Válvula de Control de la Aspiración).

Instale una junta tórica, instale la SCV. Utilice siempre una junta tórica nueva, instale la SCV en la posición anotada durante la extracción (anotación de la posición del conector “boca arriba/boca abajo”, si la bomba está acoplada al vehículo con la SCV mal instalada, es posible que el mazo de cables esté retorcido, impidiendo así la buena conexión con la SCV.



Figura 4.72. Instalación de la junta tórica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

Apriete, con la llave dinamométrica (STT) y la punta hexagonal (STT), los dos pernos hexagonales.

- **Par de apriete: 6,9 a 10,8 N-m (0,7 a 1,1 kgf-m)**

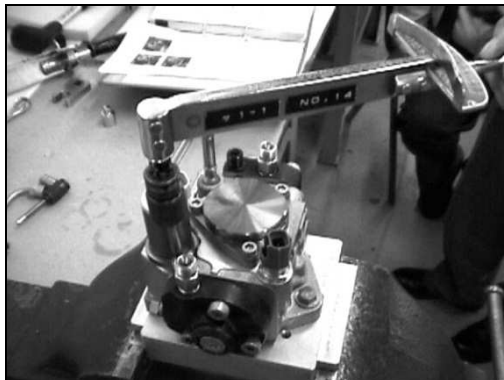


Figura 4.73. Apriete de los pernos con la llave dinamométrica.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.9 Instalación del Tubo.

Conecte el tubo en la misma dirección que se le indicó en la extracción. Debe asegurarse de que el tubo debe estar conectado en la dirección adecuada y de que su extremo quede bien encajado.

- **Par de apriete: 39,2 a 49,0 N-m (4,0 a 5,0 kgf-m)**

Si trabaja en una bomba sin tubos, este paso no es necesario.

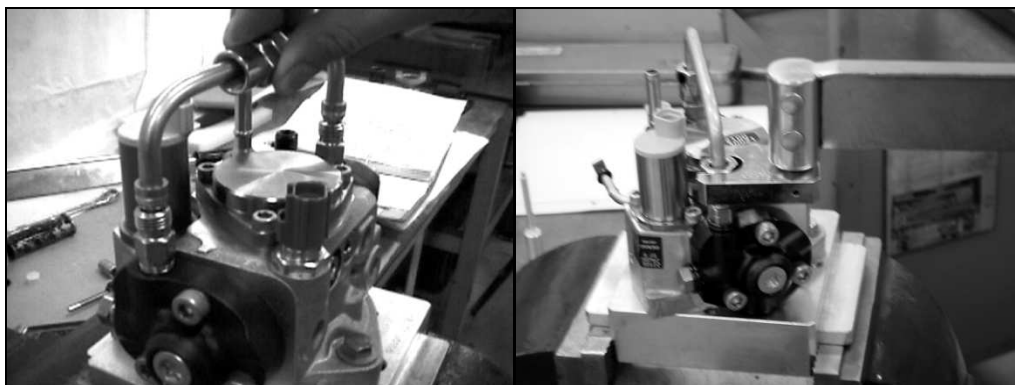
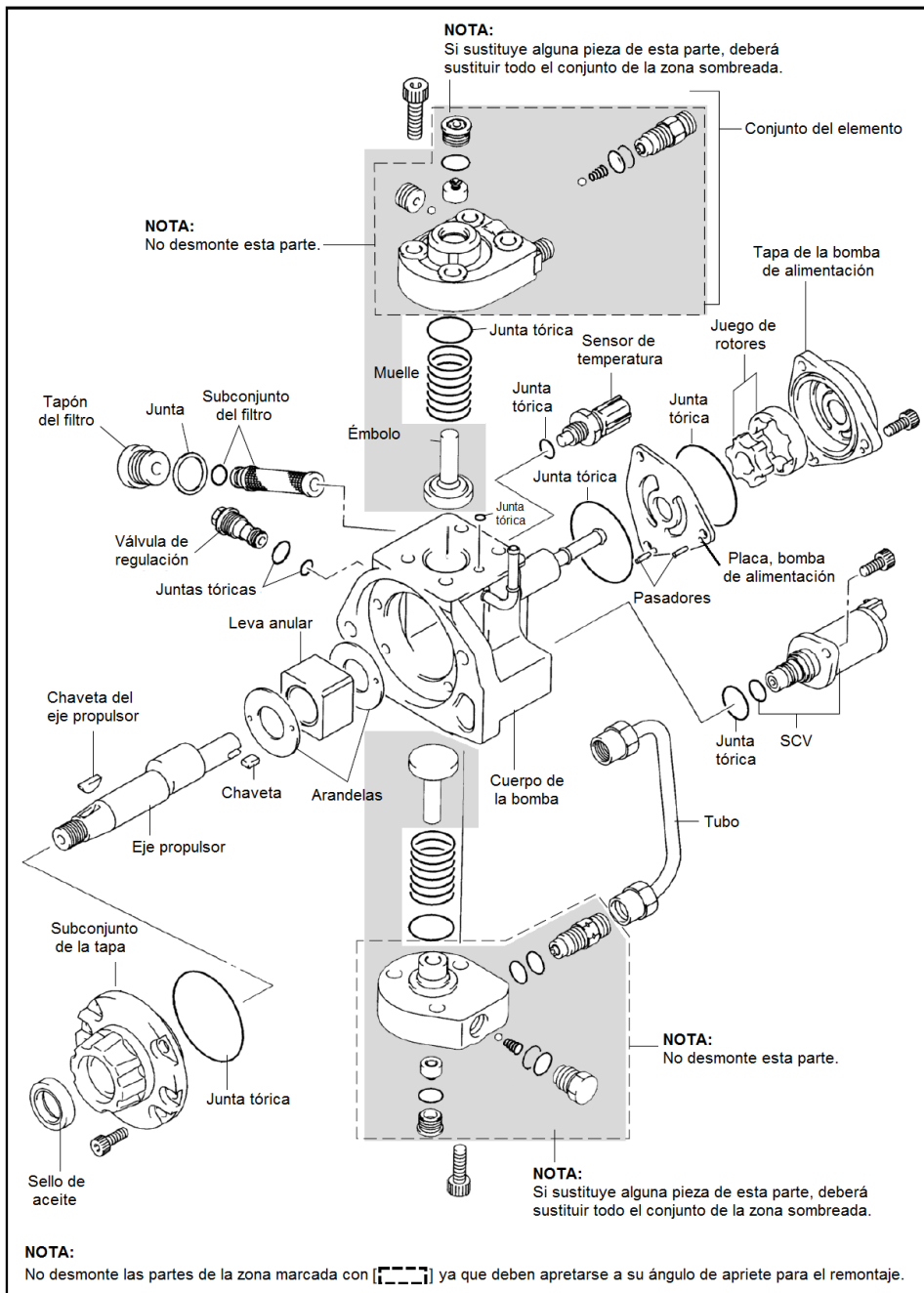


