



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA CONSIGUIENDO REDUCIR EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE.

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en la especialidad de Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

CIFUENTES ERAZO VINICIO ANDRÉS

PILLAJO CEVALLOS FELIPE ANDRÉS

DIRECTOR:

ING. FAUSTO TAPIA

Ibarra, 2012

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema **“TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA CONSIGUIENDO REDUCIR EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE.”** Trabajo realizado por los señores egresados: **PILLAJO CEVALLOS FELIPE ANDRÉS, CIFUENTES ERAZO VINICIO ANDRÉS** previo a la obtención del Título de Licenciada en la especialidad de Secretariado Ejecutivo en Español.

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

Ing. Fausto Tapia
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

La tesis les dedico a mis padres que son un pilar importante en mi vida, que con su amor, entrega y dedicación me enseñaron a luchar por mis sueños.

A mi novia que siempre me dio su apoyo, que no importaba la hora siempre estuvo conmigo en los buenos y malos momentos.

Y finalmente para las personas que llegaron a mi vida enriqueciéndola más y regalándome parte de si para ser mejor.

CIFUENTES ERAZO VINICIO ANDRÉS

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres por el sacrificio que han hecho en darme los estudios y con esto hacerme una persona de bien para poder defenderme en la vida, y a todos mis hermanos que han confiado y me han apoyado en los buenos y malos momentos.

PILLAJO CEVALLOS FELIPE ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente participaron dando opiniones para el desarrollo de este proyecto.

Damos las gracias a todas las personas e instituciones que ayudaron con el desarrollo de la investigación:

A nuestro director de tesis Ing., Fausto Tapia quien con su guía nos llevó a ejecutar un trabajo profesional de calidad.

A toda la Universidad Técnica del Norte, a sus docentes, quienes por el tiempo transcurrido de nuestros años de formación universitaria nos guiaron hacia el desarrollo y desempeño profesional.

ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	II
DEDICATORIA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCION.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Formulación del Problema	2
1.4 Delimitación	4
1.4.1 Unidades de Observación.....	4
1.4.2 Delimitación Espacial.....	4
1.4.3 Delimitación Temporal	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Principales impactos	5
1.6.1 Impacto económico.....	5
1.6.2 Impacto social	6
1.6.3 Impacto Ambiental	6
1.7 Justificación	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Fundamentación Teórica	7
2.1.1 Motor diesel	7
2.1.1.1 Principio De Funcionamiento Del Motor Diesel.....	8
2.1.2 Sistema De Enfriamiento	9

A) Radiador.....	9
B) Tapón De Presión Del Radiador.....	9
C) Bomba De Agua	9
2.1.3 La Bomba De Inyección Mecánica.....	10
2.1.3.1 Construcción Y Operación De La Bomba De Inyección.....	11
2.1.3.2 Principio de operación de la bomba de inyección mecánica.....	12
2.1.4 Inyección Electrónica	13
2.1.4.1 Principios de inyección.....	13
2.1.4.2 Sistema de Alimentación.....	14
2.1.4.3 Circuito De Baja Presión	15
A) Depósito De Combustible.....	15
B) La Bomba De Alimentación	16
C) Los Filtros Principales	17
D) Tuberías De Combustible De Baja Presión.....	18
2.1.4.4 Circuito De Alta Presión	18
A) Regulador de Presión del Sistema.....	18
B) Limitadores De Flujo	19
C) Válvula Limitadora De Presión	20
D) Variadores de Avance	21
2.1.5 Unidad De Control Electrónica ECU	22
2.1.5.1 Efectos	23
2.1.5.2 Cómo funciona.....	23
2.1.5.3 En caso de avería	24
2.1.5.4 Diagnósis	24
2.1.5.5 Señales que interpreta la ECU.....	25
2.1.5.6 Señales de entrada a la ECU.....	25
2.1.5.7 Señales de salida de la ECU	26
2.1.6 Componentes de Censado (Sensores).....	26
2.1.6.1 Sensor de Alta Presión	27
2.1.6.2 Sensor De Revoluciones Del Árbol De Levas.....	28
2.1.6.3 Sensor De Revoluciones Del Cigüeñal	29

2.1.6.4 Sensor Del Pedal Del Acelerador	30
2.1.6.5 Sensor De Presión De Sobrealimentación.....	33
2.1.6.6 Sensor TPS.....	34
2.1.6.7 Sensor de Temperatura IAT.....	34
2.1.6.8 Sensor de Temperatura (ECT).....	35
2.1.6.9 Sensor De Oxigeno O2	36
2.1.7 Actuadores.....	37
2.1.7.1 Inyectores	37
A) Principio De Funcionamiento.....	37
2.1.7.2 Formas de Inyección de los Inyectores.....	38
2.1.7.3 Electro Válvula De Regulación Del Avance De La Inyección.....	39
2.1.7.4 Electroválvula De Recirculación De Las Gases De Escape.....	39
2.1.7.5 Bujías De Precaentamiento.....	39
2.1.8 Análisis de los gases de escape de los Motores de Combustión Interna.....	40
2.1.8.1 CO (monóxido de carbono).....	41
2.1.8.2 CO2 (Dióxido de Carbono).....	41
2.1.8.3 HC (Hidrocarburos no quemados):	42
2.1.8.4 O2 (Oxigeno)	42
2.1.8.5 Nox (Óxidos de Nitrógeno).....	42
2.1.9 Relación Lambda	43
2.2 Posicionamiento Teórico Personal.....	44
2.3 Glosario de Términos.....	44
2.4 Sub problemas e Interrogantes.....	47
2.5 Matriz Categorial.....	48
CAPÍTULO III	49
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	49
3.1 Tipos de investigación	49
3.1.1 Documental.....	49
3.1.2 Practico	49
3.1.3 Tecnológico.....	50

3.2 Métodos	50
3.2.1 Teórico.....	50
3.3 Técnicas e instrumentos	50
CAPÍTULO IV.....	51
4. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	51
4.1 Resultados de Emisiones de CO	51
4.2 Resultados de Emisiones de CO2	52
4.3 Resultados de Emisiones de NOx	53
4.4 Resultados de Emisiones de PM	54
CAPÍTULO V.....	55
5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....	55
5.1 Conclusiones	55
5.2 Recomendaciones	56
CAPÍTULO VI.....	57
6. PROPUESTA ALTERNATIVA	57
6.1 Título de la Propuesta	57
6.2 Justificación e Importancia.....	57
6.3 Fundamentación	57
6.4 Objetivos.....	58
6.5 Ubicación Sectorial	58
6.6 Desarrollo de la Propuesta.....	59
6.7 Impactos	69
6.8 Difusión	70
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS.....	72
1. Árbol de problemas	72
2. Árbol de objetivos.....	73
3.- Fotos.....	74
NORMAS DE GESTION AMBIENTAL ACTUALES	78
NTE INEN 2207:2002	78

RESULTADOS OBTENIDOS CON LA UTILIZACION DE LA BOMBA MECÁNICA.....	92
RESULTADOS OBTENIDOS CON LA BOMBA SEMI-ELECTRÓNICA	100

RESUMEN

El motor diesel es la fuente de energía más eficiente del momento, dentro de su escala, se utiliza en gran parte del transporte de mercancías y de personas. Además se utiliza en las industrias para generar electricidad, sin embargo esta ventaja viene con un precio, contamina. Debido a esto es necesario estudiar a fondo todas las tecnologías disponibles que se puedan aplicar en un motor Diesel para bajar las emisiones. La presente investigación busca demostrar que los Sistemas de Inyección Electrónica emiten menores cantidades de gases contaminantes que los sistemas de inyección mecánica a diesel. Los resultados de esta investigación buscan plantear una propuesta de solución, mediante la elaboración de un Manual para la adaptación de Sistemas de Inyección Electrónica de combustible en motores que usan Sistemas de Inyección Mecánica a Diesel, que permita la reducción de dichos gases nocivos. Este trabajo es el resultado de un conjunto de procedimientos de experimentación y medición, a través de equipos especializados, para alcanzar los objetivos que rigen esta investigación.

