



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

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA
INYECCIÓN CRDI DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX”**

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

AUTOR:

ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN

Guayaquil, Abril del 2017

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Juan Castro.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INYECCIÓN CRDI DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX”**, realizado por el estudiante: **ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional.

Guayaquil, Abril 2017



Ing. Juan Castro.

Director de Proyecto.

INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Yo, **ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN**

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: **“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INYECCIÓN CRDI DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

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

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

Guayaquil, Abril 2017.



ALEX GARÓFALO GUZMÁN

C.I. 0202307799

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE PRESIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INYECCIÓN CRDI DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Abril 2017.



ALEX GARÓFALO GUZMÁN

C.I. 0202307799

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
RESUMEN GENERAL	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema.....	1
1.2. Ubicación del problema.....	1
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Sistematización del problema.....	2
1.5. Objetivos de investigación.....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.6.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Alcance.....	3
1.7. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.8. Hipótesis.....	4
1.9. Variables de hipótesis.....	4
1.10. Operacionalización de las variables.....	5
CAPÍTULO II.....	6

MARCO TEORICO	6
2.1. Sistemas CRDI	6
2.2. Sistema de alimentacion common Rail	8
2.3. Presion en el Riel.....	18
2.4. Cañerías.....	21
2.4.1. Cañerías de baja presión.....	23
2.4.2. Cañerías Rígidass.....	23
2.5. Variacion de presión en el sistema de inyección CRDI	24
2.6. Escanér	26
2.7. G-Scan 2	27
CAPÍTULO III.....	28
COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS.....	28
3.1. Sistemas de seguridad	28
3.2. herramienta utilizada en la prueba.....	30
3.3. Obtención de datos de la presión del riel	32
CAPÍTULO IV.....	36
ANÁLISIS DE RESULTADOS	36
4.1. Análisis del resultado del vehículo.	36
4.2. Estado actual del vehículo	43
CAPÍTULO V.....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. Conclusiones	44
5.2. Recomendaciones	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47
GLOSARIO	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional de Ecuador Extensión Guayaquil	2
Figura 2. Hyundai Terracan.....	7
Figura 3. Sistema de inyección CRDI.....	9
Figura 4 Actuator bajo presión IMV.....	10
Figura 5. Cañerías de alta y baja presión.	11
Figura 6. Rampa de inyección.....	11
Figura 7. Rampa de inyección.....	12
Figura 8. Limitador de presión.....	13
Figura 9. Sensor de presión	14
Figura 10. Amortiguador de flujo	14
Figura 11. Válvula de descarga de presión	15
Figura 12. Circuito de alta y baja presión.	16
Figura 13. Bomba de alta presión.	16
Figura 14. Riel común.	17
Figura 15. Riel.....	18
Figura 16 . Presión de transferencia	19
Figura 17. Curva de presión máxima.	19
Figura 18. IMV	20
Figura 19. Cañerías de baja presión.	21
Figura 20. Cañerías de alta presión	22
Figura 21. Cañerías de baja presión.	23
Figura 22. Cañerías rígidas.	24
Figura 23. Curva de presión.....	25
Figura 24. Escaner.....	27
Figura 25. G-Scan 2.....	27
Figura 26. G-Scan 2.....	30

Figura 27. Pantalla G-Scan 2.	32
Figura 28. Pantalla G-Scan 2.	33
Figura 29. Pantalla G-Scan 2.	33
Figura 30. Pantalla G-Scan 2.	34
Figura 31. Pantalla G-Scan 2.	34
Figura 32. Pantalla G-Scan 2.	35
Figura 33. Pantalla G-Scan 2.	35
Figura 34. Posición del acelerador	36
Figura 35. Curva de presión dada por el fabricante.....	37
Figura 36. Comparación curva obtenida con la dada por el fabricante	38
Figura 37. Forma de la onda a 800 RPM..	39
Figura 38. Forma de la onda a 1800 RPM.	39
Figura 39. Forma de la onda a 3000 RPM.	40
Figura 40. Curva de presión dada por el fabricante.....	41
Figura 41. Comparación de curva obtenida con un inyector desconectado.....	41
Figura 42. Forma de la onda con un inyector desconectado	42
Figura 43. Forma de la onda a 800 RPM funcionando todos los inyectores	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente.	5
Tabla 2. Año y kilometraje del vehiculo.	8
Tabla 3. Especificaciones motor J3.	25
Tabla 4. Presión vs. RPM.	25
Tabla 5. Resultados obtenidos del motor	37
Tabla 6. Resultados obtenidos inyector desconectado.	40

DEDICATORIA

De manera muy especial quiero dedicar este logro a mis padres quienes siempre han estado conmigo a lo largo de mi formación dándome palabras de aliento para que siga adelante y jamás me rinda ante cualquier adversidad que se me presente, por su apoyo, por sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí, para que este sueño se transformara en realidad.

A mi hermano, familiares y amigos que han estado apoyándome para llegar a culminar mi carrera.

A todos mis profesores de la Universidad Internacional Del Ecuador quienes me ayudaron a formarme como profesional y me dieron su voto de confianza para poder cumplir mis metas.

ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por permitir que mi sueño se convierta en una realidad, a mi madre quien siempre ha estado conmigo apoyándome a lo largo de toda mi formación además de un apoyo incondicional, quiero agradecer a mi director de carrera el Ing. Edwin Puente por su apoyo y total amistad desde los inicios de mi carrera de Ingeniería Automotriz, también manifestar mis agradecimientos a todos los docentes que tuve la oportunidad de compartir en un salón de clases en general a todas las personas que de una u otra forma han aportado su granito de arena para que pueda llegar a la culminación de la carrera

Un agradecimiento muy especial a mi tutor, el Ing. Juan Castro por orientarme al buen crecimiento y éxito de este proyecto.

ALEX ROLANDO GARÓFALO GUZMÁN

RESUMEN GENERAL

En la facultad de Ingeniería Automotriz, extensión Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador, se procedió a realizar el análisis completo de la variación de presión del sistema CRDI del Hyundai Terracan.

Previamente el estudiante deberá conocer y estudiar la evolución de los distintos tipos de sistema de inyección diésel desde los más viejos hasta los más modernos para poder entender y posteriormente trabajar en el actual sistema CRDI de tipo Delphi del vehículo Hyundai Terracan.

En este estudio de la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible del motor J3 de Hyundai Terracan. Se realiza un funcionamiento de todo el sistema para hacer un análisis de la variación de presión con ayuda de equipos electrónicos para así poder sacar tablas comparativas y tener datos claros de la variación de presión a diferentes rangos de trabajo del motor.

La propuesta es demostrar la variación de presión en el sistema CRDI a diferentes rangos de trabajo del motor.

En este estudio cabe notar que se trabajó con los más altos estándares de seguridad.

ABSTRACT

At the Faculty of Automotive Engineering, Guayaquil extension of the International University of Ecuador, the complete analysis of the pressure variation of the Hyundai Terracan CRDI system was carried out.

Previously the student must know and study the evolution of the different types of diesel injection system from the oldest to the most modern to be able to understand and later work in the current Delphi CRDI system of the Hyundai Terracan vehicle.

In this study of the Hyundai Terracan J3 engine injection pressure variation. A system-wide operation is performed to perform a pressure variation analysis with the help of electronic equipment in order to be able to draw comparative tables and to have clear data of the variation of pressure to different working ranges of the engine.

The proposal is to demonstrate the pressure variation in the CRDI system at different engine working ranges.

In this study it should be noted that we worked with the highest safety standards.

INTRODUCCIÓN

El sistema common rail es un sistema eléctrico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa en el que el gasóleo es aspirado directamente del depósito de combustible a una bomba de alta presión, y esta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y a alta presión desde cada uno de ellos a su cilindro.

La mayoría de los vehículos hoy en la actualidad están saliendo con este sistema CRDI ya que este permite reducir los índices de contaminación y nos brinda un mejor desempeño del vehículo teniendo así un mejor confort al momento de conducir.

Este sistema de inyección Common Rail ha sido diseñado para obtener una reducción de ruido, reducción de las emisiones contaminantes, reducción del consumo de combustible y un aumento de las prestaciones.

El ruido del combustible resulta del aumento rápido de la presión en el cilindro, este aumento de presión se debe a una inflamación brutal de la mezcla aire/combustible.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.

1.1. Definición del problema.

El análisis se centra en la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible del motor J3 del Hyundai Terracan GL EX en la que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de presión de funcionamiento del mismo, realizando las distintas pruebas de presión para poder interpretar y analizar la funcionalidad del sistema de inyección.

El desarrollo de este tipo de prácticas en los estudiantes les permitirá obtener mucha más experiencia en el campo a desempeñarse, lo que les va a ayudar en su formación profesional, dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. El trabajo es un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

1.2. Ubicación del problema.

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil. Fig. 1.



Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional de Ecuador Extensión Guayaquil

Fuente: Google Maps (Google)

Editado por: Alex Garófalo.

1.3. Formulación del problema.

¿Es viable analizar la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible del motor J3 del Hyundai Terracan GL EX para evaluar mediante guías prácticas su funcionamiento?

1.4. Sistematización del problema.

- ¿Cuál es la influencia del desarrollo de este trabajo a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil?
- ¿Qué rangos pueden ser medidos en la variación de presión?
- ¿Qué instrumentos electrónicos se utilizarán para el desarrollo del trabajo?

- ¿Cómo se desarrollará la prueba para la medición de presión en el riel de inyección?

1.5. Objetivos de investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Analizar las presiones de funcionamiento de la inyección de combustible del motor J3 el cual será un sistema Delphi de Hyundai Terracan GL EX para evaluar la variación de presión y funcionamiento de este tipo de sistema dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2017.

1.6.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible del Hyundai Terracan a distintos regímenes del motor.
- Comprobar mediante equipos electrónicos la variación de presión del sistema realizando pruebas a diferentes rangos de trabajo del motor.
- Comparar mediante tablas de análisis los resultados de la variación de presión del sistema CRDI.

1.6. Alcance.

El alcance de este estudio es que seamos capaces de realizar análisis la variación presión en el sistema de inyección diesel CRDI y así darnos cuenta cuanto es la variación en el mismo.

1.7. Justificación e importancia de la investigación.

Nos basamos en conceptos teóricos porque el trabajo se fundamenta en la investigación de temas relacionados al sistema, debido que muchos de los lectores del mismo desconocerán de términos ligados a la mecánica automotriz y es con ellos que se debe trabajar para profundizar la investigación.

Es necesario considerar la opinión de expertos para en base a sus perspectivas también desarrollar la propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación así como los instrumentos en donde se recolecta la información.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se plasma, puesto que es la ayuda de todo proyecto, es necesario saber sobre las opiniones de personas que hicieron pruebas de resultados especificados en alguna prueba realizada. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

El análisis de la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible del motor J3 del Hyundai Terracan GL EX ayudará a evaluar la variación de presión del funcionamiento del sistema a distintos regímenes, ya que es necesario conocer sobre las presiones de un sistema Delphi para realizar las pruebas necesarias para analizar la variación de presión.