Figura 4.74. Instalación del tubo.

Elaborado por: Jaya– Tugumbango.

4.12.10 Desmontaje

En la siguiente grafica se muestra la ubicación de todos los componentes de la bomba de alta presión HP3.



**Figura 4.75. Componentes de la bomba de alta presión.
Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso**

4.12.11 Lista de aprietes.

En la siguiente gráfica se muestra la lista de apriete y torques.

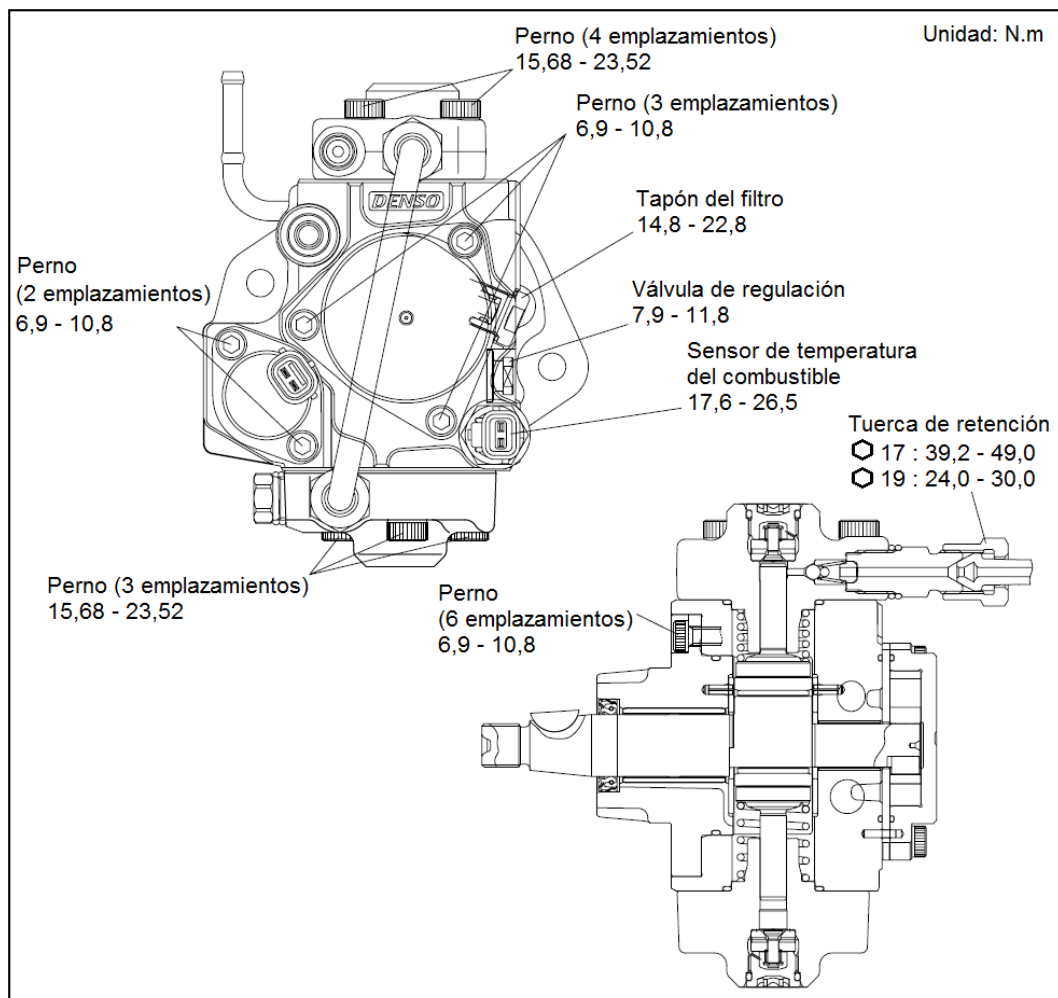


Figura 4.76. Lista de apriete de la bomba de alta presión.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4.13 DETECCIÓN DE FALLAS EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN “COMMON RAIL” POR LA APARICIÓN DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA (DTC)

4.13.1 Descripción general del DTC.

La función de diagnóstico permite al sistema diagnosticar sus propias averías. Si se producen anomalías en los sensores o en los actuadores utilizados en los sistemas de control, los sistemas respectivos convierten las señales de avería en códigos y se los transmiten a la ECU del motor. La ECU del motor registra en la memoria los códigos de avería transmitidos.