ABSTRACT

The diesel engine is the most efficient source of energy of the moment, in its scale, is used in much of the transportation of goods and people. It is also used in industries for power generation, although this advantage comes with a price, contaminates. Because of this it is necessary to explore all the available technologies that can be applied in a diesel engine for lower emissions. This research seeks to demonstrate that electronic injection systems emit lower amounts of pollutants than gas injection systems for diesel mechanics. The results of this research are looking to raise a proposed solution by developing an adaptation Manual Systems Electronic Fuel Injection engines using mechanical injection systems for Diesel, enabling a reduction in these gases. This work is the result of a set of experimental and measurement procedures, through specialized equipment to achieve the objectives guiding this research.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo está orientado a contribuir con el mejoramiento de la calidad del aire ambiente, y a la concienciación de las personas sobre la no utilización de automotores que cuentan con sistemas obsoletos de dosificación de combustible que provocan excesivos niveles de gases contaminantes.

Para ello ha tomado como referencia al motor TOYOTA y al Sistema de Inyección Electrónica CPHF, perteneciente este último, como sujetos de experimentación, los cuales fueron sometidos a pruebas y procedimientos para demostrar y comprobar la eficacia de los Sistemas inteligentes de Inyección de combustible.

Se contó con la participación y el apoyo de importantes Instituciones como la Universidad Técnica del Norte en la ciudad Ibarra Y LA Ministerio de Medio Ambiente de la ciudad de Quito (Encargados de realizar las debidas pruebas pertinentes sobre la contaminación del aire.) para llevar a cabo con éxito esta investigación.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Entre los fenómenos ecológicos de preocupación mundial, se encuentra la Contaminación del Aire de los centros urbanos y que es provocada por distintas fuentes, en particular y con gran incidencia, por las emisiones de gases tóxicos provenientes de vehículos automotores.

Según las estadísticas internacionales se presentan los países que han realizado monitoreo de calidad para controlar las emisiones de los gases que perjudican al medio ambiente en varios países y ciudades como: Brasil, Chile, México; países con limitada capacidad de monitoreo: Argentina, Colombia, Ecuador, Cuba, Perú y Venezuela; y los países con mínima capacidad de monitoreo: Bolivia, Guatemala, Uruguay, Nicaragua.

En los automotores diesel el medio más usual para inyectar el combustible al interior de la cámara es la bomba mecánica; sin embargo, aumentó la tendencia a surgir nuevas tecnologías que permiten una inyección del combustible más precisa y sincronizada al momento de inyectar en el interior del motor.

1.2 Planteamiento del Problema

La prioridad de la elaboración del problema es la contaminación del aire por emisiones de gases producidas por automotores diesel que constituye uno de los problemas críticos en el mundo y especialmente en nuestro país, es por ello que ha surgido la necesidad de la toma de conciencia en la búsqueda de alternativas para una solución.

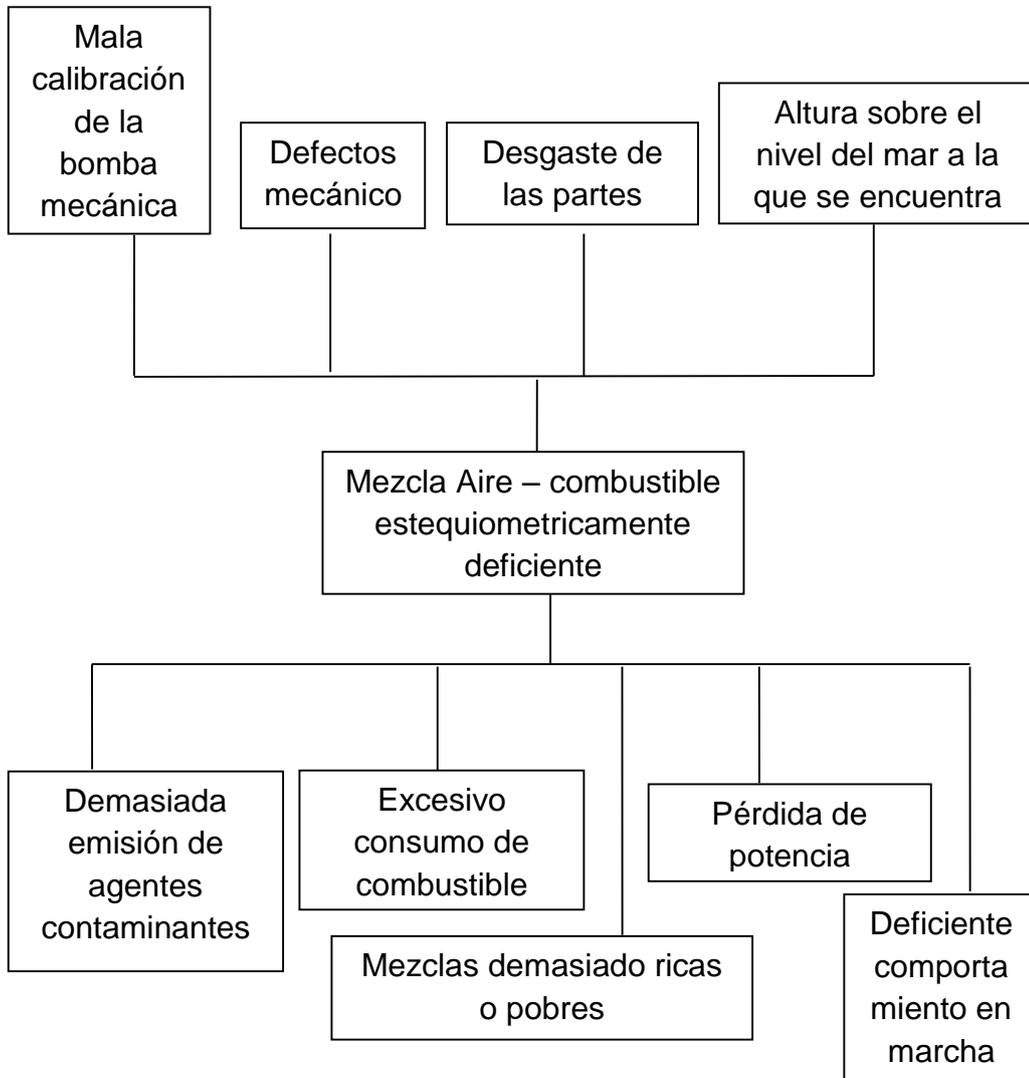
La contaminación producida por vehículos que aun cuentan con métodos obsoletos de preparación de la mezcla aire - combustible como es la bomba, trae como consecuencia varias desventajas, entre las más importantes; pérdida de eficiencia, excesivo consumo de combustible, mal quemado de los gases lo que desencadena en una excesiva emisión de agentes contaminantes.

Tomando en consideración los aspectos antes mencionados se puede analizar que estamos frente a un problema de investigación por lo tanto es necesario analizar las alternativas más viables para contribuir a la solución de este problema.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo se puede mejorar la modificación del sistema de inyección mecánica a diesel por un sistema de inyección semi-electrónica?

Árbol de problemas



1.4 Delimitación

1.4.1 Unidades de Observación

- Jefe del taller
- Tutor de la tesis

1.4.2 Delimitación Espacial

Es en la provincia de Imbabura, en el cantón Antonio Ante, en la parroquia de Andrade Marín, y en el cantón de Ibarra, en el sector de los huertos familiares

1.4.3 Delimitación Temporal

Este trabajo se realizará desde el mes de enero del 2011 hasta el mes de Mayo del 2012.