1.8. Hipótesis.

El análisis de la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible de un motor CRDI nos ayuda al estudio de la verificación de las variaciones de presión.

1.9. Variables de hipótesis.

Variable independiente: Análisis de la variación de presión de funcionamiento de la inyección de combustible CRDI.

Variable dependiente: Sistema Delphi CRDI del motor J3 de Hyundai Terracan GL EX.

1.10. Operacionalización de las variables.

En la tabla.1 Muestra las variables dependientes y variables independientes que tendremos presentes.

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente.

Variable	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores
Sistema Delphi CRDI del motor J3 de Hyundai Terracan GL EX	Dependiente	Adquisición de un motor CRDI de hyundai terracan	100% adquirida
		Análisis de la variación de presión en el sistema CRDI	100% análisis
Análisis de la variación de presión de funcionamiento de la inyeccion CRDI	Independiente	Ejecución del análisis de la pérdida de presión	Adoptar equipos establecidos y normalizados
		Construcción de tablas comparativas de pérdida de presión	100% análisis

Fuente: Alex Garofalo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema CRDI (Common Rail Diesel Injection).

Dado que este trabajo se centra en la variación de presión del sistema de inyección CRDI (Common Rail Diesel Injection) del motor J3 del vehículo Hyundai Terracan a través del escáner G-Scan 2. Debido a los avances tecnológicos en el segmento automotriz, es importante que todo profesional camine en paralelo al desarrollo del mismo.

Hyundai Terracan es un automóvil todo terreno producido por la marca coreana Hyundai Motor Company. Estuvo a la venta entre los años 2000 – 2006.

El Hyundai Terracan con motor turbo diesel de cuatro cilindros, de 2.9 L, dotado de la más avanzada tecnología para este tipo de propulsores el sistema de inyección directa o CRDI, Common Rail Diesel Injection, por sus siglas en inglés, desarrollado por Delphi. Brinda una potencia máxima de 150 a 163 CV a 3.800 rpm.

Por otra parte, el motor 2.9 CRDI es a su vez uno de los propulsores diesel que menos contaminan del mercado. Esto se ha conseguido gracias a la tecnología Common Rail, que permite un mayor aprovechamiento del combustible, al sistema EGR de recirculación de los gases de escape, al catalizador de tres vías similar al que se emplea en los coches de gasolina y a una refinada tecnología desarrollada para mejorar la combustión. De esta manera, el motor 2.9 CRDI supera la normativa Euro 3.

En los últimos años los motores Diesel han evolucionado hasta convertirse en la alternativa más eficiente para aplicaciones de automoción. Este hecho se ve reflejado en el crecimiento continuo de las ventas de vehículos equipados con dicho motor. Esta evolución ha venido dada por varios factores:

- En primer lugar los avances en el control electrónico y los nuevos sistemas de inyección han permitido la incorporación de la inyección directa a motores diésel cada vez más pequeña. Esto junto con las innovaciones en los sistemas de sobrealimentación, EGR, etc. Han permitido una mejora espectacular respecto a los motores Diesel de hace apenas una década.
- La presión del mercado es cada vez más exigente con los fabricantes, obligándoles a producir vehículos con menor consumo y mayores prestaciones, fiabilidad y durabilidad.
- En la figura. 2 se muestra el vehículo Hyundai Terracan en el cual se realiza las pruebas de variación de presión en el sistema de inyección CRDI (Common Rail Diésel Injection).



Figura 2. Hyundai Terracan.
Fuente: Alex Garófalo.

- La tabla 2 nos indica el año del vehículo y kilometraje actual del mismo.

Tabla. 2 Año y kilometraje del vehículo.

AÑO DEL VEHÍCULO.	KILOMETRAJE ACTUAL.
2006	218000

Fuente: Alex Garófalo.

2.2. Sistema de alimentación Common Rail.

El sistema de inyección CRDI representa el futuro de los motores diésel. Su diferencia con la inyección convencional está en que la presión de inyección es independiente de la velocidad del motor. Además funciona con una inyección previa, luego con una inyección principal y en algunos casos, con una inyección posterior, todas ellas dirigidas por una computadora que regula según el tiempo de inyección la cantidad de diésel inyectado directamente al cilindro. La inyección previa sirve para preparar una mejor combustión, menos retardada y por lo tanto, menos ruidosa, la inyección posterior sirve para reducir los contaminantes óxidos nitrosos.

En relación a los sistemas de inyección convencional, el sistema de inyección CRDI permite ajustar con precisión, el caudal inyectado, el avance, la presión de inyección, en función de las necesidades del motor, mejorando de forma el consumo de combustible. En la figura 3 se observa de forma esquemática los componentes del sistema de inyección CRDI.

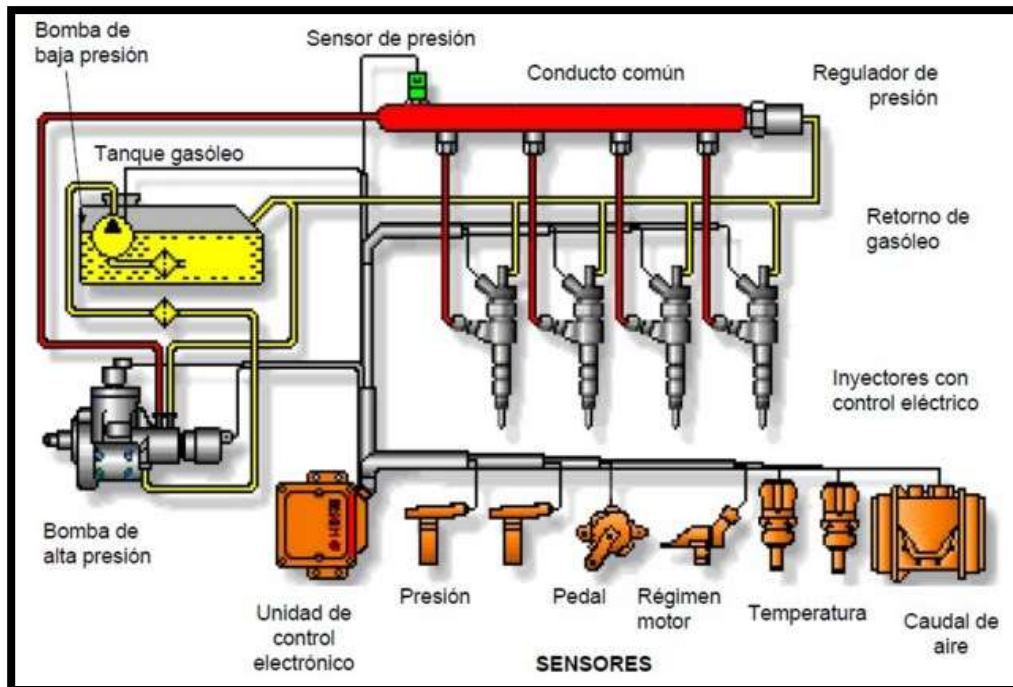


Figura 3. El sistema de inyección CRDI.
Fuente: Manual de servicio, Hyundai Diesel Engine J3,
Editado por: Alex Garófalo

Descripción del sistema:

El sistema de inyección Common Rail se compone de los elementos siguientes:

- Una Bomba de Transferencia dentro del tanque encargada de llevar el combustible desde el tanque a la bomba de alta presión.
- Una Bomba Alta Presión alimentada por carburante desde la presión de transferencia. Suministra a muy alta presión en el raíl.
- Un actuador baja presión llamado IMV como muestra la figura 4 del inglés Inlet Metering Valve. Permite controlar la cantidad de carburante enviado hacia la bomba de alta presión en función de las necesidades del motor.

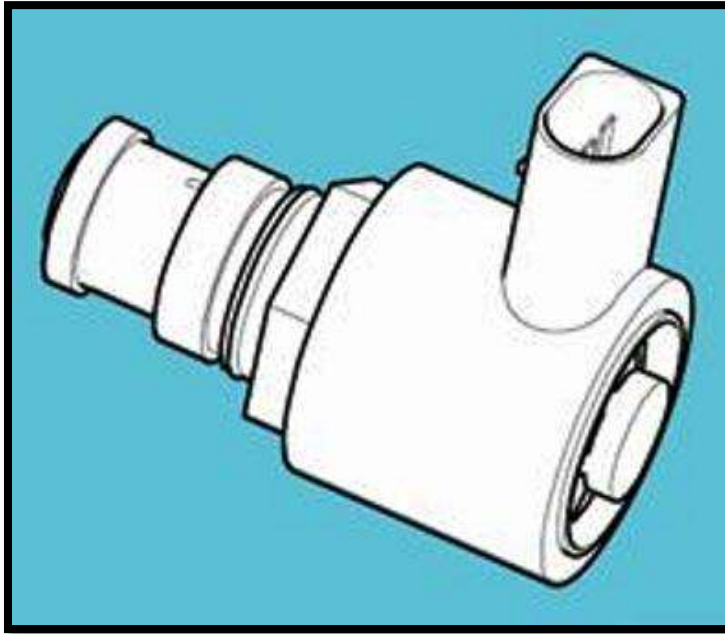


Figura 4. Actuador bajo presión IMV.
Fuente: Manual common rail Delphi
Editado por: Alex Garófalo

- Un riel que constituye una reserva de carburante a presión.
- Inyectores que pulverizan la cantidad deseada de carburante en la cámara de combustión en el instante deseado a una presión desde 200 bar hasta 1500 y 2000 bar al cilindro, según las condiciones de funcionamiento.
- Un Calculador (llamado también ECU: Electronic Control Unit) que controla la inyección (caudal, avance, inyección múltiple) y la presión del riel en función de las condiciones de funcionamiento del motor. El calculador asegura también el control de las funciones anexas tales como la EGR (Recirculación gas de escape), el precalentamiento, el aire acondicionado.

En la figura 5 nos indica las cañerías de alta presión y baja presión dentro del sistema de inyección.