Los códigos registrados se emiten al conector de diagnóstico del vehículo. Para informar de la avería al conductor, la ECU del motor hace que el MIL o indicador de avería se ilumine. Se puede llevar a cabo una precisa localización y reparación de desperfectos mediante los DTC códigos de diagnóstico que se emiten al conector de diagnóstico.

4.13.2 Diagnóstico con DST-1.

- ✓ La DST-1 puede utilizarse tanto en el modo de comprobación como en el modo normal. En comparación con el modo normal, el modo de comprobación tiene una mayor sensibilidad para detectar averías.
- ✓ La inspección en modo de comprobación se lleva a cabo cuando se emiten códigos normales en el modo normal a pesar de que pueda haber averías en los sistemas de señales del sensor.

A. Lectura de los DTC.

- a. Conexión de la DST-1: Conecte la DST-1 al terminal DLC3.

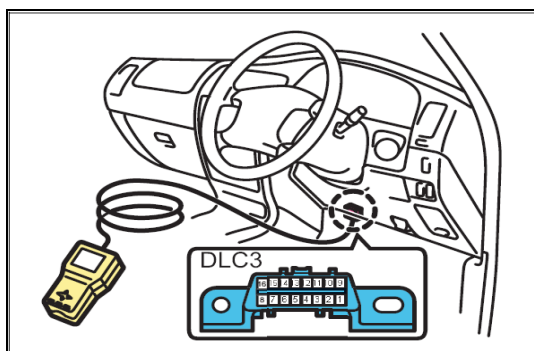


Figura 4.77. Conexión de la DST-1.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

- b. Lectura de los DTC: Siga las instrucciones mostradas en la pantalla para que aparezca en la misma "DTC check". Seleccione el modo normal o el modo de comprobación y lea el DTC.

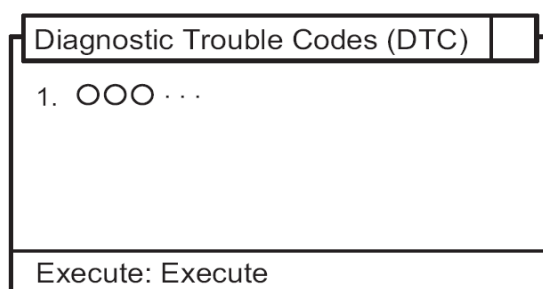


Figura 4.78. Lectura de los DTC en el scanner.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Nota: Si no aparece ningún DTC en la pantalla, es posible que haya un fallo en la ECU del motor.

- c. Comprobación de los datos de imagen fija: Si no puede reproducirse el síntoma que emite un DTC, compruebe los datos de imagen fija.
- d. Borrado de los DTC de la memoria: Siga las instrucciones mostradas en la pantalla para que aparezca en la misma "DTC check". Seleccione "Erase DTCs" para borrar los DTC.

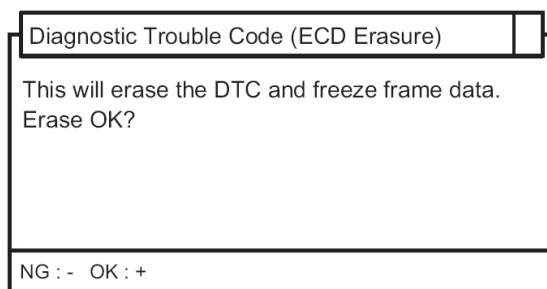


Figura 4.79. Borrado de un DTC.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Nota: Si no es posible borrar algún DTC, ponga el interruptor de encendido en posición OFF y repita el proceso.

e. Comprobación de circuitos abiertos en mazo de cables y conectores

Nota: Si el DTC emitido durante el diagnóstico en el modo de comprobación ha identificado una avería en el sistema, utilice el método indicado a continuación para reducir el área de la avería.

- (1) Borrado de los DTC de la memoria: Después de leer los DTC en el modo de comprobación, bórrelos de la memoria.
- (2) Arranque del motor: Seleccione el modo de comprobación y arranque el motor.
- (3) Sistema averiado, comprobación 1: Con el motor en marcha en régimen de ralentí, agite el mazo de cables y los conectores del sistema del que se señala la avería durante el diagnóstico (modo de comprobación).
- (4) Sistema averiado, comprobación 2: Si el MIL (indicador de avería) se enciende al mover el mazo de cables y los conectores, hay un contacto defectuoso en el mazo de cables o en los conectores de esa área.

4.13.3 Diagnóstico con el indicador de avería.

- ✓ Antes de leer un DTC, ponga el interruptor de encendido en posición ON para asegurarse de que el MIL (indicador de avería) se enciende.
- ✓ No pueden realizarse inspecciones en el modo de comprobación.

Lectura de los DTC.

- a. Corte de circuito del conector: Con la ayuda del instrumento, realice un cortocircuito entre los terminales 8 (TE1) y 3 (E1) del DLC1 o entre los terminales 13 (TC) y 4 (CG) del DLC3.