1.5 Objetivos

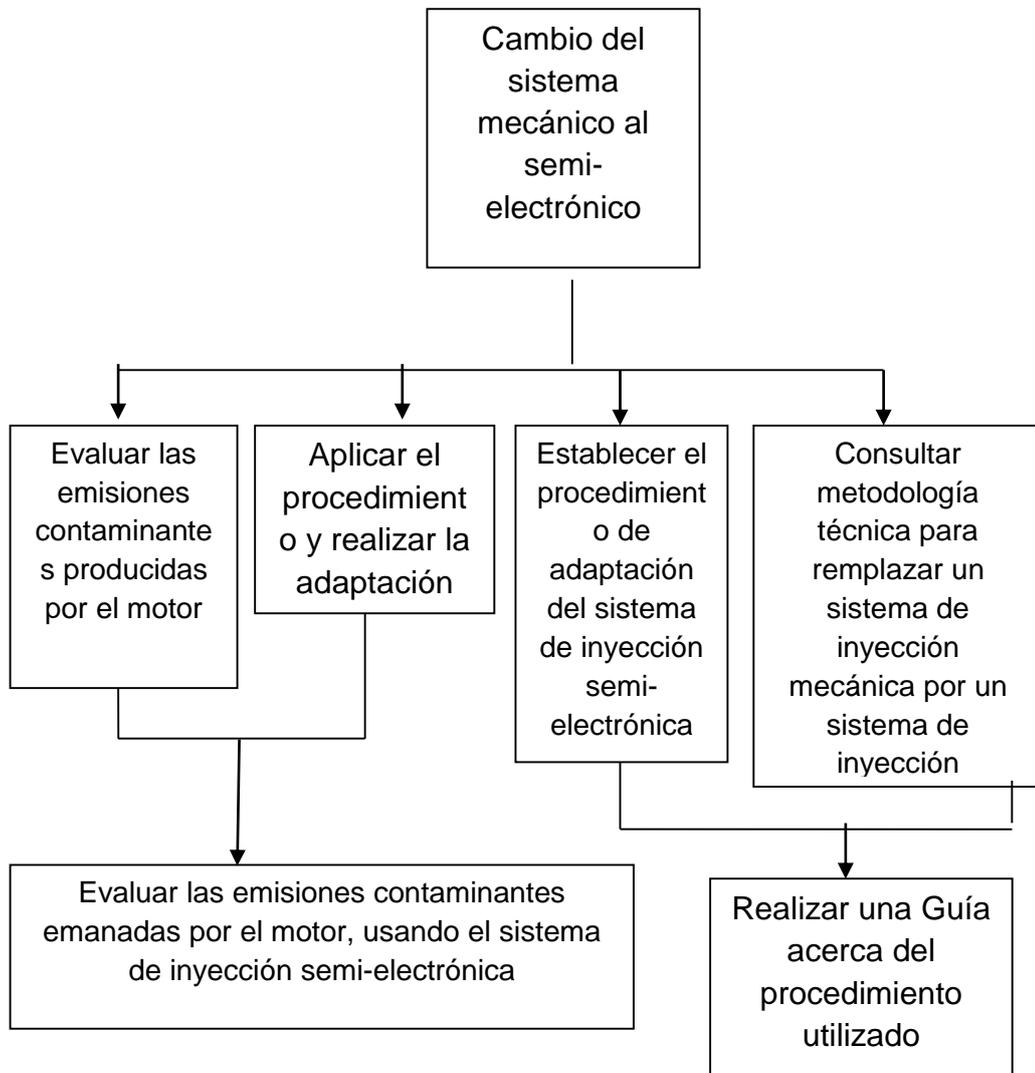
1.5.1 Objetivo General

Transformación del sistema de inyección mecánica a diesel de un motor isuzu 4jb1 por un sistema de inyección semi-electrónica consiguiendo reducir el nivel de contaminación en el medio ambiente

1.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar la base técnica y el funcionamiento del sistema de inyección mecánica, analizar su funcionamiento y obtener datos para su debida comparación con el nuevo sistema.
- Realizar el cambio de la inyección mecánica por la inyección semi-electrónica para mejorar la potencia y reducir el nivel de contaminación
- Realizar el montaje del nuevo del sistema de inyección semi-electrónica, según la alternativa definida
- Realizar una tabla de resultados para establecer los parámetros del motor a inyección mecánica y del motor a inyección semi-electrónica
- Proponer alternativas para el cambio de inyección mecánica a diesel a inyección semi-electrónica a diesel

Árbol de objetivos



1.6 Principales impactos

1.6.1 Impacto económico

Para la ciudadanía en general es muy económico que tendrá un ahorro de los costos de combustible al realizar la aplicación de este proyecto.

1.6.2 Impacto social

Los resultados que se obtengan servirán para que los beneficios de este proyecto recaigan de manera sostenida a determinadas actividades económicas que forma parte de inversiones, tanto públicas como privadas.

1.6.3 Impacto Ambiental

Este es un trabajo muy satisfactorio para nuestro medio ambiente por que fue necesario realizar cambios importantes para poder reducir el nivel de contaminación que existe en la actualidad a, mediante un sistema que por medio del mismo podemos bajar en un buen porcentaje la contaminación que realizan estas máquinas.

1.7 Justificación

En este proyecto se ha realizado un estudio para el mejoramiento y reducción de gases que dañan el medio ambiente mediante la investigación de este problema que radica en el mal abastecimiento de la bomba mecánica hacia el motor, que son los encargados de la dosificación del combustible, el cual no consiguen su propósito de una manera precisa y eficiente.

Se considera de gran importancia mencionar, que al mejorar el abastecimiento de esta mezcla tendremos como resultado un menor consumo de combustible y una mayor potencia del motor, de manera que el vehículo podrá recorrer mayores distancias con menos carburante, lo que se traduce en una reducción considerable de emisiones contaminantes.

Por lo cual en una guía didáctica ordenaremos de una manera clara y concisa los diferentes procesos, con lo cual salgan beneficiados las personas y no sea dañino para el medio.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Motor diesel

Rudolf Diesel desarrolló la idea del motor diesel y obtuvo la patente alemana en 1892. Su logro era crear un motor con alta eficiencia. Los motores a gasolina fueron inventados en 1876 y, específicamente en esa época, no eran muy eficientes.

Las diferencias principales entre el motor a gasolina y el Diesel eran:

Un motor diesel sólo succiona aire, lo comprime y entonces le inyecta combustible al aire comprimido. EL calor del aire comprimido enciende el combustible espontáneamente.

Un motor diesel utiliza mucha más compresión que un motor a gasolina. Un motor a gasolina comprime a un porcentaje de 8:1 a 12:1, mientras un motor diesel comprime a un porcentaje de 14:1 hasta 25:1. La alta compresión se traduce en mejor eficiencia.

Los motores diesel utilizan inyección de combustible directa, en la cual el combustible diesel es inyectado directamente al cilindro. Los motores a gasolina generalmente utilizan carburación en la que el aire y el combustible son mezclados un tiempo antes de que entre al cilindro, o inyección de combustible de puerto en la que el combustible es inyectado a la válvula de succión (fuera del cilindro).

Note que el motor diesel no tiene bujía, se toma el aire y lo comprime, y después inyecta el combustible directamente en la cámara de combustión (inyección directa). Es el calor del aire comprimido lo que enciende el combustible en un motor diesel.

Una gran diferencia entre un motor diesel y un motor a gasolina está en el proceso de inyección.

La mayoría de los motores de autos utilizan inyección de puerto o un carburador en lugar de inyección directa. En el motor de un auto, por consiguiente, todo el combustible es guardado en el cilindro durante el choque de succión, y se quema todo instantáneamente cuando la bujía dispara. Un motor diesel siempre inyecta su combustible directamente al cilindro, y es inyectado mediante una parte del choque de poder. Esta técnica mejora la eficiencia del motor diesel.

La mayoría de motores diesel con inyección indirecta traen una bujía incandescente de algún tipo que no se muestra en la figura. Cuando el motor diesel está frío, el proceso de compresión no puede elevar el aire a una temperatura suficientemente alta para encender el combustible. La bujía incandescente es un alambre calentado eléctricamente (recuerde los cables calientes que hay en una tostadora) que ayuda a encender el combustible cuando el motor está frío.

2.1.1.1 Principio De Funcionamiento Del Motor Diesel

Un motor diesel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión. El combustible diesel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

Para que se produzca el auto inflamación es necesario emplear combustibles más pesados que los empleados en el motor de gasolina, empleándose la fracción de destilación del petróleo comprendida entre los 220 y 350°C, que recibe la denominación de gasóleo.

2.1.2 Sistema De Enfriamiento

El sistema de enfriamiento se encarga de retirar el exceso de calor del motor, para mantenerlo a su temperatura óptima de trabajo, los sistemas de enfriamiento se clasifican generalmente de acuerdo al tipo de elemento utilizando para enfriar el motor en algunos casos es un líquido y en otros es aire.

La función del sistema de enfriamiento es de regular la temperatura de las partes críticas del motor, además debe de proteger las partes involucradas con el sistema de enfriamiento está diseñado para mantener una temperatura homogénea entre 82* y 113*.