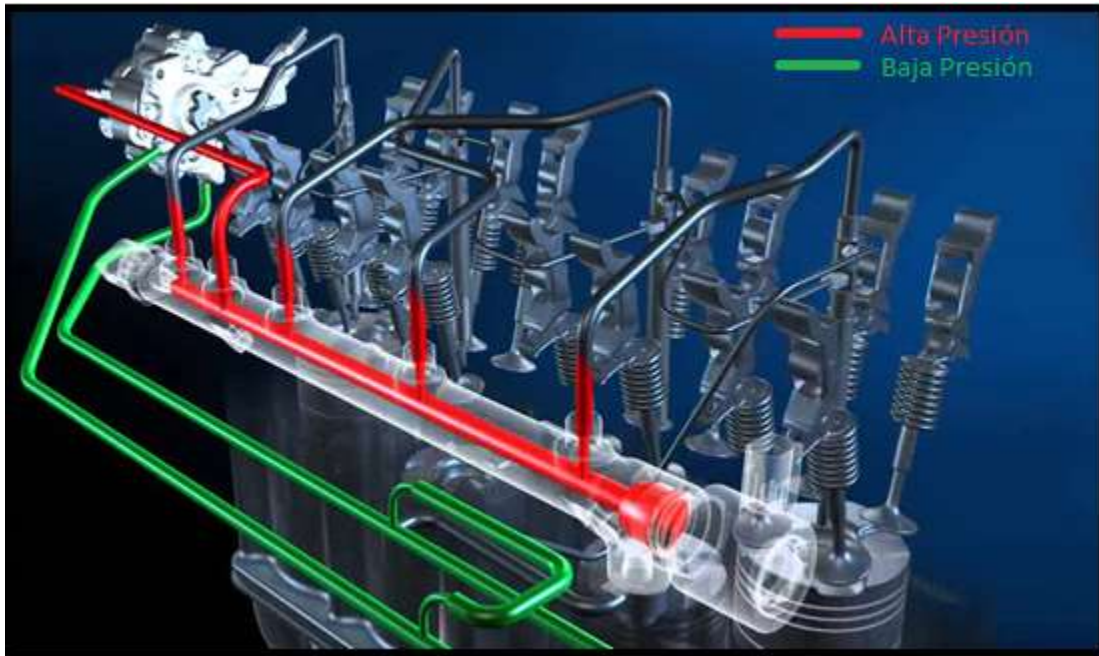


Figura 5. Cañerías de alta y baja presión.
Fuente: Manual de entrenamiento Common Rail
Editado por: Alex Garófalo

La figura 6 nos indica el acumulador de presión (common rail) y sus partes del mismo.

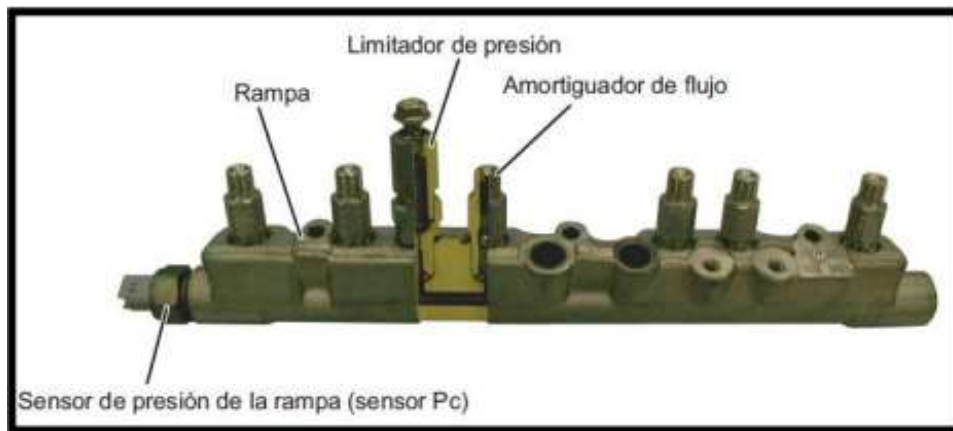


Figura 6. Rampa de inyección.
Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004, p. 43.
Editado por: Alex Garófalo

La rampa o riel es la encargada de la distribución a presión del combustible proporcionado por la bomba de suministro, este tiene que ser entregado a cada inyector equitativamente en la figura 7 muestra como es distribuido el combustible a cada uno de los inyectores.

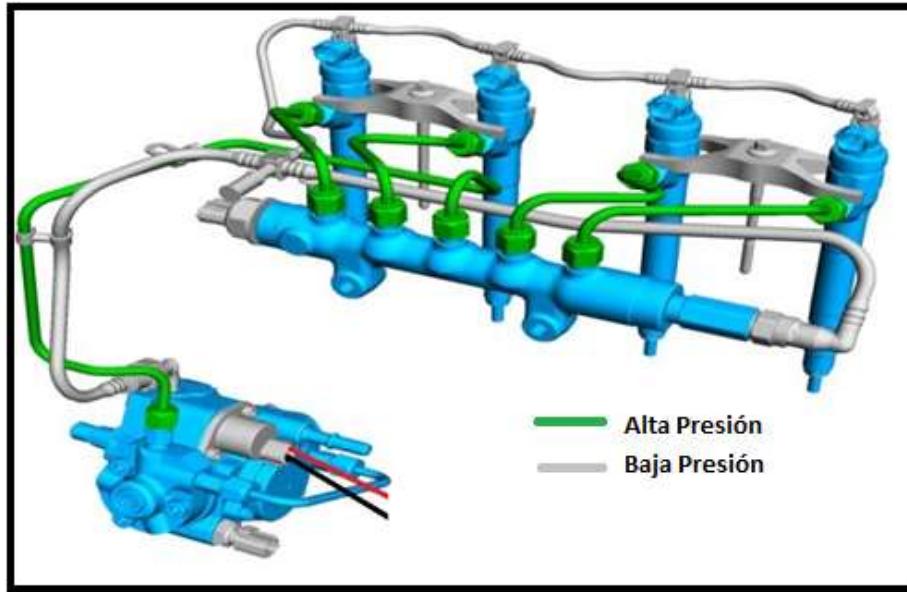


Figura 7. Rampa de inyección.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004.

Editado por: Alex Garófalo

La rampa difiere mucho en su modelo y diseño según el fabricante de cada vehículo pero su función y comportamiento no varía.

Los componentes principales de esta rampa son el limitador de presión, el sensor de presión y en algunos modelos existe también un amortiguador de flujo y la válvula de descarga de presión.

Se estudiará los principales componentes para poder diferenciar sus características y funciones dentro de la rampa de inyectores.

Además la presión de inyección se puede ajustar en un amplio rango de valores de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del motor.

La función principal del limitador de presión dentro de la rampa es evitar la acumulación excesiva de combustible dentro de la misma ayudando aliviar el incremento anormal de presión. Ya que “Las presiones que activan este sistema dependen mucho del modelo de vehículo y aproximadamente va desde los 140-230 MPa para la apertura de la válvula y aproximadamente 30-50 MPa para el cierre de la misma”.

Con estos parámetros se obtiene una referencia tanto de la apertura como el cierre del limitador de presión y esta puede variar dependiendo del fabricante y las presiones con las que se trabaje.

En la figura 8 nos indica el limitador de presión.

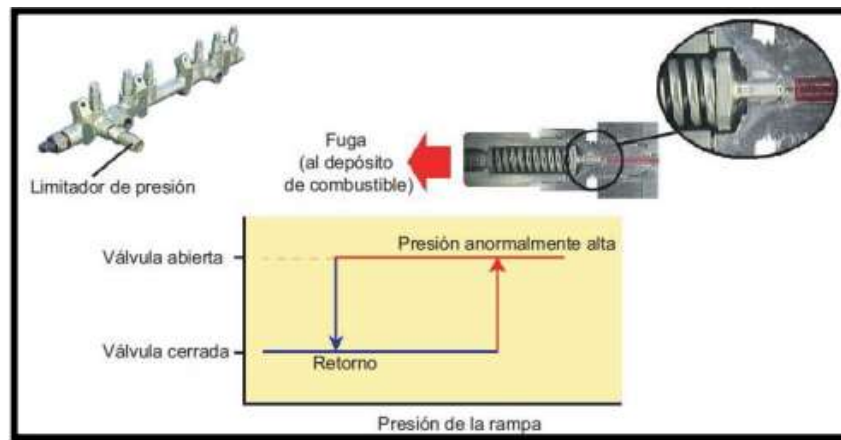


Figura 8. Limitador de presión.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004.

Editado por: Alex Garófalo

En este sistema existe también un sensor de presión interna que es el encargado de detectar la presión existente de combustible dentro de la rampa y envía esta información a la ECU del motor.

Este es un sensor semiconductor que se muestra en la figura. 9 que utiliza el efecto piezoeléctrico de la resistencia eléctrica.

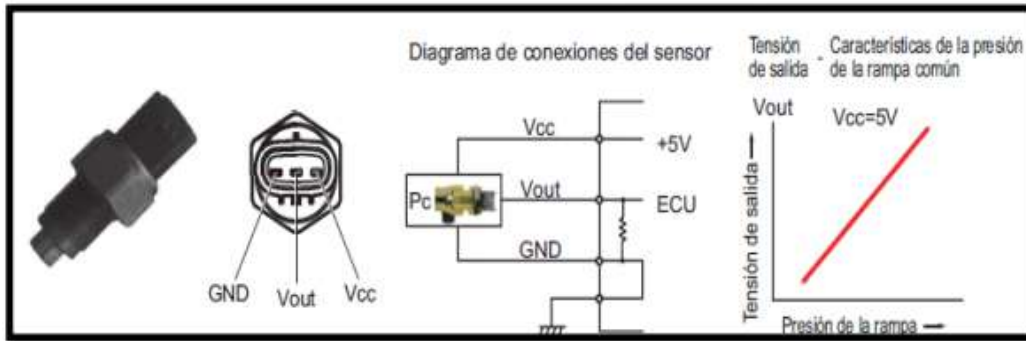


Figura 9. Sensor de presión.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004, p. 44.

Editado por: Alex Garófalo

El amortiguador de flujo tiene por finalidad reducir las pulsaciones de la presión de combustible en la rampa y se encarga de proporcionar el combustible a una presión estabilizada a los inyectores.

Si el combustible fluye en exceso hacia afuera, éste cierra automáticamente el flujo de combustible para evitar el exceso y es muy común ver este tipo de sistema en los vehículos grandes. Tenemos actualmente en el mercado dos tipos de amortiguadores de flujo, del tipo que combina pistón y bola y del tipo de solo pistón

En la figura 10 nos muestra los dos tipos de amortiguadores de flujo con sus respectivas partes.

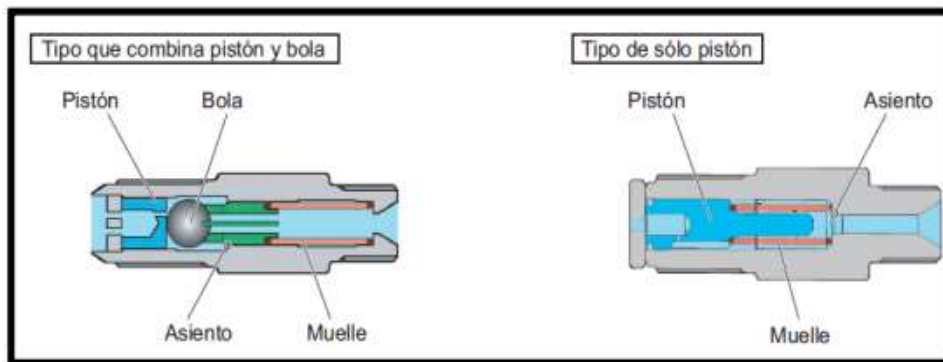


Figura 10. Amortiguador de flujo.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004, p. 45.

Editado por: Alex Garófalo

La válvula de descarga de presión se encarga de controlar la presión existente dentro de la rampa. Cuando la presión interna excede la presión de inyección requerida, o cuando la ECU del motor detecta que la presión del combustible de la rampa excede el valor, se excita la bobina solenoide de la válvula de descarga de presión.