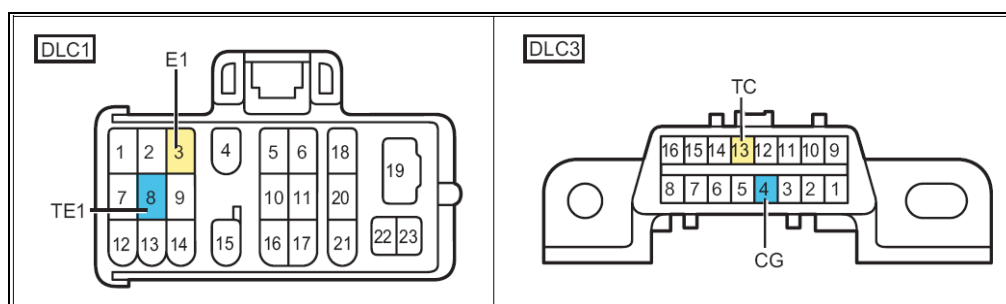


Figura 4.80. Diagnóstico del DTC con el indicador de avería.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Precaución: Tenga cuidado de no conectar nunca terminales incorrectos de los conectores o provocará una avería.

- b. Lectura de los DTC 1: Coloque el interruptor de encendido en posición ON y cuente el número de veces que destella el MIL (indicador de avería).

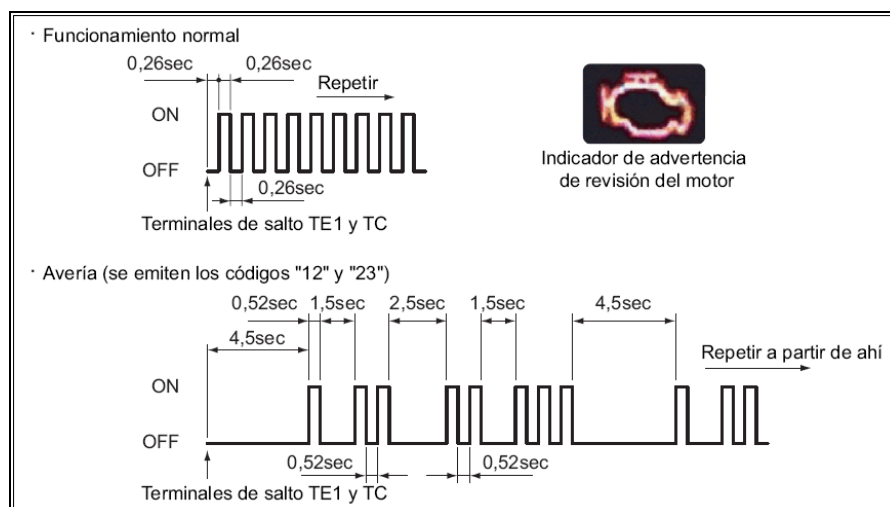


Figura 4.81. Lectura de los DTC.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Nota: Si el MIL (indicador de avería) no emite ningún código (el indicador no destella), puede haber un circuito abierto en el sistema del terminal TC, o una avería en la ECU del motor.

- ✓ Si el indicador de avería está constantemente encendido, puede haber un cortocircuito (pinzamiento) en el mazo de cables o una avería en la ECU del motor.
 - ✓ Si se emiten DTC sin sentido, puede haber una avería en la ECU del motor.
 - ✓ Si el MIL o indicador de avería se ilumina sin emitir ningún DTC con el motor funcionando a un régimen mínimo de 1000rpm, coloque el interruptor de encendido en OFF una vez y a continuación reanude la inspección.
- c. Lectura de los DTC 2: Si se emite un DTC anormal, compruébelo en la lista de los DTC.
- d. Borrado de los DTC de la memoria: Extraiga el fusible ECD (15A) e instálelo de nuevo pasados 15 segundos.

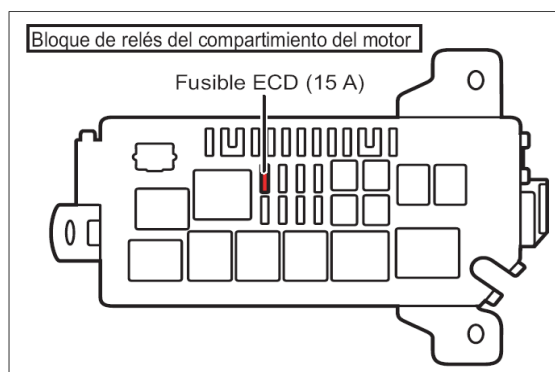


Figura 4.82. Retiro del fusible para borrado del DTC.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

Precaución: Cuando haya finalizado la inspección del sistema ECD, borre la memoria de los DTC y compruebe si se emite el código normal.

PRECAUCIÓN:

- Utilice sólo alicates aislados eléctricamente al manipular los cables de encendido con el motor en marcha para evitar una descarga eléctrica.
- Para evitar daños en el ECM del motor, debe colocarse la llave de contacto en la posición OFF cuando se vaya a desconectar o a reconectar la alimentación de corriente al ECM ,por ejemplo el cable de batería, el conector en espiral del ECM, el fusible del ECM, los cables de puente, etc.
- El DTC permanecerá en la memoria del ECM hasta que sea borrado con un scanner. Al desconectar la batería durante 10 segundos, se borrarán algunos de los DTCs almacenados. Los DTCs deben borrarse una vez finalizados los trabajos de reparación.

Tabla 4.9. Detalles sobre los códigos de diagnóstico.