A) Radiador

Es el elemento donde se produce el enfriamiento o evacuación del calor del agua calentada en el monoblock, va colocado normalmente en la parte delantera del vehículo y suele estar protegido por una parrilla

B) Tapón De Presión Del Radiador

Es necesario tener un lugar por donde agregar el refrigerante y el tapón del radiador cubre este espacio. El tapón está diseñado para sellar el sistema a una presión específica.

C) Bomba De Agua

Es un mecanismo simple que mueve el refrigerante dentro del motor mientras esté funcionando. Se monta en el frente del motor y da vuelta generalmente siempre que el motor esté en funcionamiento.

2.1.3 La Bomba De Inyección Mecánica

William H Crouse. (1993) “Estas bombas disponen por cada cilindro del motor de un elemento de bomba que consta de cilindro de bomba y de émbolo de bomba. El émbolo de bomba se mueve en la dirección de suministro por el árbol de levas accionado por el motor, y retrocede empujado por el muelle del émbolo.

Los elementos de bomba están dispuestos en línea. La carrera de émbolo es invariable. Para hacer posible una variación del caudal de suministro, existen en el émbolo aristas de mando inclinadas, de forma tal que al girar el émbolo mediante una varilla de regulación, resulte la carrera útil deseada. Entre la cámara de alta presión de bomba y el comienzo de la tubería de impulsión, existen válvulas de presión adicionales según las condiciones de inyección. Estas válvulas determinan un final de inyección exacto, evitan inyecciones ulteriores en el inyector y procuran un campo característico uniforme de bomba. (P. 276)

Figura # 1 “Bombas De Inyección Rotativa”



FUENTE: “Mecánica del automóvil “William H. Crouse, (1993). (P 276)

2.1.3.1 Construcción Y Operación De La Bomba De Inyección

Según Miguel de Castro Vicente (1990) Se define como el mecanismo capaz de determinar la capacidad de combustible que en todo momento el motor precisa de acuerdo con la voluntad del conductor y las necesidades del motor. Debe ser capaz de mandar este combustible al inyector con la presión debida, generalmente muy alta para su buena penetración en el interior de la cámara; y debe, además, relacionar constantemente el momento en el que manda el combustible con la posición de giro del cigüeñal para determinar la correcta situación del avance.

Para llevar a cabo estas funciones de la bomba de inyección se ayuda de dos dispositivos anexos que son: el regulador, que determina la cantidad de combustible mandada, y el corrector de avance, que determina el punto de la inyección.

Tenemos representado en la parte baja un árbol de levas del que se puede destacarse una leva que en su giro se va a comportar del mismo modo a como lo hace el eje de levas del motor con las válvulas, es decir va a producir un movimiento de desplazamiento del pistón a través del rodillo sujeto a su vez de un empujador que se halla obligado a seguir el perfil de la leva por la presión que ejerce el muelle. En estas circunstancias, el embolo ocupa la posición más baja dentro del cilindro, i el combustible presionado por la bomba de alimentación entra por el conducto a llenar la cámara, sin poder tener acceso al inyector por cuanto la válvula de impulsión está cerrada y el combustible no dispone de la suficiente presión para abrirla. (P. 99)

Figura # 2 “Funcionamiento de la Bomba en el Cilindro”

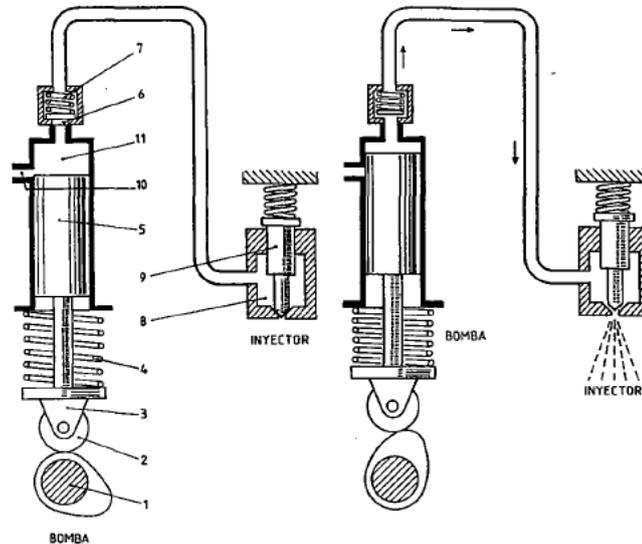


Figura 4. Esquema del funcionamiento de una bomba de inyección en línea. 1, leva. 2, rodillo. 3, empujador. 4, muelle. 5, émbolo o pistón. 6, válvula de descarga. 7, muelle antagonista de la válvula. 8, tobera. 9, aguja del inyector. 10, orificio de entrada del combustible. 11, cámara de inyección.

Figura 5. Cuando el lóbulo de la leva (1) acciona sobre el rodillo (2) el émbolo (5) asciende, tapa el orificio (10) y produce una inyección de combustible.

Fuente: “El motor Diesel en el Automóvil” (1987)

2.1.3.2 Principio de operación de la bomba de inyección mecánica

Según Glorieta de Rubén Darío (). La bomba de inyección es el encargado de suministrar el carburante en la cantidad precisa, en las condiciones necesarias y en el momento adecuado.

La bomba inyectora ha de inyectar el carburante a una presión muy alta pero en pequeña cantidad y muy dosificada, ya que para quemar un gramo de gasóleo se necesita 32 gramos de aire.

Sin embargo en motores de bomba de inyección rotativa, considerando que esta puede ser de varios tipos, el consumo aproximado es de 1 litro de combustible por 15.000-25.000 litros de aire y con bomba inyectora lineal 1 litro de gasóleo por 13.000 litros de aire.

2.1.4 Inyección Electrónica

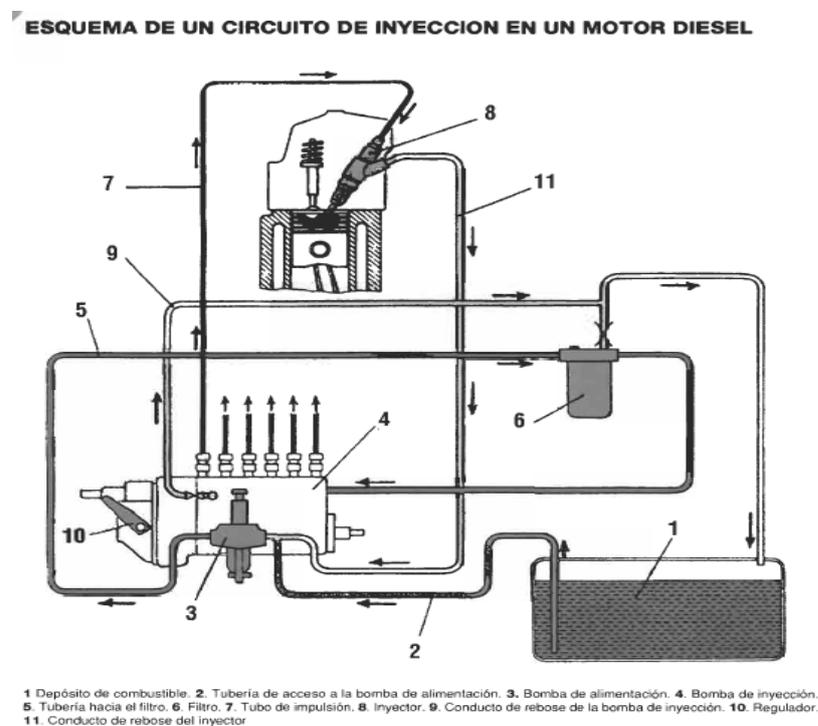
2.1.4.1 Principios de inyección

Según Albert Martí Parera. (1996) La inyección del combustible en el interior de la cámara de combustión en los motores diesel debe realizarse a elevadas presiones (de 250 a 400 Kg/cm) por dos razones:

- Es necesario superar la elevada presión que tiene el aire aspirado al final de la carrera de compresión para conseguir introducir el combustible.
- Para conseguir que el combustible salga del inyector en chorros finamente pulverizados y de esta forma, disminuir el tiempo de retardo de la combustión.