Esta válvula “se abre así el paso de la válvula de descarga presión, permitiendo que el combustible vuelva de nuevo a su depósito y reduciendo la presión del combustible de la rampa hasta la presión deseada”

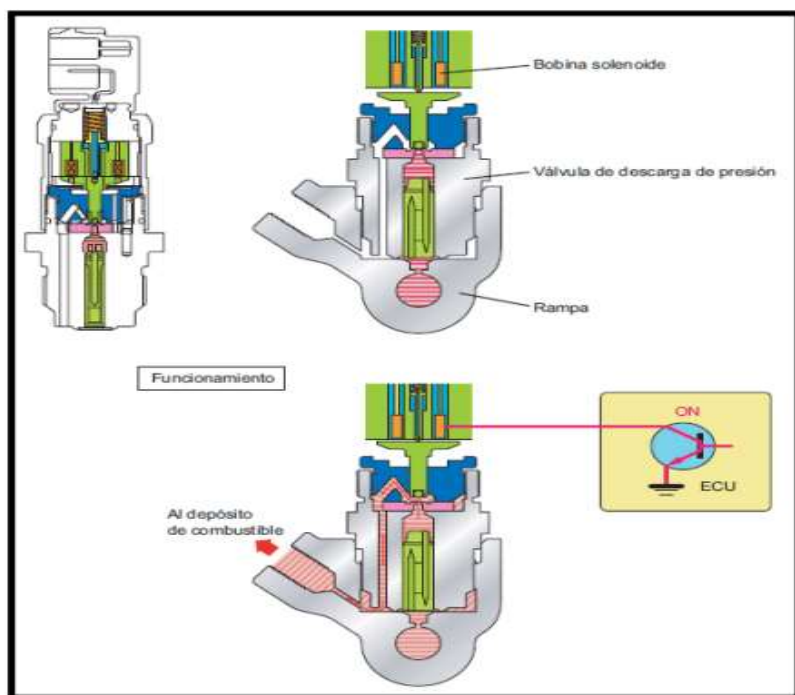


Figura 11. Válvula de descarga de presión.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004, p. 46.

Editado por: Alex Garófalo

Circuito de alta presión y baja presión.

La figura 12 nos muestra el sistema de baja y alta presión en el circuito.

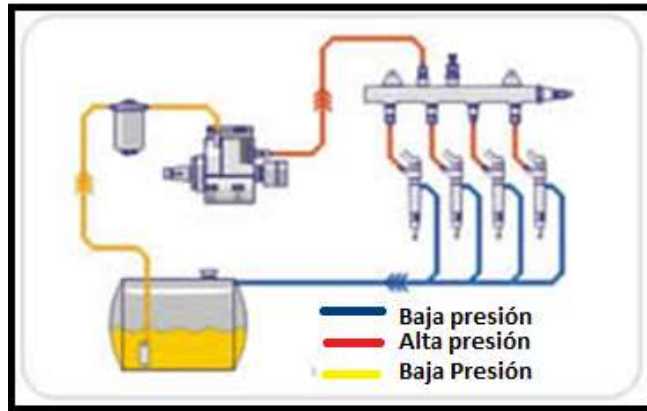


Figura 12. Circuito de alta y baja presión.

Fuente: Manual de servicio y funcionamiento, Denso Corporation, 2004.

Editado por: Alex Garófalo

El circuito de baja presión para línea de retorno tiene dos funciones principales:

- Recibir el flujo de la línea de retorno de la bomba y desviar de vuelta hacia el tanque.
- Recibir el flujo de la línea de retorno del inyector. Esta función es ayudada por un tubo Venturi para crear un vacío en la línea.

Circuito de alta presión.

Se utiliza un circuito de alta presión con una bomba HP que se muestra en la figura. 13 para comprimir el combustible desde el circuito de baja presión hacia el riel a través de una tubería de alta presión.

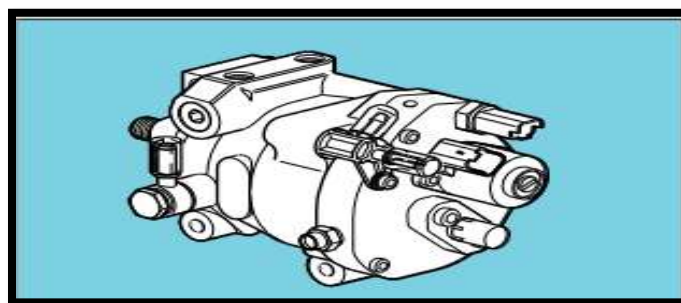


Figura 13. Bomba de alta presión

Fuente: Manual Common Rail Delphi

Editado por: Alex Garófalo.

Un riel para acumular combustible altamente presurizado, conecta a su vez a los inyectores por tuberías de alta presión.

Inyectores controlados electrónicamente (uno por cilindro) los cuales aseguran la introducción de la cantidad requerida de combustible en el momento preciso en los cilindros.

Circuito de alimentación.

Un circuito de baja presión que alimenta al equipo de combustible con combustible filtrado y presurizado.

Riel Común.

En la figura 14 se muestra el riel común componente principal del sistema.



Figura 14. Riel común.

Fuente: Manual de entrenamiento Common Rail

Editado por: Alex Garófalo

El riel es un acumulador de alta presión. El sensor de presión del riel se usa para transmitir hacia el ECM el valor de presión en el riel. Este valor se usa para el cálculo anticipado del caudal y la inyección.

El volumen de alta presión recibido desde la bomba de alta presión a través de una línea de alta presión se almacena en el acumulador también llamado riel común. En la figura. 15 nos indica el riel común seccionado en dos partes.

Riel:

- Masa (vacío) 1,9 kg
- Volumen: 18 cc
- Presión de rotura: > 7.000 bar

Sensor de presión:

- Tipo: sensor de diafragma
- Suministro de voltaje: 5 +/- 0.25V
- Rango del sensor de presión: 0 a 1800 bar
- Presión máxima: 2200 bar
- Presión de explosión: sobre 2500 bar



Figura 15. Rail de combustible.
Fuente: Manual de entrenamiento Common Rail
Editado por: Alex Garófalo.

2.3. Presiones en el riel.

Una válvula de regulación permite mantener la presión de transferencia como muestra la figura. 16 a un valor casi constante en toda la banda de

funcionamiento del motor reenviando una parte del carburante a la entrada de la bomba.

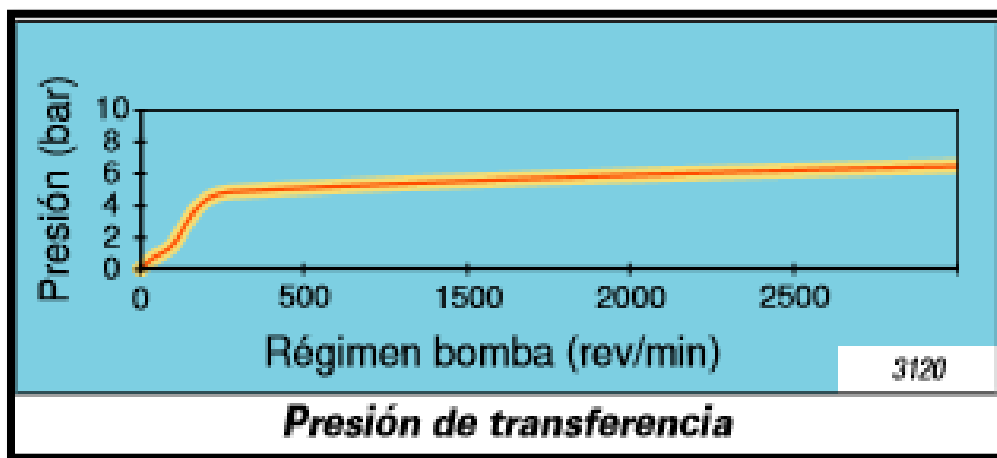


Figura 16. Presión de transferencia.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garófalo.

El tiempo necesario para alcanzar una presión en el riel suficiente para arrancar, depende del volumen del sistema de inyección (definición del riel, longitud de los tubos). El objetivo es poder alcanzar una presión de 200 bares en 1500 RPM.

La figura. 17 muestra la presión del riel en el rango de RPM

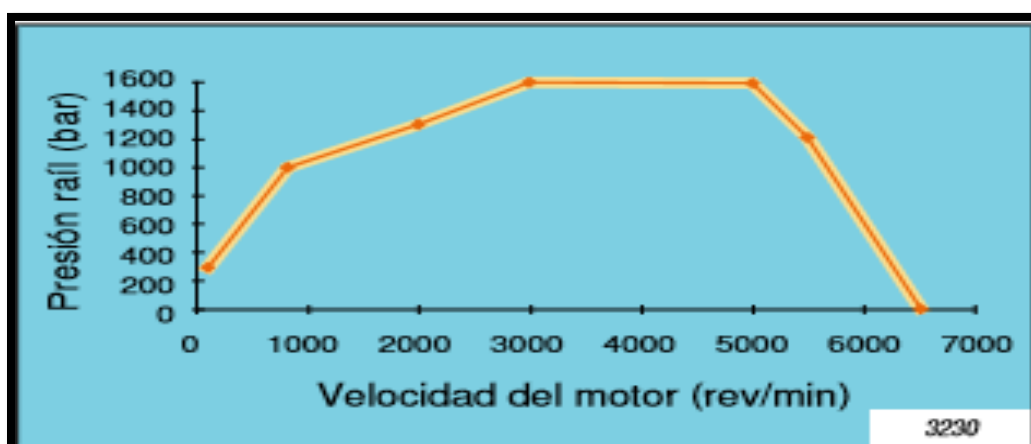


Figura 17. Curva de presión máxima.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garófalo.

IMV (Inlet Metering Valve)

La IMV es controlada en forma electrónica por el ECM el cual decide el nivel de corriente que se va a aplicar a la bobina (en función de la demanda del conductor, demanda de presión y velocidad del motor). Si la demanda del conductor varía, se requieren nuevos valores de entrega de combustible y presión de inyección para la nueva velocidad del motor. Entonces el ECM establece un nuevo valor de corriente de la IMV para mover el área de medición efectiva con el propósito de lograr el requerimiento correcto. Cuando tiene que reducirse la alta presión y la entrega de combustible hacia la “no inyección”, la corriente en la IMV se establece al máximo valor (por el ECM), cayendo la presión cercana a la presión atmosférica para evitar la inyección de combustible nuevo dentro de los elementos de bombeo.

La figura 18 muestra la válvula IMV



Figura 18. IMV.

Fuente: Manual Common Rail Delphi

Editado por: Alex Garófalo.

2.4. Cañerías.

En un motor real no todos los inyectores están a la misma distancia del émbolo correspondiente de la bomba de inyección, pero si se elabora cada tubo con la longitud mínima como muestra la figura 19 estos tendrían diferente longitud, entonces la onda de presión que abre el inyector, llegaría a unos inyectores más rápido que a otros y el comienzo de la inyección sería diferente entre los cilindros, esto evidentemente es indeseable, por lo que en la práctica todos los tubos se construyen de mismo largo que el tubo del cilindro más lejano como algunos tubos tienen curvas "innecesarias" para compensar el exceso de longitud. Estos tubos son de paredes muy gruesas relativas al diámetro exterior del tubo.