Número de DTC (SAE)	Elemento de diagnóstico	Clasificación del diagnóstico	Pieza averiada	LUZ ENCENDIDA	Observaciones
P0016	Avería en separación de fase de G y velocidad	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de posición del cigüeñal, sensor de identificación del cilindro	Sí	
P0072	Sensor de temperatura del colector de admisión - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de la temperatura de admisión	No	
P0073	Sensor de temperatura del colector de admisión - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de la temperatura de admisión	No	
P0088	Anomalía por alta presión de rampa	Anomalía en el sistema de control de presión de combustible	Inyector	Sí	
P0089	Diagnóstico de la SCV adherida	Anomalía en el sistema de control de presión de combustible	Bomba de suministro	Sí	
P0093	Fuga de combustible	Fuga de combustible	Manguera de combustible	Sí	
P0102	Sensor de flujo de aire - bajo	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor del caudal de aire	No	
P0103	Sensor de flujo de aire - alto	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor del caudal de aire	No	
P0106	Anomalía en el sensor de turbocompresión	Anomalía en el sensor	Sensor de turbocompresión	Sí	
P0107	Sensor de turbocompresión - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de turbocompresión	Sí	
P0108	Sensor de turbocompresión - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de turbocompresión	Sí	
P0112	Sensor de temperatura de admisión - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de temperatura de admisión (AFS)	Sí	
P0113	Sensor de temperatura de admisión - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de temperatura de admisión (AFS)	Sí	
P0117	Sensor de temperatura del refrigerante - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de la temperatura del refrigerante	Sí	
P0118	Sensor de temperatura del refrigerante - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Sensor de temperatura del refrigerante	Sí	
P0122	Mariposa de control electrónico - bajo	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Mariposa de control electrónico	Sí	
P0123	Sensor de temperatura de la válvula de admisión - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Mariposa de control electrónico	Sí	
P0182	Sensor de temperatura del combustible - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Bomba de suministro	Sí	
P0183	Sensor de temperatura del combustible - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Bomba de suministro	Sí	
P0191	Anomalía en el sensor de presión de la rampa	Anomalía en el sensor	Rampa	Sí	
P0192	Sensor de presión de la rampa (tiempo) - baja	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Rampa	Sí	
P0193	Sensor de presión de la rampa (tiempo) - alta	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Rampa	Sí	
P0201	Circuito abierto en el sistema de activación de TWV 1 (cilindro n° 1)	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0202	Circuito abierto en el sistema de activación de TWV 4 (cilindro n° 2)	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	

P0203	Circuito abierto en el sistema de activación de TWV 2 (cilindro n° 3)	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0204	Circuito abierto en el sistema de activación de TWV 3 (cilindro n° 4)	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0219	Anomalía en el arrastre del motor	Anomalía en el motor	Motor	Sí	
P0234	Diagnóstico de anomalía de sobrealimentación alta	Anomalía en el motor	Motor	Sí	
P0301	Función del inyector (sin inyección) 1	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0302	Función del inyector (sin inyección) 2	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0303	Función del inyector (sin inyección) 3	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0304	Función del inyector (sin inyección) 4	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P0335	Sin entrada de impulsos de velocidad	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de posición del cigüeñal	Sí	
P0336	Número irregular de impulsos de velocidad	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de posición del cigüeñal	Sí	
P0340	Sin entrada de impulsos G	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de identificación del cilindro	Sí	
P0341	Anomalía en el número de impulsos del sensor de identificación del cilindro	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de identificación del cilindro	Sí	
P0405	Sensor de levantamiento de EGR - bajo	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Válvula EGR	No	
P0406	Sensor de levantamiento de EGR - alto	Detección de un circuito abierto (cortocircuito en +B, cortocircuito a masa, circuito abierto)	Válvula EGR	No	
P0502	Anomalía en la velocidad del vehículo - baja	Avería en el sistema de impulsos	Sensor de velocidad del vehículo	Sí	
P0628	Anormalidad del sistema de activación de la SCV	Anomalía en el sistema de control de presión del combustible	Bomba de suministro	Sí	
P0629	Cortocircuito en +B del la SCV	Anomalía en el sistema de control de presión del combustible	Bomba de suministro	Sí	
P0638	Válvula de admisión de la mariposa bloqueada	Avería en el actuador	Mariposa de control electrónico	Sí	
P1272	Anomalía en la válvula abierta P/L	Anomalía en el sistema de control de presión del combustible	Rampa	Sí	
P1273	Diagnóstico de anomalía en la bomba simple	Anomalía en el sistema de control de presión de combustible	Bomba de suministro	Sí	En caso de que el vehículo pierda gas, se detectará el DTC "P1273" cuando se vuelva a poner en marcha. Cuando aparece el DTC "P1273", el usuario debe comprobar si hay o no gasolina en el vehículo. No sustituya el conjunto de la bomba si se ha comprobado que el vehículo tiene una fuga de gas. Extraiga el aire del combustible y borre el código utilizando la herramienta de diagnóstico MITSUBISHI MUT III.

P1274	Tapón de llenado protector de la bomba	Anomalía en el sistema de control de la presión del combustible	Bomba de suministro	Sí	
P1275	Tapón de llenado de intercambio de la bomba	Anomalía en el sistema de control de la presión del combustible	Bomba de suministro	Sí	
P1625	Anomalía en datos QR	ECU del motor	ECU del motor	Sí	
P1626	Fallo de datos QR al escribir una avería	ECU del motor	ECU del motor	Sí	
P2146	Circuito abierto en el sistema común 1	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector, mazo de cables o ECU del motor	Sí	
P2147	Cortocircuito a masa en el sistema de activación de COM1 TWV	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector, mazo de cables o ECU del motor	Sí	
P2148	Cortocircuito en +B del sistema de activación de COM1 TWV	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector, mazo de cables o ECU del motor	Sí	
P2149	Circuito abierto del sistema común 2	Anomalía en el funcionamiento del inyector	Inyector	Sí	
P2413	Anomalía en la retroalimentación de EGR	Avería en el actuador	Válvula EGR	No	

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4.13.4 Acción realizada cuando se activa el DTC.