En consecuencia de que la inyección genera grandes presiones la válvula de salida y los inyectores es necesaria una bomba.” (p. 33)

Figura # 3 “Esquema de un Circuito de Inyección Diesel”



Fuente: “Inyección Electrónica En Los Motores Diesel” (1997)

2.1.4.2 Sistema de Alimentación

Generalmente en el colector de admisión no hay válvula de mariposa que determine la cantidad de aire que debe llegar a los cilindros que dependerá de la aspiración o succión de los pistones (vacío que se crea en los cilindros) y en los motores sobrealimentados del compresor volumétrico o de turbocompresor el motor diesel carece de encendido y carburador.

Mediante el pedal del acelerador se determina la cantidad de carburante que se inyecta en el tercer tiempo actuando sobre la bomba inyectora, una vez el aire se encuentra comprimido en la cámara de combustión (momento de la máxima temperatura de aire) se inyecta el carburante, inflamándose la mezcla por auto combustión.

No obstante, el gas-oíl precisa un pequeño tiempo para adquirir la temperatura necesaria para su combustión, cuyo tiempo se conoce como retraso en la iniciación de la combustión o retardo a la inflamación.

En los sistemas de inyección a diesel hay el depósito de combustible que dispone de un conducto de salida que va hacia la bomba de alimentación adosada a la bomba de inyección. El combustible bombeado pasa por el conducto y el filtro hacia la bomba de inyección a la espera de ser bombeado a alta presión por medio de los tubos de impulsión hacia el inyector cuya punta inyectora se encuentra en contacto directo con la cámara de combustión.

El combustible no utilizado por la bomba de inyección se devuelve a través del circuito de retorno al depósito y el no utilizado por el inyector se devuelve a través del circuito a la bomba de alimentación. El regulador de la bomba de inyección determinara mandar mayor o menor cantidad de combustible al inyector.

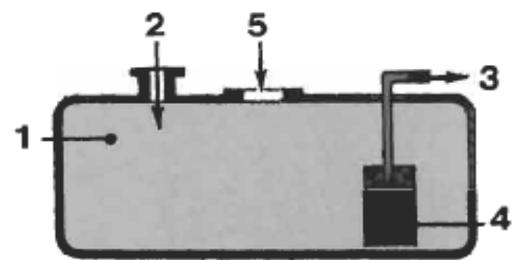
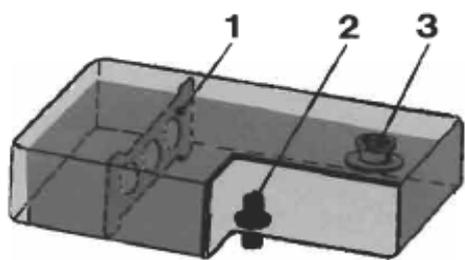
2.1.4.3 Circuito De Baja Presión

A) Depósito De Combustible

El depósito está situado normalmente alejado del motor en un punto bajo fabricado generalmente con chapa de acero o también de plástico, actualmente consta de una boca de llenado con un tapón de cierre con un pequeño orificio de ventilación para mantener en el interior la presión atmosférica y que no produzca el vacío (no saldría carburante) por la aspiración de la bomba.

En el orificio de salida del carburante, en su inicio suele haber un filtro para retener las impurezas que puede tener el carburante.

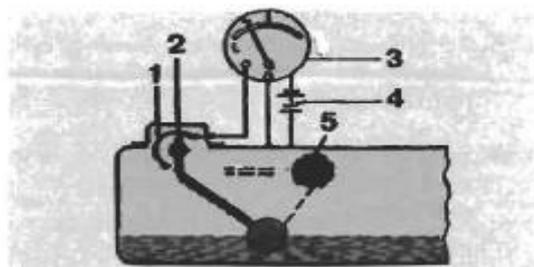
Figura # 4 “Depósito de combustible”



Depósito de carburante

1 Plancha de balanceo. 2 Orificio de salida. 3 Orificio de llenado.

1 Recipiente. 2 Boca de llenado. 3 Salida a bomba. 4 Filtro. 5 Taladro de alorador.



Indicador eléctrico

1 Resistencia. 2 Contacto. 3 Indicador. 4 Batería. 5 Flotador.

Fuente: “Inyección Electrónica Diesel” (2004)

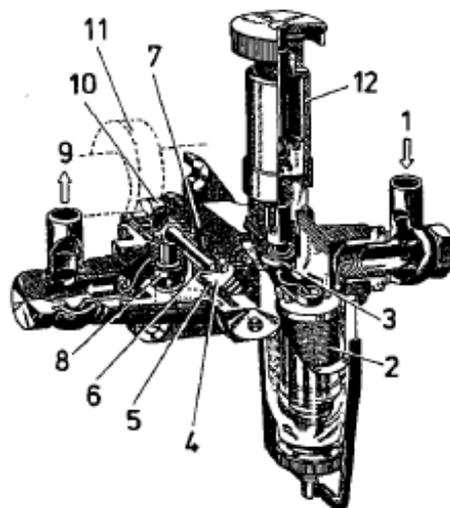
La cantidad de carburante en el depósito se puede medir mediante un flotador de plástico que con un tope de contacto, varia la resistencia de un circuito eléctrico donde la escala del medidor marca directamente el contenido del carburante en el depósito.

B) La Bomba De Alimentación

Según Miguel de Castro V (). La bomba de alimentación tiene una gran importancia por el valor de presión que proporciona el combustible a la entrada en la bomba de inyección. Si la potencia de alimentación fuera insuficiente, en una bomba de inyección en línea acarrearía problemas de suministro en muchos momentos de su actuación.

Un tipo de bomba de alimentación muy corriente es una llamada de simple efecto que de acuerdo con el giro de la leva del eje de levas de la bomba, el rodillo empujador está presionado sobre una varilla de impulsión la cual empuja el embolo en el sentido de la flecha de modo que se comprime el muelle del embolo y se reduce el volumen de la cámara.

Figura # 5 “Bomba de Combustible”



Bomba de alimentación Bosch. 1, aspiración. 2, prefiltro. 3, válvula de aspiración. 4, cámara de aspiración. 5, muelle del émbolo. 6, émbolo. 7, cámara de compresión. 8, válvula de descarga. 9, salida. 10, rodillo empujador. 11, eje de levas. 12, bomba manual de cebado.

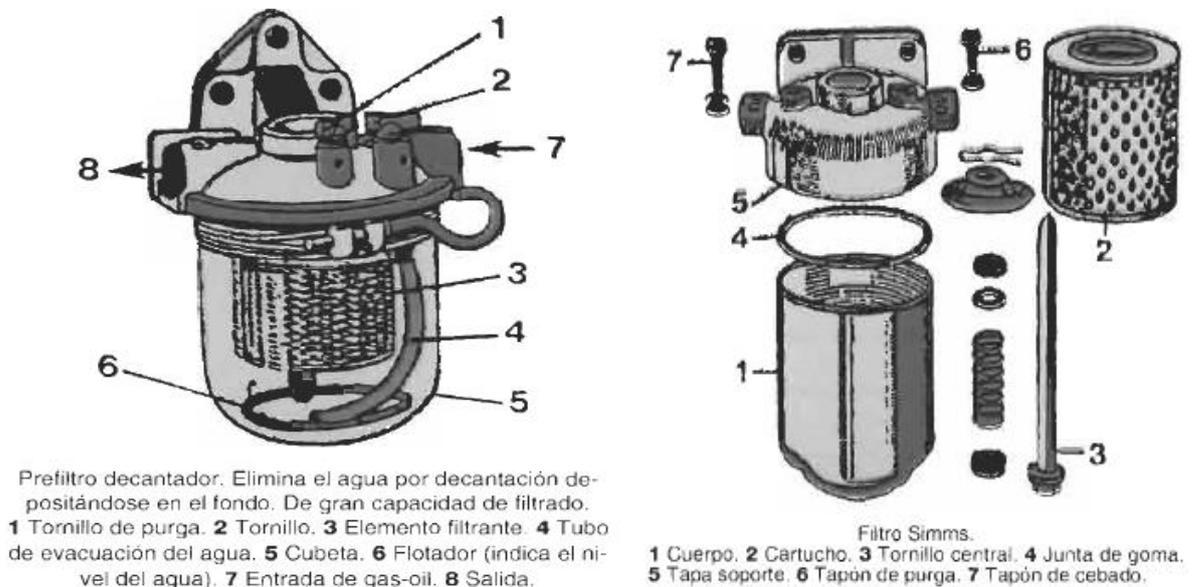
Fuente: “Inyección Electrónica Diesel” (2004)

C) Los Filtros Principales

Son los encargados de retener las partículas que pudiera llevar el carburante en suspensión. En general son de tamiz de malla fina, dispuestos a la salida del depósito, a la entrada de la bomba de alimentación.