Están construidas de acero para soportar las altas presiones dentro del sistema y evitar la expansión durante el trabajo.

Las dimensiones de las cañerías:

- Diámetro externo 6 mm.
- Diámetro interno 2.4 mm.



Figura 19. Cañerías de alta presión.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garofalo.

Cañerías de combustible en la parte de alta presión.

Las cañerías de alta presión deben soportar permanentemente la presión máxima del sistema y las oscilaciones de presión, que se producen durante las pausas de inyección. Por este motivo, las tuberías constan de tubos de acero.

Normalmente presentan un diámetro exterior de 6 mm y un diámetro interior de 2,4 mm. Las diferentes distancias entre el riel y los inyectores se compensan mediante curvaturas más o menos pronunciadas en el correspondiente tendido de las tuberías de inyección. La longitud de tubería es lo más corta posible.

En la figura 20 se muestra una cañería de combustible de alta presión

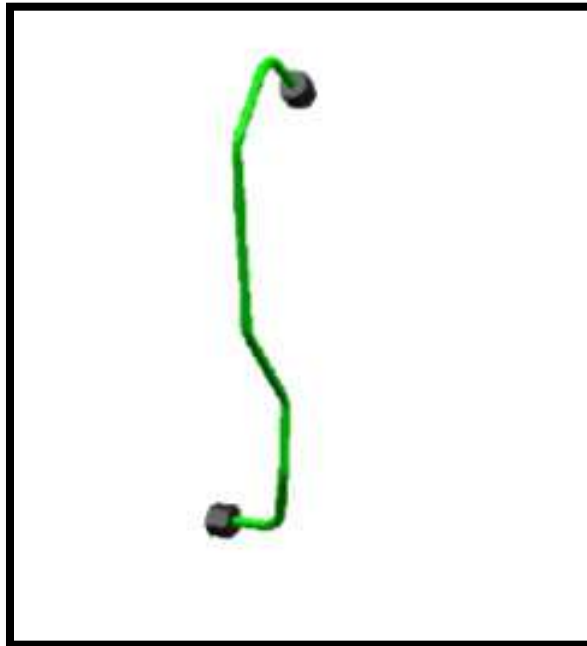


Figura 20. Cañerías de alta presión.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garófalo

2.4.1. Cañerías de baja presión.

Cañerías de baja presión encargadas no solo del traslado sino también de la conexión entre los diferentes sistemas de alimentación, estas cañerías las podemos encontrar en forma rígida y flexible las mismas que son utilizadas dependiendo de la zona en la que se localicen en el vehículo.

En la figura 21 muestra la cañería de baja presión de retorno de combustible al tanque del mismo.

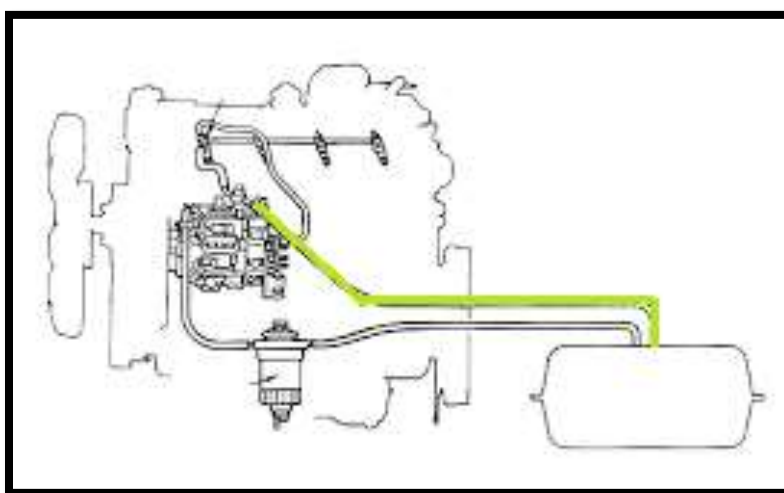


Figura 21. Cañerías de baja presión.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garofalo.

2.4.2. Cañerías rígidas.

Las cañerías rígidas como muestra la figura 22 pueden ser de materiales como: acero al carbono, acero inoxidable y aluminio, las mismas que tienen una forma predeterminada. Son muy resistentes y disipan bien la electricidad estática que se produce en la circulación del combustible, la principal desventaja es que con presencia del agua producen corrosión. Las cañerías flexibles están formadas por un tubo de neopreno o nitrilo envuelto por una malla de fibra y por una camisa de silicón o nylon que resiste muy bien a la abrasión.



Figura 22. Cañerías Rígidas.
Fuente: Manual Common Rail Delphi
Editado por: Alex Garófalo.

2.5. Variación de presión en el sistema de inyección CRDI

El sistema de inyección de 'common rail' permite el control individual del avance de la distribución y del flujo, permitiendo el control perfecto de la combustión cilindro por cilindro. Además, la presión de inyección se puede ajustar en un amplio rango de valores de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del motor:

Cuando está en ralentí y en carga baja, una presión baja de inyección (aproximadamente 200 bares) hace posible que se obtenga una menor tasa de inyección y un ajuste muy preciso de la cantidad de combustible inyectado.

A plena carga, las presiones altas de inyección (de aproximadamente 1400 bares) aseguran atomización muy fina del combustible.

En la tabla 3 tenemos las especificaciones del motor J3 de Hyundai Terracan.

Tabla 3. Especificaciones motor J3

Artículos	Especificaciones	
Depósito de combustible	Capacidad	75L
Bomba de combustible	Tipo	Bomba de alta presión
Filtro de combustible	Tipo	Alta presión
Presión de combustible (en el riel común)	Presión	1600 bar

Fuente: Fuel System (J3TCI-DSL 2.9)
Autor: Alex Garofalo.

Tabla 4. Presiones a distintos rangos de rpm en el riel.

VELOCIDAD DEL VEHÍCULO A 0 Km/h (PARÁMETRO)	UNIDAD	VALORES DADOS
CARGA BAJA Y RALENTÍ (750 RPM)	Bar.	200 Bar.
MEDIA CARGA (1800 RPM)	Bar.	1400 Bar.
PLENA CARGA (3000 RPM)	Bar.	1600 Bar.

Fuente: G-Scan 2
Editado por: Alex Garófalo

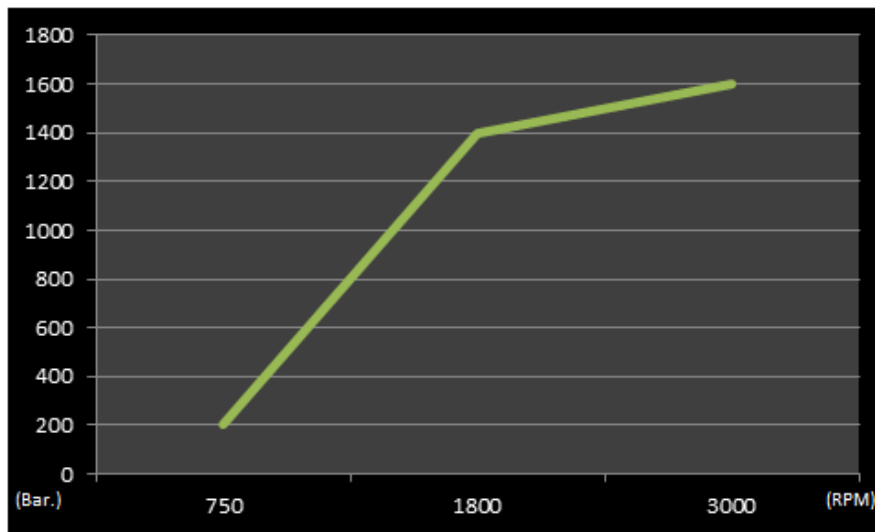


Figura 23. Curva de presión del fabricante.
Autor: Alex Garófalo.

2.6. Escáner

Las computadoras automotrices son dispositivos electrónicos que controlan el funcionamiento del automóvil como muestra la figura 24 se encarga de controlar la inyección, las revoluciones, el tiempo de apertura de los inyectores, monitorearlos sensores del automóvil y envían señales a unos actuadores para que se lleve a cabo la operación correcta.

Universalmente hay un puerto que se conecta como OBDII Onboard Diagnostic, (computadora de diagnósticos a bordo) este sistema es estándar y emite o grava un código único, para cada efecto o fallo que pudiese tener el automóvil. Al ser universal y estándar (no todos los autos lo traen, pero si la mayoría), se le puede conectar un escáner para saber que código de error se precisa en el momento.

Cuando se genera un fallo, se emite un código y se enciende en el tablero la luz "check engine" entonces el automovilista lleva el auto con un mecánico, y revisa el código universal, y de esa manera se interpreta la falla.

Cada fabricante incluye un puerto de comunicación, para la computadora del automóvil, cada fabricante es específico incluye un puerto diferente, mediante este puerto es posible percibir el funcionamiento del motor ya sea funcionando o estando apagado.

Antes que otra cosa debe saber qué tipo de escáner es el que ocupa ya que hay dos tipos el OBDI Y OBD2 (Onboard diagnostic) el primero es para diagnosticar vehículos del año 1995 y anteriores siempre y cuando estos cuenten con sistema de inyección de combustible controlada electrónicamente, en el segundo tipo es para vehículos de modelo 1996 en adelante.

Dicho escáner te proporcionara una información normalizada en códigos de falla, a partir de los modelos 1996 utilizar el escáner es más sencillo.



Figura 24. Escáner.

Fuente: Brochure-G-scan-2-2016-ficha-tecnica.

Editado por: Alex Garófalo.

2.7 G-scan 2

Funciones

- Osciloscopio de 2 y 4 canales (con módulo vmi)
- Multímetro digital (con módulo vmi)
- Inspección de líneas de comunicación
- Simulación de sensores y actuadores (con módulo vmi)



Figura 25. G-scan 2

Fuente: Brochure-G-scan-2-2016-ficha-tecnica.

Editado por: Alex Garófalo.

CAPÍTULO III

COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS

3.1. Sistemas de seguridad.

Antes de proceder a realizar cualquier trabajo en un vehículo siempre tenemos que tener en cuenta las normas de seguridad básicas para este tipo de vehículos y contar con nuestra seguridad personal al momento de trabajar y manipular ciertas partes de dicho vehículo.

Para estos es necesario siempre contar con nuestro equipo de protección personal o EPP por sus siglas tales como guantes, zapatos de cuero con punta de acero, gafas de protección ocular y siempre nuestro mandil de protección.

Cabe recalcar que siempre antes de realizar cualquier trabajo, mantenimiento o reparación del vehículo debemos leer el manual del taller donde nos indican algunas de las precauciones que debemos de tener al manipular algunos de los componentes del Hyundai Terracan.