- Monitorear la señal de retroalimentación que indica el fallo.
- Se enciende la luz indicadora de malfuncionamiento (MIL).
- El ECM registra las condiciones de funcionamiento en el momento del diagnóstico de la falla. Esta información se almacena en el cuadro de datos congelados y en el búfer de almacenamiento de fallas.
- Se almacena un DTC.

4.13.5 Condiciones para borrar un MIL/DTC.

- La MIL se apagará, luego de cuatro ciclos de encendido consecutivos, en los cuales no se verifique una falla.
- El DTC se borrará de la memoria, luego de 40 ciclos consecutivos de calentamiento del motor sin una falla.
- Los DTC(s), pueden ser borrados usando el escáner.
- Desconectando la alimentación de la batería al ECM por más de 10 segundos.

Tabla 4.10. Procedimientos para la solución de fallas.

Parte Inspeccionada	Síntoma (No: Comprobar Prioridad)						Metodo de Inspección	Criterios de Valoración	Solución
	Cantidad de rebose anormal		Rendimiento de la descarga anormal	Presión de la alimentación con presión anormal		Alimentación sin presión a alta velocidad anormal			
	Flujo excesivo	Flujo insuficiente		Descarga insuficiente	Descarga insuficiente				
Conjunto de la Bomba	1	1	1	1	1	1	Compruebe si hay fugas de combustible al exterior.	Fuga (consulte la nota de abajo).	Sustituya la parte de la fuga.
							Mida la resistencia entre los terminales de la SCV.	No es la estándar (consulte el valor estándar en la tabla de valores estándar).	Sustituya la SCV.
SCV			2	2			Extraiga la SCV y compruebe.	Materia externa en el puerto de la válvula.	Sustituya la SCV.
			2		2	2		El terminal está anormalmente gastado o quemado (inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya la SCV.
								La junta tórica está cortada.	Sustituya la junta tórica
								La junta tórica está cortada.	Sustituya la junta tórica
Filtro de la Bomba	6	6		6			Extraiga el filtro y compruebe.	Materia externa atascada.	Limpie o sustituya.
			4					El filtro está roto.	Cambie el filtro.
Válvula Reguladora	4	5		5	4		Retire la válvula de regulación y compruebe.	La válvula hace ruido cuando se agitan.	Sustituya.
	1		3			4			La válvula no se mueve incluso cuando se presiona el pistón.
Bomba de Alimentación		5	4		4		Extraiga la bomba de alimentación y compruebe.	El rotor está anormalmente gastado. (Inspección visual: consulte muestras de cotas).	Sustituya.
								La cubierta y la placa están anormalmente gastadas. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya.
								La chaveta está anormalmente gastada. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya.
Elemento							Extraiga el elemento y compruebe.	La superficie de deslizamiento del émbolo está quemada. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya el kit del elemento.
								El cilindro está agrietado. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya el kit del elemento.
			3		3		Bombear el émbolo	El émbolo esta resquebrajado. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya.
								El émbolo está suelto y no retorna.	Sustituya el kit del elemento.
Alojamiento de la Bomba	3						Inspeccione el interior del alojamiento.	El puerto de rebose está atascado con materias externas.	Sustituya la junta tórica
	2							El orificio de la cámara de la leva está atascado con materias externas.	Sustituya la junta tórica
					3	3		El orificio cero está atascado con materias externas.	Sustituya la junta tórica
Anillo de Leva				7			Extraiga y compruebe.	El casquillo está anormalmente gastado o quemado. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya (sustituya también la pareja).
								La superficie de deslizamiento del émbolo está anormalmente gastada o quemada. (Inspección visual: consulte las muestras de cotas).	Sustituya (sustituya también la pareja).

NOTA:
Si hay fugas de combustible en el sello de aceite, comprobar visualmente el sello de aceite y resalte del eje para el desgaste. (Vea el ejemplo de límite.)

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

4.13.6 Diagramas de conexiones externas de la ECU del motor.

En la siguiente gráfica se muestra el diagrama de conexiones aplicado al modelo 4D56.