Los filtros de carburante adquieren muchísima importancia en los motores de inyección ya que deben asegurar un correcto filtrado del carburante al que se lo somete al paso por una serie de elementos filtrantes como son el pre filtro y el filtro principal. Los pre filtros están situados entre el depósito y la bomba de alimentación, tiene por objeto retener las impurezas y el agua que lleva el carburante; y el filtro principal está colocado entre la bomba de alimentación y la inyección tiene por misión proteger la bomba inyectora y los inyectores reteniendo tanto el agua como las impurezas finas.

Figura # 6 “Filtros de combustible”



Fuente: “Inyección Electrónica Diesel” (2004)

D) Tuberías De Combustible De Baja Presión

Las tuberías de conducción pueden ser de acero o con estructura de mallazo, aunque las modernas son de un plástico especial y deben estar dispuestas de tal manera que no las afecte las deformaciones del vehículo ni las fuentes de calor extremas. Se sujetaran firmemente con abrazaderas o bridas específicas.

2.1.4.4 Circuito De Alta Presión

A) Regulador de Presión del Sistema

Según Bosch (2004). La bomba de alta presión es capaz de suministrar mucha más presión de combustible que la que se necesita para la combustión ideal en la mayoría de los regímenes del motor.

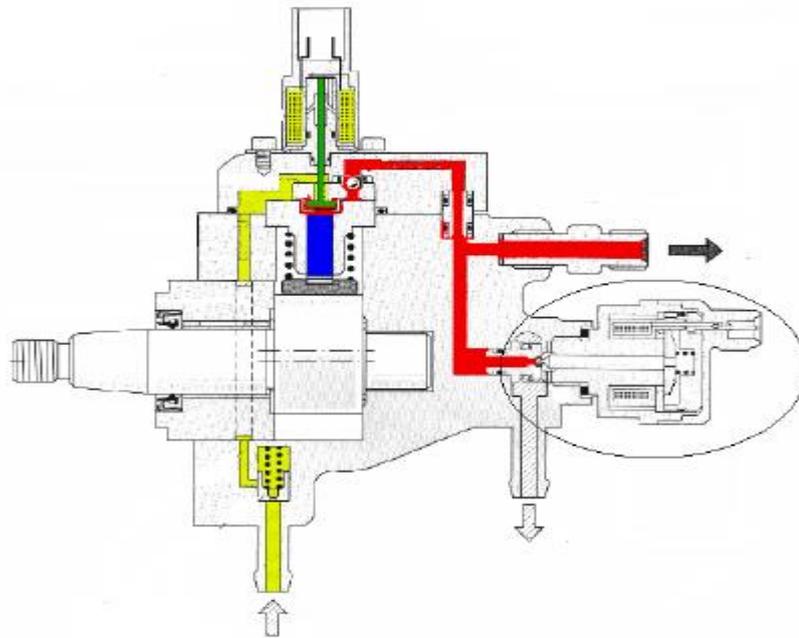
Por lo tanto se intercala entre el circuito de alta presión y el retorno un dispositivo capaz de regular la presión en el sistema, enviando al retorno parte de combustible y bajando la presión de alta en el conducto común, se denomina electro válvula de regulación de alta presión.

Está ubicada normalmente en la propia bomba, la electro válvula es gobernada por la unidad de control mediante intervalos (modulación de amplitud de impulsos) y una frecuencia fija de 1KHz.

En reposo la electroválvula reguladora de la presión deja pasar el combustible hacia el retorno con la única oposición de un muelle de compresión tarado de tal forma que solo se genera 100 bares de presión en el circuito de alta, insuficiente para el funcionamiento del motor.

Cuando se excita la electroválvula, la fuerza electromagnética de la bobina más la fuerza del muelle impide el paso de gasoil al retorno, aumentando la presión en el rail. (Pág. 21)

Figura # 8 “Electroválvula de alta presión”



Fuente:” Formatec Auto” (2004)

B) Limitadores De Flujo

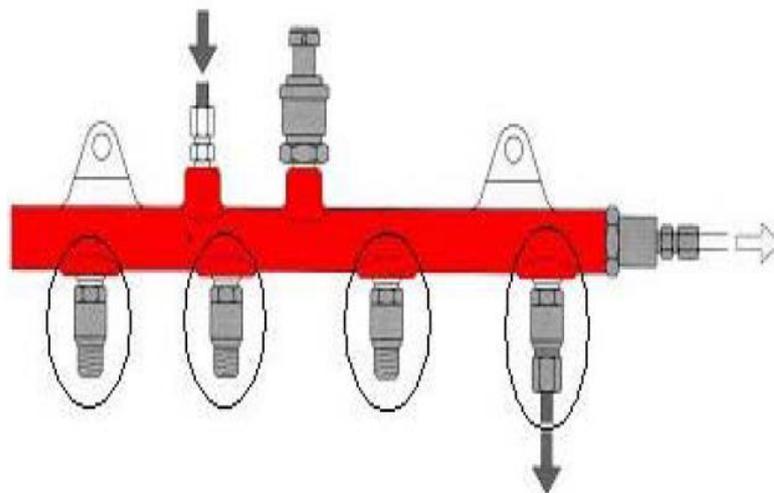
Se trata de una válvula mecánico-hidráulica ubicada entre el rail y la tubería del inyector, su misión es evitar que entre en el cilindro grandes cantidades de gasoil en el hipotético caso de que se quede abierto el inyector. No se monta en todos los sistemas empleados en distintas marcas.

En condiciones normales, el émbolo se encuentra en posición de reposo contra el tope del lado del rail debido a la presión de un muelle. El limitador contiene una cantidad de gasoil calculada por encima de la máxima inyección, incluida una reserva de seguridad. Al abrirse el inyector disminuye la presión en la parte inferior, por lo que él, émbolo se desplaza hacia abajo.

El limitador de flujo compensa esta diferencia de presión mediante el volumen desalojado por el embolo y no por el estrangulador, ya que este es demasiado pequeño. Al cerrar el inyector el embolo no llega al asiento inferior y se igualan las presiones, el muelle presiona al émbolo a su posición de reposo y el combustible fluye por el estrangulador.

En caso de quedarse abierto un inyector, se sobrepasa el volumen almacenado al limitador y el embolo llega al asiento estanco, cesando la inyección.

Figura # 9 “Limitador De Flujo”



Fuente: “Formatec Auto” (2004)

C) Válvula Limitadora De Presión

Se trata de una válvula de sobrepresión mecánico-hidráulica; Su misión es la de limitar la presión máxima en el raíl a 1500 bares. No se utiliza en todas las marcas.

El cuerpo dispone de un taladro en la parte del raíl. Un embolo con asiento cónico cierra el taladro por la presión de un muelle antagonista

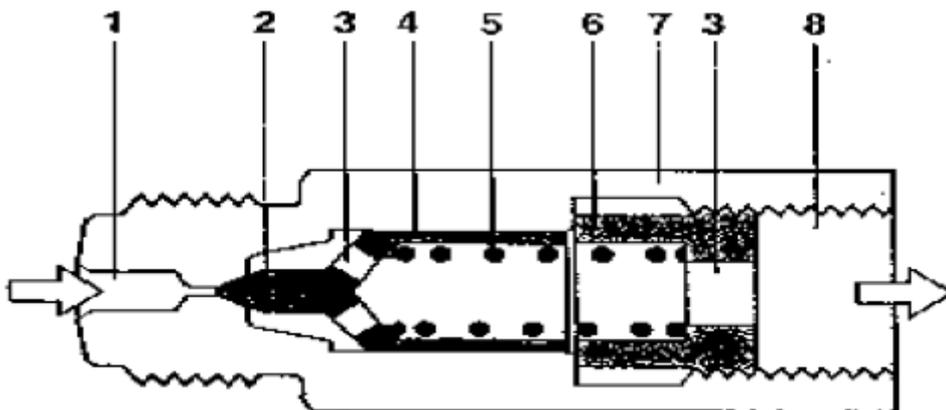
que esta tarado a 1500 bares. En condiciones normales la presión no supera los 1350 bares por lo que la válvula está cerrada.