Está estrictamente prohibido fumar o comer mientras se trabaja en el sistema de inyección 'Common Rail'. Es esencial desconectar la batería antes que se haga cualquier trabajo en el sistema. Está estrictamente prohibido trabajar en el sistema de inyección 'Common Rail' con el motor funcionando. El valor de la presión del riel y la temperatura del petróleo diesel debe leerse con el motor funcionando. El valor de la presión del riel y la temperatura del petróleo diesel debe leerse con la ayuda de la herramienta de diagnóstico antes que se haga cualquier trabajo en el circuito de combustible. La apertura del circuito de combustible sólo puede comenzar si la temperatura del petróleo diesel es menor

que 50°C (122 ° F) y la presión del riel está cerca de 0 bares. Si no es posible comunicarse con el computador, espere 5 minutos después que el motor se haya detenido antes de comenzar cualquier trabajo en el circuito del combustible.

Esta estrictamente prohibido alimentar un actuador directamente fuera de un suministro de energía externo.

El inyector no debe ser desarmado.

El sensor HP no se debe desmontar del riel. Si falla el sensor de HP, es esencial reemplazar el riel completo.

La IMV, el sensor de temperatura del diesel y el Venturi no se deben sacar de la bomba. Si alguno de estos componentes está defectuoso, se debe cambiar la bomba completa.

Las tuberías HP no se pueden volver a usar: se debe cambiar la tubería que se haya sacado.

Está estrictamente prohibido la des carbonización del inyector en una baño ultrasónico.

La caja de metal del computador nunca se debe usar como contacto a tierra.

El empaque de las piezas de repuestos debe abrirse justo antes que se usen. Además, no se deben sacar los tapones de sello hasta que se haga la conexión final. Los tapones y las bolsas pequeñas selladas se deben descartar después de su uso.

3.2. Herramienta utilizada para la prueba.

3.2.1. Escáner a utilizar.

Para la obtención de los datos del vehículo Hyundai Terracan se utilizó un escáner como se muestra en la figura 26 que comunica por medio de un conector OBDII.

Para revisar las variaciones de presión en el sistema de inyección CRDI conectamos el escáner el cual nos va a dar los datos que estamos buscando ya sean estos a distintos regímenes de velocidad.



Figura 26. G-scan 2.
Fuente: Alex Garófalo.

Una vez instalado el escáner original de Hyundai se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Se comenzó con la conexión de la interfaz OBDII en el vehículo.
- Una vez conectado se procedió al enlace con el sistema.

- Abrimos el programa de conectar al vehículo para que el sistema reconociera los datos del Vehículo se espera unos minutos.
- Ingresamos las características del vehículo Hyundai Terracon 2.9 L año 2006.
- Después de la espera se obtuvo conexión con el vehículo, en el cual nos dio las características y datos relevantes del mismo.
- Por medio de este paso se logró la comunicación con el sistema y nos dio el acceso a todos los parámetros generales del vehículo así se pudo observar que el sistema estaba funcionando óptimamente.
- Posteriormente de analizar que todos los sensores estaban funcionando correctamente pasamos a revisar el sistema de presión del riel.
- Realizamos las pruebas para verificar la variación de presión a distintos rangos de RPM.
- La primera prueba que realizamos es de medir la presión en el riel en ralentí aproximadamente a 750 RPM (carga baja o ralentí del motor).
- La segunda prueba llevamos a 1800 RPM el motor para tomar la presión en ese instante (Media carga del motor).
- En la tercera prueba llevamos a 3000 RPM el motor a su carga máxima para tener un valor distinto de presión (rango de funcionamiento del motor a plena carga).

- Desconectando un inyector simulamos una falla y realizamos las mismas pruebas para ver la variación de presión dentro del riel con una falla provocada en el motor.
- Realizamos tablas comparativas de los valores obtenidos para verificar la variación de presión con datos del fabricante.

Nombre del sensor	Valor	Unidad	Nombre del sensor	Valor	Unidad
Tensión positiva de la batería	13.8	V	Sensor de temperatura del aire de admisión	31.8	°C
Caudal de aire desde el sensor de caudal masivo d...	2.4	V	Sensor de posición del pedal del acelerador	0.0	%
Sensor de temperatura del aire de admisión	1.6	V	Sensor de posición del pedal del acelerador-2	0.4	V
Sensor de posición del pedal del acelerador-1	0.7	V	Interruptor del freno 2	ON	-
Interruptor del freno 1	ON	-	Estado de agua en el combustible	OFF	-
Estado del piloto de agua en el combustible	OFF	-	Sensor de temperatura del refrigerante del motor	81.1	°C
Tensión de referencia del sensor	5.0	V	Sensor de temperatura del combustible	47.2	°C
Sensor de temperatura del refrigerante del motor	0.9	V	Sensor de Presión Barométrica	100.2	kPa
Sensor de temperatura del combustible	1.9	V	PRESION DE RAIL	225.4	bar
Sensor de Presión Barométrica	4.0	V	Presión objetivo del conducto	228.5	bar

Figura 27. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la figura 27. Podemos observar los datos que nos da el escáner datos en general de todos los sensores presiones y temperaturas de funcionamiento este es un análisis breve del vehículo Hyundai Terracan.

3.3. Obtención de datos de la presión del riel.



Nombre del sensor	Valor	Unidad
Sensor de Presión Barométrica	100.4	kPa
Sensor de Presión Barométrica	4.0	V
PRESION DE RAIL	203.4	bar
PRESION DE RAIL	1.0	V
Presión objetivo del conducto	233.4	bar
Posición cerrada del acelerador	ON	-
Velocidad objetivo de ralentí	800	RPM
Régimen del motor	801	RPM
Sensor de velocidad del vehículo	0.0	km/h
Principal combustible objetivo	8.5	mg/st

Figura 28. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la figura 28. Obtenemos los valores de la presión en el sistema de inyección en un rango de ralentí a 800 RPM más o menos al igual que nos indicara valores de todo el sistema.



Nombre del sensor	Valor	Unidad
Sensor de Presión Barométrica	100.2	kPa
Sensor de Presión Barométrica	4.0	V
PRESION DE RAIL	526.6	bar
PRESION DE RAIL	1.7	V
Presión objetivo del conducto	582.0	bar
Posición cerrada del acelerador	OFF	-
Velocidad objetivo de ralentí	800	RPM
Régimen del motor	1819	RPM
Sensor de velocidad del vehículo	0.0	km/h
Principal combustible objetivo	7.5	mg/st

Figura 29. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la imagen 29. Obtenemos los valores de la presión a media carga a un aproximado de 1800 RPM.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
Sensor de Presión Barométrica	100.2	kPa
Sensor de Presión Barométrica	4.0	V
PRESION DE RAIL	1036.2	bar
PRESION DE RAIL	2.8	V
Presión objetivo del conducto	1039.3	bar
Posición cerrada del acelerador	OFF	-
Velocidad objetivo de ralenti	800	RPM
Régimen del motor	2973	RPM
Sensor de velocidad del vehículo	0.0	km/h
Principal combustible objetivo	13.1	mg/st

Figura 30. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la figura 30. Obtenemos los valores de la presión a plena carga del motor a 3000 RPM.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
PRESION DE RAIL	416.6	bar
Velocidad objetivo de ralenti	1000	RPM
Tensión positiva de la batería	13.9	V
Caudal de aire desde el sensor de caudal masivo de aire	30.4	g/s
Caudal de aire desde el sensor de caudal masivo de aire	2.7	V
Sensor de temperatura del aire de admisión	31.0	°C
Sensor de temperatura del aire de admisión	1.6	V
Sensor de posición del pedal del acelerador	0.0	%
Sensor de posición del pedal del acelerador-1	0.7	V
Sensor de posición del pedal del acelerador-2	0.4	V

Figura 31. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la imagen 31. Ya podemos observar parámetros distintos de presión ya que desconectamos un inyector provocando un fallo en el sistema de inyección y

obteniendo otros valores de presión y vemos los resultados de cómo se comporta el sistema en ralentí.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
<input checked="" type="radio"/> PRESION DE RAIL	618.7	bar
<input checked="" type="radio"/> Régimen del motor	1905	RPM
<input type="radio"/> Posición cerrada del acelerador	OFF	-
<input type="radio"/> Velocidad objetivo de ralentí	1000	RPM
<input type="radio"/> Sensor de velocidad del vehículo	0.0	km/h
<input type="radio"/> Principal combustible objetivo	9.9	mg/st
<input type="radio"/> Principal ajuste objetivo	ATDC 5	'
<input type="radio"/> Combustible piloto objetivo	0.0	mg/st
<input type="radio"/> Ajuste piloto objetivo	BTDC 40	'
<input type="radio"/> Ciclo de control de la válvula de EGR	5.0	%

Figura 32. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la imagen 32. Tenemos el valor de la presión a 1800 RPM con un inyector desconectado.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
<input checked="" type="radio"/> PRESION DE RAIL	1121.9	bar
<input checked="" type="radio"/> Régimen del motor	3030	RPM
<input type="radio"/> Posición cerrada del acelerador	OFF	-
<input type="radio"/> Velocidad objetivo de ralentí	1000	RPM
<input type="radio"/> Sensor de velocidad del vehículo	0.0	km/h
<input type="radio"/> Principal combustible objetivo	17.1	mg/st
<input type="radio"/> Principal ajuste objetivo	TDC 0	'
<input type="radio"/> Combustible piloto objetivo	0.0	mg/st
<input type="radio"/> Ajuste piloto objetivo	BTDC 40	'
<input type="radio"/> Ciclo de control de la válvula de EGR	5.0	%

Figura 33. Pantalla G-Scan 2.
Editado por: Alex Garófalo.

En la imagen 33. Tenemos el valor de la presión a 3000 RPM motor en plena carga con un inyector desconectado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis del resultado del vehículo.

Los resultados obtenidos se los realizo con el vehículo estacionado para los cual se analizara las pruebas en distintos rangos de trabajo del motor en ralentí, media carga, plena carga y ocasionando un fallo, desconectando un inyector para obtener los valores de la variación de presión en el sistema de inyección CRDI del vehículo Hyundai Terracan.

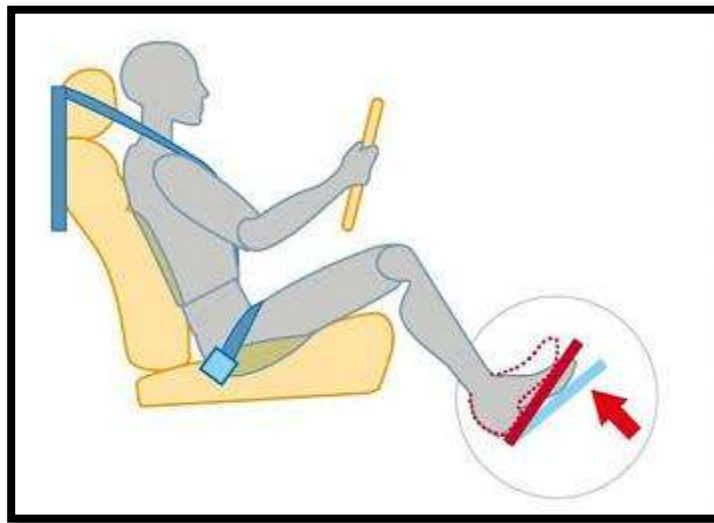


Figura 34. Posición del acelerador.

Fuente: Martin. J (2015) Diagnostico de la combustión

Editado por: Alex Garófalo.