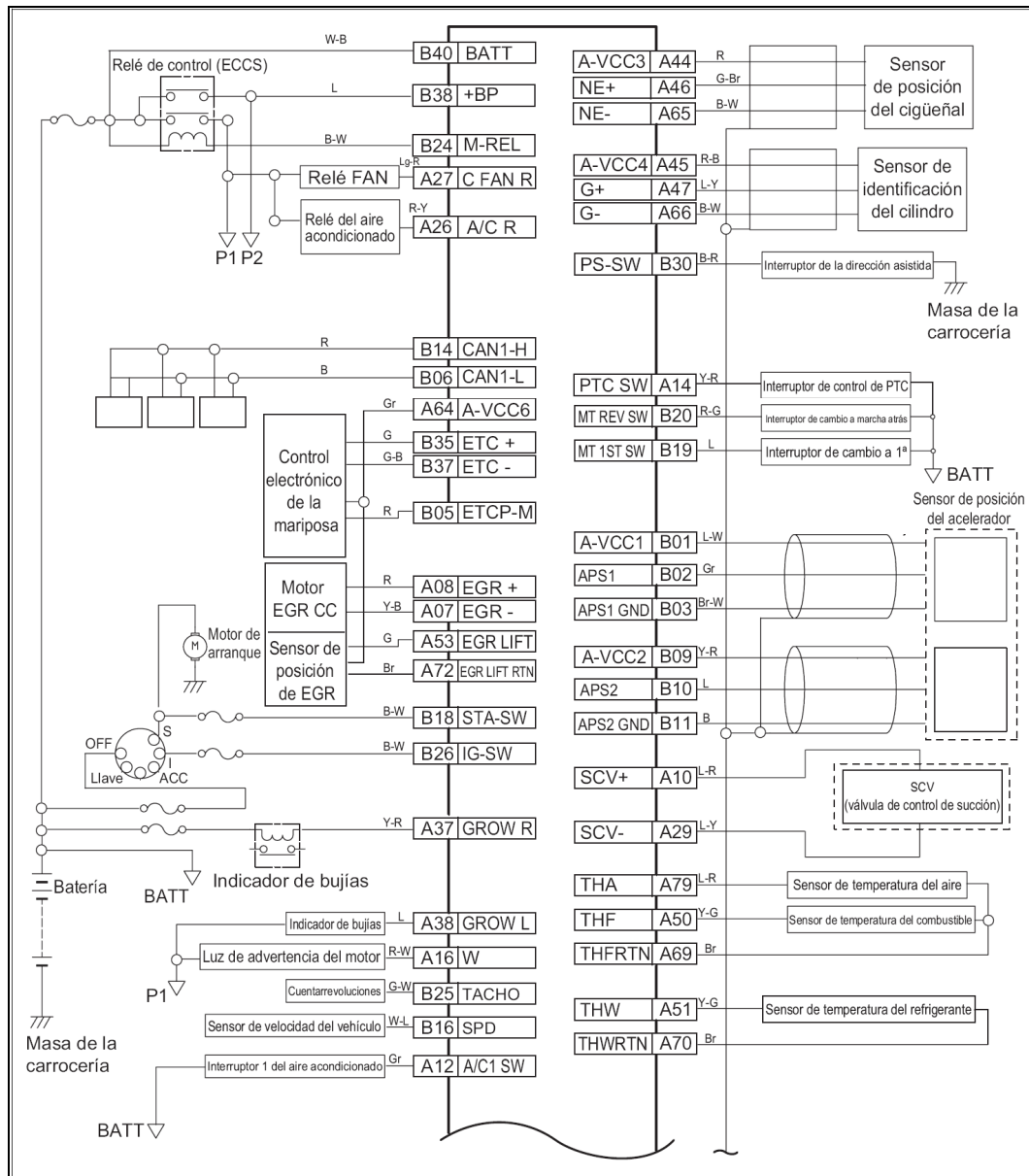


Figura 4.83. Diagrama de conexiones externas de la ECU del motor.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

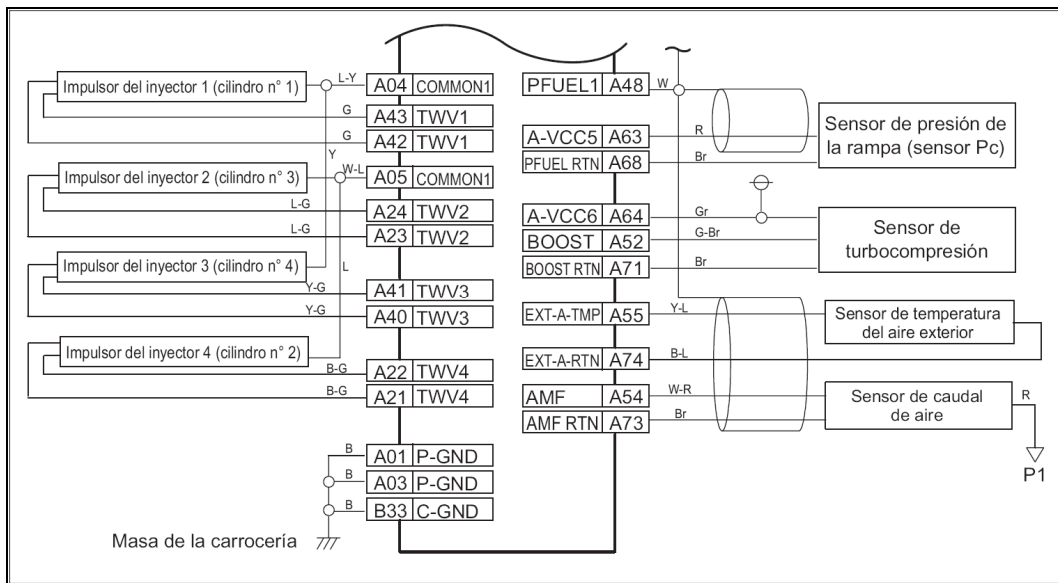


Figura 4.84. Diagrama de conexiones de la ECU.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

A continuación se muestra los diagramas de los conectores de la ECU del motor del sistema de inyección common rail, necesarios para realizar las pruebas de detección de Fallas:

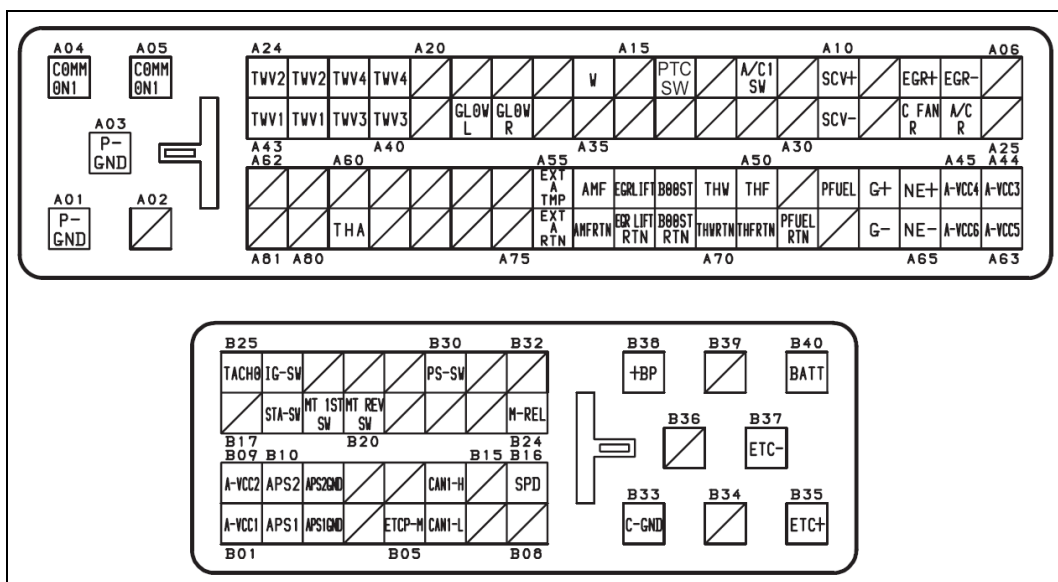


Figura 4.85. Diagrama de conectores de la ECU del motor.

Fuente. Sistema common rail HP3 funcionamiento, denso

CAPÍTULO 5

5. MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. RECURSOS HUMANOS

Sr. Ingeniero Tutor.

Sres. Autores.

Sres. Colaboradores de Investigación.

Técnicos de los Talleres de la Provincia de Pichincha.

5.2. RECURSOS ECONÓMICOS.

Tabla 5.1. Presupuesto de adecuación y operación.

MATERIAL	VALOR
Fuentes Bibliográficas	\$ 70.00
Impresiones	\$ 80.00
Empastado	\$ 50.00
Alquiler Equipo Taller	\$ 50.00
Asesoramiento Técnico	\$ 50.00
Movilización	\$ 160.00
Total	\$ 460.00

Fuente: Jaya– Tugumbango.

5.3. CONCLUSIONES.

- Las fallas más cotidianas en el sistema de combustible del vehículo son producto del combustible de mala calidad, presencia de agua en el mismo y por falta de un mantenimiento periódico pudiéndose visualizar en la capa tenue de óxido presente en la partes desarmadas.
- La utilización de instrumentos automotrices como multímetro, escáner, y osciloscopio ayudan significativamente al técnico en la detección de fallas o averías en el sistema de combustible de un vehículo tales como presión en el riel de inyección deficiente o mal funcionamiento de electroválvulas.
- Para la reparación y calibración de una bomba de inyección diesel tipo HP3 utilizada en la camioneta Mitsubishi L200 es necesario maquinaria y herramienta especial como el que hemos registrado en la presente memoria, para evitar el posible daño en alguno de sus elementos al ser todos ellos de sumo precisión.
- Para la reparación de una bomba de inyección diesel tipo HP3 se comenzará por el diagnóstico en la misma maquinaria, luego cuando se ha determinado mediante las correspondientes pruebas de diagnóstico en un banco de pruebas que la bomba de inyección no funciona correctamente, deberá procederse a determinar cuál es el elemento, defectuoso y proceder posteriormente a su, sustitución o reglaje.
- Para el técnico automotriz contar con una guía de procedimientos para la detección de averías en el sistema de combustible de la camioneta Mitsubishi L200 es una gran herramienta, ya que le ayuda a optimizar el tiempo en la detección de averías dicho sistema.

5.4. RECOMENDACIONES

- Para que un técnico sea capaz de reparar y calibrar el sistema de inyección de combustible de un vehículo, es recomendable el diagnóstico en bancos de prueba para inyectores y bombas de inyección.
- Se recomienda que todo taller automotriz debe contar con otros instrumentos automotrices como son multímetro, escáner, y osciloscopio, pues facilitan notablemente al técnico la detección de fallas o averías en el sistema de combustible de un vehículo.
- Los técnicos automotrices siempre deberían contar tablas de calibración y seguir el procedimiento recomendado por el fabricante así como una guía de procedimientos para la detección de averías en los diferentes sistemas del vehículo pues ayudan a optimizar tiempos en la detección de fallas o averías.
- Se recomienda el uso de combustible sea de la calidad recomendada por el fabricante así como el uso de filtros y separadores de agua lo que proporcionara que la vida útil del sistema de inyección de combustible se extienda al máximo.

BIBLIOGRAFÍA.

- AGUDELO, J. (2006). *Caracterización de la combustión en un motor diesel*. Colombia: CEAC.
- ALONSO, J. M. (2001). *Sistemas de inyección de combustible en los motores diesel*. Madrid, España: Paraninfo.
- BOSCH. (2005). *Sistema de inyección diesel por acumulador*. Alemania: Robert Bosch GMBH.
- CASTRO, M. (2002). *Gestión electrónica de la inyección diesel*. Barcelona, España: CEAC.
- DENSO . (2005). *Service manual common rail system HP3*. Thailandia: Denso Corporation.
- DENSO. (2007). *Diesel injection pump engine 4M41*. Japan: Denso corporation.
- DIESEL KIKI. (1981). *Injection pump model VE construction and operation*. Tokyo, Japan: Denso.
- FIAT ALLIS. (1988). *Injection pump service manual*. Italy: Fiat.
- MILLARES, J. (1986). *Motor diesel inyección y combustión*. Barcelona, España: CEAC.
- RALFT, W. (2004). *Sistema de inyección diesel por acumulador*. Alemania: Robert Bosch.