Si se supera la presión de los 1500 bares que es capaz de aguantar el muelle, el embolo se desplaza y el combustible fluye entonces al retorno disminuyendo la presión en el raíl.

Figura # 10 "Válvula Limitadora de Presión"

Válvula limitadora de presión (esquema).

1 Empalme de alta presión, **2** válvula,
3 taladros de paso, **4** émbolo,
5 muelle de compresión, **6** tope, **7** portaválvula,
8 retorno.



Fuente: "Formatec Auto" (2004)

D) Variadores de Avance

Anteriormente se ha mencionado la importancia de inyectar en la cámara de compresión del motor una cierta cantidad de grados, antes de que el pistón alcance el PMS, para que el punto de máximo desarrollo de la potencia se produzca en una posición angular en la que pueda aprovechar al máximo toda la energía liberada en la combustión.

Dentro de los factores más importantes del retraso dentro del proceso de inyección está el tiempo que le cuesta recorrer toda las tuberías entre la bomba y los inyectores, el tiempo que al inyector le toma realmente abrirse, el tiempo que al combustible le toma pasar de forma líquida a su forma pulverizada, el tiempo necesario para que el combustible pulverizado comience a inflamarse, termine de hacerlo y la duración que toma la inyección antes del cierre del inyector. Algunas de estas variables se ven afectadas por otras variables como son la temperatura del aire, la temperatura del combustible, la calidad del mismo, el estado de los inyectores, la densidad del aire comprimido (en ultimas, el llenado de la cámara de compresión, que depende tanto de las revoluciones, como de la altura que el motor se encuentre con respecto al nivel del mar), etc.

Hoy en día, el desarrollo de la electrónica micro procesada y su implementación en los motores a diesel, hacen que muchas de estas variables puedan ser computados y corregidos los defectos del sistema para disponer de un avance de inyección muy eficiente. Sin embargo, en años anteriores no era así. La necesidad de adelantar la inyección se vio claramente cuando los motores diesel empezaron hacer utilizados en vehículos que requerían cambios constantes en el régimen del motor, por lo que se desarrollaron algunos sistemas de avance, inicialmente para las bombas en línea y luego, para las rotativas.

2.1.5 Unidad De Control Electrónica ECU

Los motores diesel con gestión electrónica al igual que los motores de inyección de gasolina, llevan una unidad de control electrónica (ECU) o centralita. La unidad de control es de técnica digital, funciona como un ordenador, tiene un microprocesador que compara las distintas señales que recibe del exterior (sensores) con un programa interno grabado en memoria y como resultado genera unas señales de control que manda a los distintos dispositivos exteriores que hacen que el motor funcione. La ECU adapta continuamente sus señales de control al funcionamiento del

motor. La unidad de control en algunos casos está colocada en el habitáculo de los pasajeros para protegerla de las influencias externas, algunas marcas colocan la (ECU) en el vano motor

2.1.5.1 Efectos

- El hecho de usar una ECU tiene la ventaja de reducir el consumo de combustible, mantener bajos los niveles de emisiones de escape al tiempo que mejora el rendimiento del motor y la conducción.
- La ECU controla el régimen de ralentí del motor, también se encarga de limitar el régimen máximo de revoluciones reduciendo la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros.

Si el aire que aspira el motor alcanza temperaturas altas o al decrecer la densidad del aire, la ECU reduce la cantidad de inyección a plena carga a fin de limitar la formación de humos de escape. La ECU también reduce la cantidad de inyección de combustible a plena carga, si la temperatura refrigerante motor alcanza valores muy elevados que puedan poner en peligro el motor.

2.1.5.2 Cómo funciona

Las señales que recibe la ECU de los distintos sensores son evaluadas continuamente, en el caso de que falle alguna señal o sea defectuosa, la ECU adopta valores sustitutivos fijos que permitan la conducción del vehículo hasta que se pueda arreglar la avería. Si hay alguna avería en el motor esta se registrará en la memoria de la ECU. La información sobre la avería podrá leerla el mecánico en el taller conectando un aparato de diagnosis al conector que hay en el vehículo a tal efecto. Si se averían los sensores o los elementos de ajuste que podrían suponer daños en el motor o conducir a un funcionamiento fuera de control del vehículo, se

desconecta entonces el sistema de inyección, parándose lógicamente el vehículo.

2.1.5.3 En caso de avería

Para informar al conductor de que algún sistema del motor está fallando, la ECU enciende un testigo en el tablero de instrumentos.

El testigo se enciende cuando hay un fallo en alguno de los siguientes componentes:

- Sensor de elevación de aguja.
- Sensor de impulsos (rpm.).
- Sensor de posición, regulador de caudal de combustible.
- Sensor de posición del pedal del acelerador.
- Válvula EGR.
- Servomotor, regulador de caudal de combustible.
- Válvula magnética de avance a la inyección.

El testigo de avería cuando se enciende indica al conductor que debe dirigirse al taller para hacer una revisión del vehículo.

2.1.5.4 Diagnosis

Para poder consultar los fallos en el funcionamiento del motor así como para poder hacer pruebas y ajustes en los elementos que lo permiten necesitamos un aparato de diagnosis que nos va a servir para:

- Leer los códigos de avería, así como identificarlos.
- Solicitar datos sobre el estado actual de las señales de los sensores y compararlas con los valores teóricos de los manuales de verificación.
- Hacer pruebas de funcionamiento sobre los distintos componentes eléctricos (electroválvulas, relés, etc.) del sistema motor, así como de otros sistemas (ABS, servodirección, cierre centralizado, etc.)-

- Se pueden hacer ajustes, esto nos va permitir variar en nº de rpm en ralentí así como la cantidad de combustible a inyectar. Además se pueden ajustar el avance a la inyección y la cantidad de reenvió de los gases de escape (sistema EGR).

2.1.5.5 Señales que interpreta la ECU

Las centralitas están diseñadas para interpretar las señales de ciertos componentes del vehículo y responder según estas señales, dejamos una lista de las señales más comunes que tienen que interpretar tanto de entrada como de salida.

2.1.5.6 Señales de entrada a la ECU

1. Señal del sensor de posición del servomotor y señal del sensor de temperatura del combustible.
2. Señal del sensor de elevación de aguja.
3. Señal del sensor de régimen (rpm).
4. Señal del sensor de temperatura del refrigerante motor.
5. Señal del sensor de sobrepresión del turbo.
6. Señal del medidor del volumen de aire y señal del sensor NTC de temperatura de aire.
7. Señales del sensor de posición del pedal del acelerador.

ECU. Señal del sensor de presión atmosférica que se encuentra en la misma ECU.

Se tienen otras señales de entrada en caso de que el vehículo monte caja de cambios automática, aire acondicionado e inmovilizador.

2.1.5.7 Señales de salida de la ECU

1. Señal de control del servomotor, señal de control de la válvula magnética y señal de control de la válvula de STOP.
2. Señal de control del relé que alimenta a las bujías.
3. Bujías de incandescencia. En este caso tenemos 5 bujías por que el motor es de 5 cilindros.
4. Señal de control del relé que alimenta a los electros ventiladores.
5. Electro ventiladores de refrigeración del motor.
6. Señal de control del sistema EGR.
7. Señal de control de la presión del tubo.

Se tienen otras señales de salida en caso de que el vehículo monte inmovilizador y otros extras.

Figura # 11 “Unidad de Control Electrónico (ECU)”



Fuente: “Motores Diesel” (2008)

2.1.6 Componentes de Censado (Sensores)

Para tener una idea mejor de lo que es un sistema de inyección electrónico y sabiendo también que es una computadora la encargada de abrir al inyector el tiempo necesario para entregar una cantidad adecuada de combustible.

Para obtener esta cantidad adecuada de combustible, la cual debe mezclarse e ingresar al cilindro, esta computadora necesitará de alguna o de mucha información para actuar debidamente.

Por lo tanto, todo sistema de inyección electrónica requiere de sensores que detecten los valores importantes que deben ser medidos, para que con esta información sea entregada a la Computadora y ella pueda determinar el tiempo de actuación o de apertura de los inyectores.

Los sensores son elementos encargados de transmitir información de los diferentes estados del motor y deseos del conductor a la unidad de mando. Su cometido en el sistema es sustituir magnitudes físicas en magnitudes eléctricas que sean entendidas por la unidad de mando.