El análisis se realiza mediante la comparación de datos recogidos por el equipo de diagnóstico y el manual del fabricante para así poder comparar resultados.

Los datos obtenidos mediante el escáner G-scan 2 se los mostrara en tablas para poder realizar la comparación respectiva y poder discernir si el sistema de inyección CRDI sufre variaciones de presión en distintos rangos de trabajo del motor.

Tabla con tres rangos de trabajo del motor, ralentí, media carga, plena carga.

Tabla 5. Resultado obtenido rangos de trabajo del motor.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VEHÍCULO OBTENIDOS	VALOR MANUAL DEL FABRICANTE
RALENTÍ O CARGA BAJA (750 RPM)	Bar.	203.4 Bar,	200 Bar.
CARGA MEDIA (1800 RPM)	Bar.	528.6 Bar.	1400 Bar.
PLENA CARGA (3000 RPM)	Bar.	1036.2 Bar.	1600 Bar.

Fuente: G-Scan 2

Editado por: Alex Garófalo

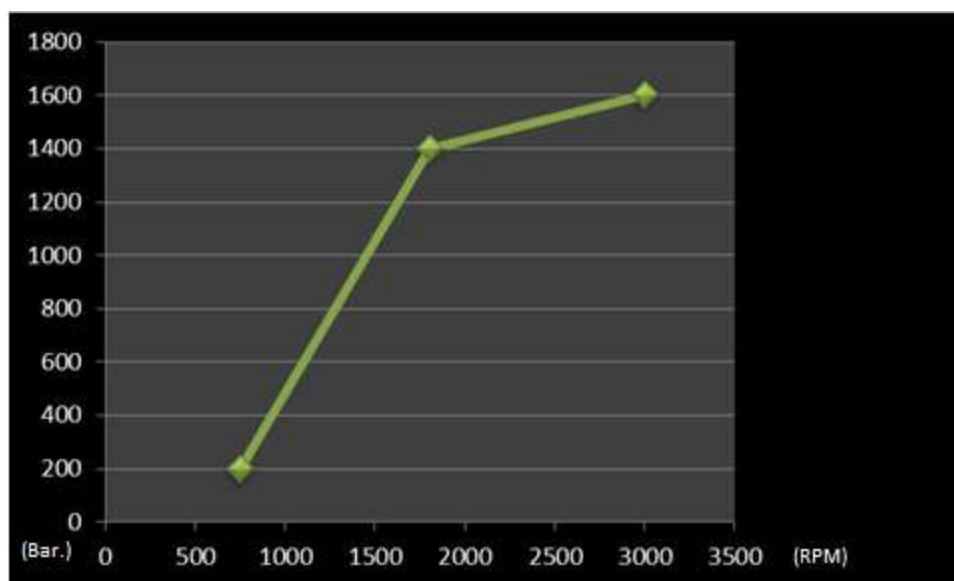


Figura 35. Curva de presión del fabricante.

Autor: Alex Garofalo.

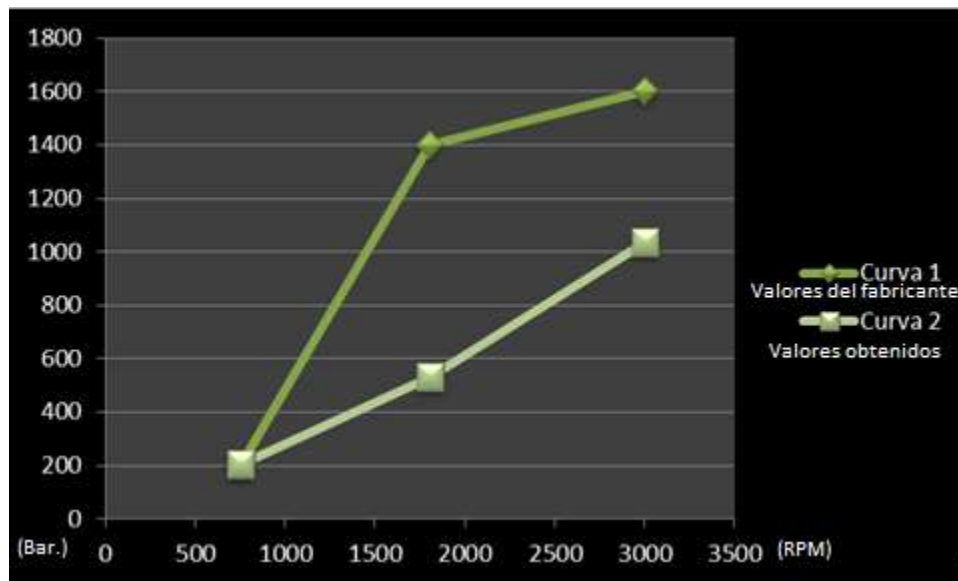


Figura 36. Comparación de curva obtenida.

Autor: Alex Garófalo.

Al comparar los datos del manual del fabricante con los resultados obtenidos como muestra la figura 36 vemos que los valores de presión no son los mismos ya que se nos presenta unas pérdidas de presión al momento que el motor se encuentra en ralentí tenemos un valor igual al que nos da el fabricante.

Para la segunda prueba en la que llevamos el motor a 1800 RPM la presión no llega a 1400 Bar como dice el fabricante solo llega a 528.6 Bar aunque el vehículo no presenta falla de funcionamiento tenemos una variación de presión. Teniendo en cuenta que todas las pruebas se realizaron con el vehículo parado.

En la tercera prueba donde llevamos el motor a plena carga que sería 3000 RPM de la misma forma no obtenemos la presión que nos da el fabricante solo llega a 1036.2 Bar debido a que las pruebas se realizó con el vehículo parado donde la presión ideal de funcionamiento tendría que ser de 1600 Bar. Según el fabricante.

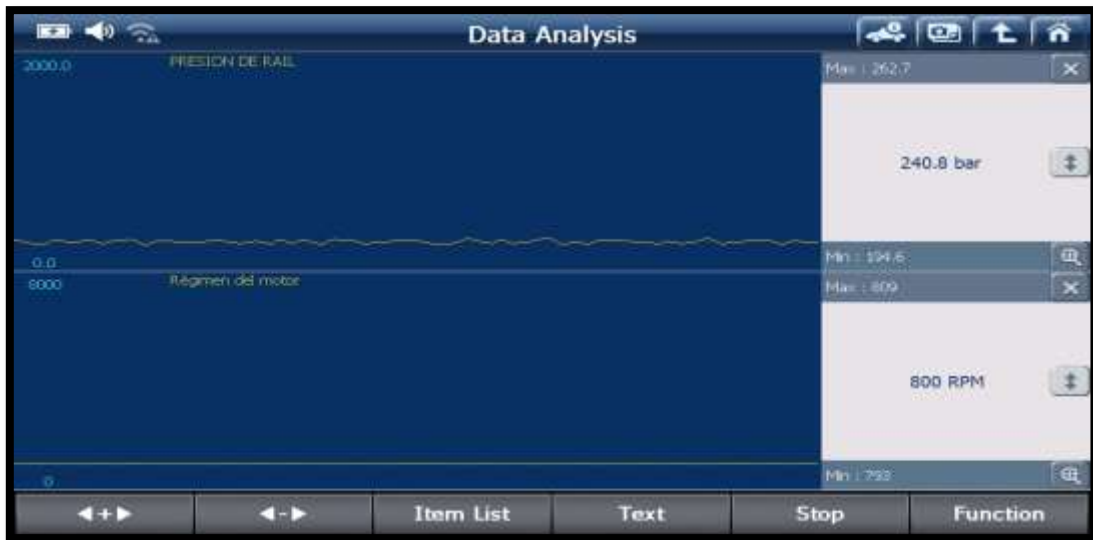


Figura 37. Forma de la onda a 800 RPM.
Autor: Alex Garófalo.

En la gráfica 37 nos da la forma de la onda de la presión tomada en el riel a 800 RPM dándonos un valor como máximo de 262.7 Bar y un valor mínimo de 194.6 indicándonos un promedio de trabajo de 240.7 Bar obteniendo una variación de presión.



Figura 38. Forma de la onda a 1800 RPM.
Autor: Alex Garófalo.

En la gráfica 38 nos da la onda de presión a 1852 RPM con un valor de 634.1 Bar.



Figura 39. Forma de la onda a 3000 RPM.
Autor: Alex Garófalo.

La gráfica 39 nos da la presión a 2958 RPM un valor de 1009.8 Bar.

Tabla 6. Valores obtenidos del vehículo desconectado un inyector.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR VEHÍCULO	VALOR MANUAL DEL FABRICANTE
RALENTÍ CARGA BAJA (750 RPM)	Bar.	416.6 Bar.	200 Bar.
CARGA MEDIA (1800 RPM)	Bar.	618.7 Bar.	1400 Bar.
PLENA CARGA (3000 RPM)	Bar.	1121.9 Bar.	1600 Bar.

Fuente: G-Scan 2.

Editado por: Alex Garófalo.

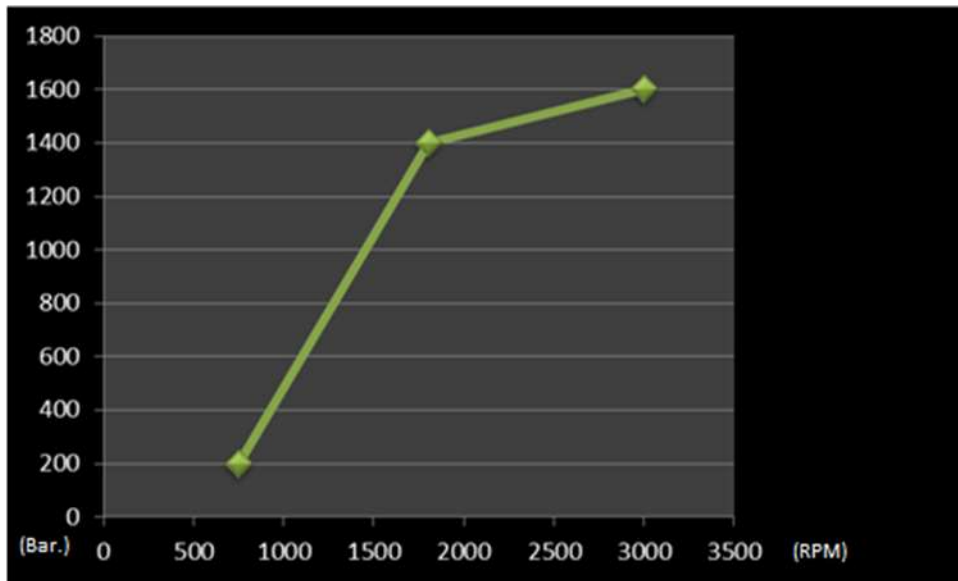


Figura 40. Curva de presión del fabricante.
Autor: Alex Garófalo.

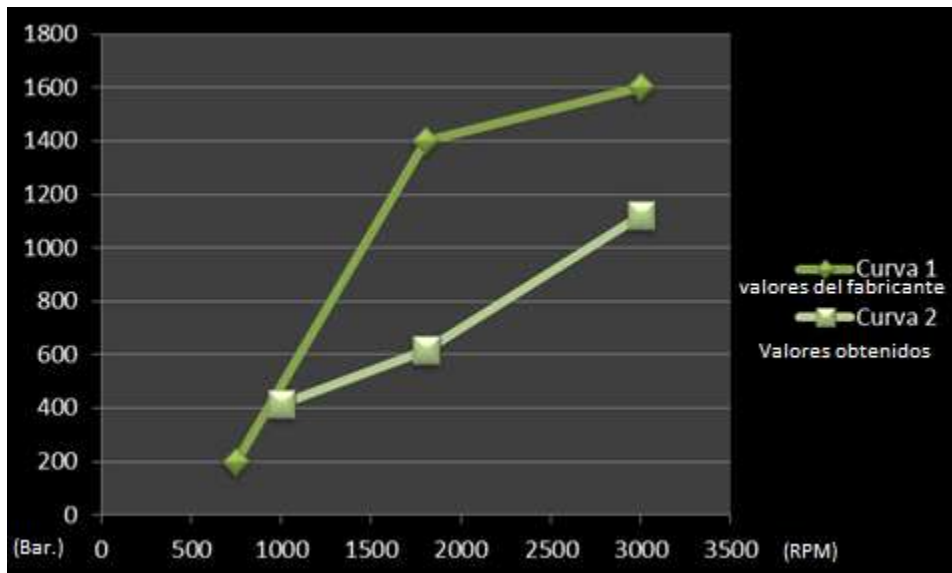


Figura 41. Comparacion de curva obtenida con un inyector desconectado.
Autor: Alex Garófalo.

En esta prueba el vehiculó tiene un inyector desconectado y vemos una variación de presión y aumento de las RPM al momento que se encuentra en ralentí dándonos un valor de 1000 RPM con una presión de 416.6 Bar variándonos de 800 RPM con una presión de 203.4 Bar un valor significativo en relación a la primera prueba que se efectuó sin haber desconectado el inyector. En la segunda

prueba nos da una presión de 618.7 Bar a 1800 RPM al igual es un valor superior comparado con la primera prueba. En tercera y última prueba obtenemos un valor de 1121.9 Bar a 3000 RPM.

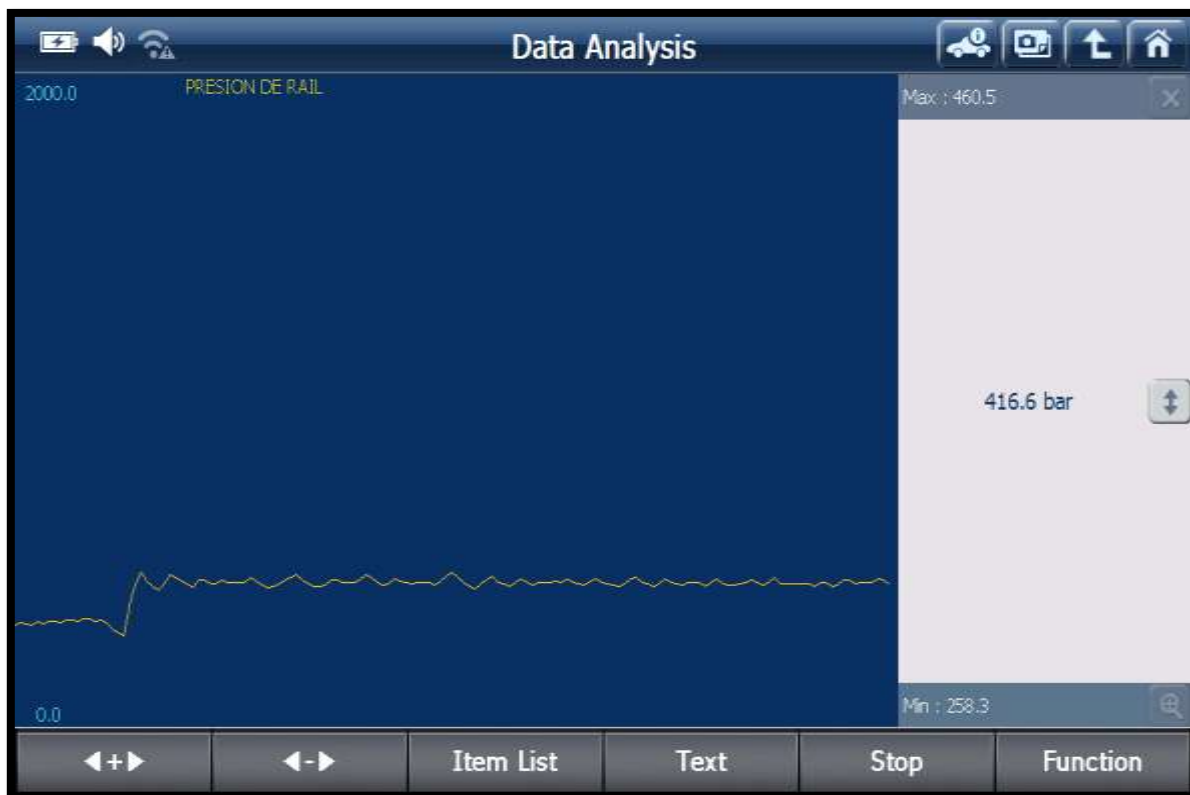


Figura 42. Forma de la onda con un inyector desconectado.
Autor: Alex Garófalo.

La gráfica 42 nos da la presión en ralentí con el inyector desconectado simulando una falla en el motor y obtenemos una subida de presión de 416.6 Bar y un régimen de revoluciones de 1000 RPM. Observamos la gráfica 40 donde el motor está trabajando con los cuatro inyectores comparando las dos graficas vemos la variación de presión que sufre en el riel hasta lograr estabilizar el motor y compensando las fuerzas dentro del mismo.

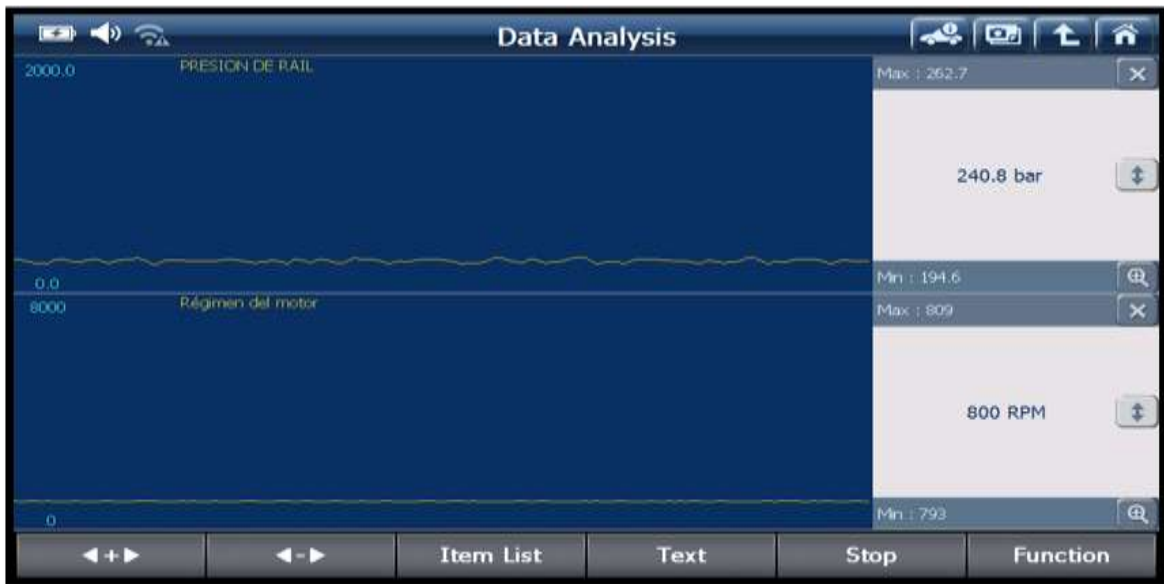


Figura 43. Forma de la onda a 800 RPM.
Autor: Alex Garófalo.

La grafica 43 nos da la forma de la onda de la presión a un régimen de 800 RPM notando la diferencia con la gráfica 42 que nos da la forma de la onda pero con un inyector desconectado y notamos una elevación de las RPM para estabilizar el motor y obteniendo una presión más elevada en el riel.

4.2 Estado actual del vehículo.

Después de realizar una revisión total del sistema de inyección CRDI mecánica pudimos obtener los siguientes resultados:

- Sistema de inyección funcionando al 80%
- Desgaste en todos los elementos del sistema de inyección debido a los años que tiene el vehículo y el kilometraje del mismo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al realizar el escaneo electrónico y una inspección mecánica se concluye que el vehículo está funcionando dentro de los parámetros que nos da el fabricante con los obtenidos en el G-Escan 2.
- Al Comparar los datos obtenidos por el G-Scan 2 y el manual del fabricante es así que se observa la variación de presión en el sistema de inyección CRDI obteniendo un valor de 203.4 Bar en la prueba ya que el valor del fabricante es de 200 Bar teniendo una variación de 3.4 Bar en ralentí.
- Se comprobó por medio de los parámetros obtenidos que el sistema está trabajando a un 80% debido a que el vehículo ya tiene 11 años de uso y un kilometraje de 218000 por lo cual tiene sus respectivos desgastes por el uso del mismo.

5.2. Recomendaciones

- Al realizar futuras inspecciones del sistema de inyección CRDI utilizar el EPP necesario y seguir los parámetros de seguridad que se indican en el manual del taller para así evitar lesiones graves e inclusive la muerte.
- Realizar el mantenimiento respectivo del sistema como cambios de filtros de combustible y aceite cada 10.000 km para tener un sistema óptimo.
- Se recopiló toda la información necesaria del sistema de inyección CRDI para mejorar el conocimiento y el posterior aprendizaje de los alumnos y profesores de la UIDE.
- Si se va hacer escaneos del sistema de inyección usar escáner original para Hyundai.

BIBLIOGRAFÍA

- MARTIN, J. (2015). *Diagnostico de la combustion en motores diesel de inyeccion directa*: EDITORIAL REVERTÉ.
- Enrique, S. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: MACMILLAN HEINEMANN.
- Kia.M. *Common Rail Delphi Manual de entrenamiento de servicio*: S.L.Primer edicion.
- Hyundai.T (2005) *Manual del vehiculo*.
- GDS. (s.f.). *Manual Hyundai*.
- DELPHI. (2007). *Manual Common Rail*.
- Diccionario de la Real Academia Española (01 de 01 de 2014).Real Academia Española. Recuperado el 03 de 02 de 2014
- Google. (s.f.). Obtenido de www.google.com.ec/maps/.

ANEXOS

GLOSARIO

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
CRDI	COMMON RAIL DIESEL INJECTION
EGR	EXHAUST GAS RECIRCULATION
IMV	INLET METERING VALVE
ECU	ELECTRONIC CONTROL UNIT
HPV	HIGH PRESSURE VALVE
OBDII	ONBOARD DIAGNOSTIC