2.1.6.1 Sensor de Alta Presión

Este sensor es el encargado de informar a la unidad de mando de la presión existente en el rail y por lo tanto en la parte de alta presión del sistema.

Es un sensor de vital importancia para el sistema y la información debe ser precisa con una tolerancia aproximadamente del 2 % y rápida. Consta de una membrana en contacto con el combustible a la que se adhiere un elemento semiconductor que transforma la presión en una señal eléctrica. La deformación máxima de la membrana se sitúa en torno a 1 mm a 1500bares de presión, siendo la variación de tensión de 0.70 mV. Se basa en el siguiente principio:

La resistencia eléctrica de las capas aplicadas sobre la membrana varía si se deforman. Esta resistencia integrada en un puente de resistencias es evaluada y amplificada por un circuito electrónico alimentado con 5 V. y que se encarga de enviar a la unidad de mando una señal de tensión dentro de los márgenes 0.5 V.....4.5 V.

Tabla de tensión respecto a la presión y el funcionamiento del motor.

Contacto dado	0 bar	0,5 V
Ralentí	300 bar	1,2 V
3000 RPM	600 bar	2,0 V
Plena carga circulando	1300 bar	4,3 V

Tabla # 1

2.1.6.2 Sensor De Revoluciones Del Árbol De Levas

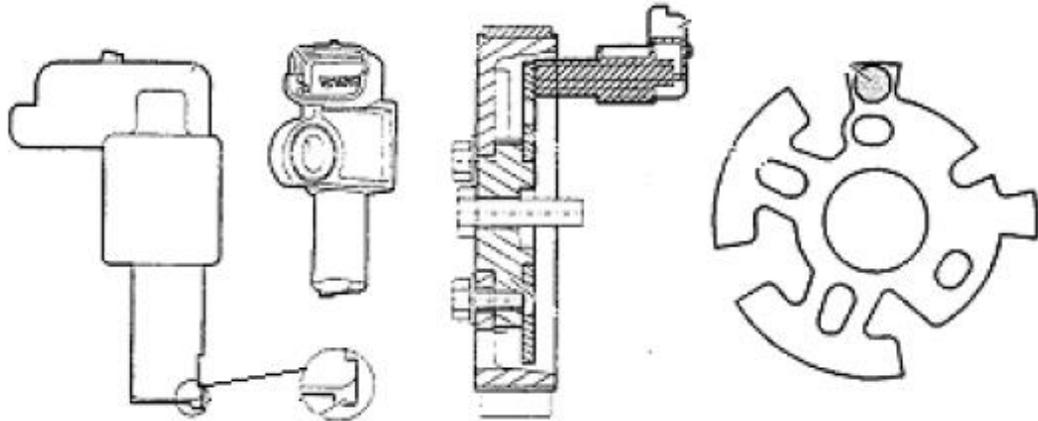
También es conocido habitualmente como sensor hall, en un motor de 4 tiempos el cigüeñal gira 2 vueltas por cada ciclo del motor y el sensor del PMS solo reconoce el PMS de dos cilindros cada vez.

El sensor de fase sirve para que la unidad de mando reconozca cuál de los dos cilindros que se encuentran en el punto muerto superior esta en compresión. Dado que el árbol de levas gira la mitad de vueltas que el cigüeñal, su posición determina si un pistón se encuentra en compresión o en escape.

Se trata de captadores hall y en la mayoría de los casos reconoce varios cilindros. Su funcionamiento está basado en el captador hall de los distribuidores, pero en lugar de tener un imán fijo e intercalar una chapa ranurada, ahora tenemos imanes móviles y de diferente tamaño.

Recordar que el sensor hall tiene 12 v. para alimentar el circuito electrónico y los 5 v. (Tensión de referencia) viene desde la unidad de mando y los deriva a masa cuando es atravesado su campo magnético por un imán.

Figura # 12 “Sensor De Revoluciones Del Árbol De Levas”

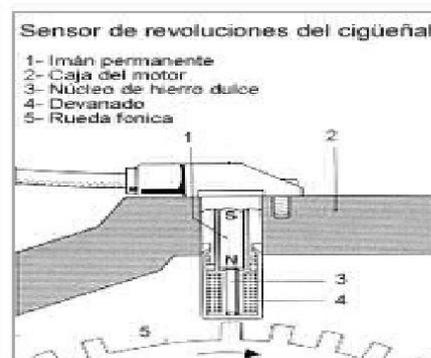


Fuente: “Formatec Auto” (2004)

2.1.6.3 Sensor De Revoluciones Del Cigüeñal

La posición del pistón de un cilindro es decisiva para el momento de inyección correcto. Todos los pistones de un motor están unidos al cigüeñal mediante bielas. Un sensor en el cigüeñal suministra por lo tanto información sobre la posición de los pistones de todos los cilindros. El número de revoluciones indica el número de vueltas del cigüeñal por minuto. Esta magnitud de entrada importante se calcula en la unidad de control a partir de la señal del sensor inductivo de revoluciones del cigüeñal.

Figura # 12 “Sensor De Revoluciones Del Cigüeñal”



Fuente: “Manual de motores a Diesel” (2008)

En el cigüeñal existe aplicada una rueda transmisora ferro magnética con 60 menos 2dientes, habiéndose suprimido dos dientes. Este hueco entre dientes especialmente grande esta en correspondencia con una posición definida del cigüeñal para el cilindro"1".El sensor de revoluciones del cigüeñal explora la secesión de dientes en la rueda transmisora. El sensor consta de un imán permanente y de un núcleo de hierro dulce con un devanado de cobre. Ya que pasan alternativamente por el sensor dientes y huecos entre dientes, varia el flujo magnético y se induce una tensión alterna senoidal .La amplitud de la tensión alterna crece fuertemente al aumentar el número de revoluciones. Existe una amplitud suficiente a partir de un número de revoluciones mínimo de 50 vueltas por minuto.

Cálculo del número de revoluciones.- Los cilindros de un motor están desfasados entre sí. Después de 2 vueltas de cigüeña l(720 grados), el primer cilindro inicia otra vez un nuevo ciclo de trabajo. Para saber la separación de encendido en un motor de 4 cilindros y 4 tiempos, se divide 720 grados entre el número de cilindros; en este caso 4 cilindros y tenemos una separación de encendido de 180 grados, es decir, esto aplicado al sensor de revoluciones significa que debe detectar 30 dientes entre cada encendido.

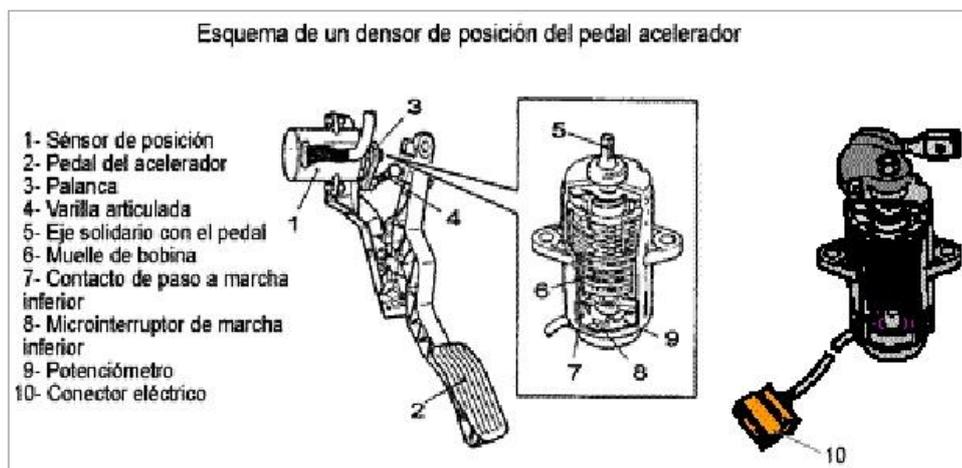
2.1.6.4 Sensor Del Pedal Del Acelerador

Contrariamente a las bombas convencionales de inyección rotativa o de inyección en línea, en el sistema EDC, el deseo del conductor ya no se transmite a la bomba de inyección mediante un cable de tracción o un varillaje, sino que se registra con un sensor de pedal acelerador y se transmite a la unidad de control (se denomina también como "Pedal acelerador electrónico"). En dependencia de la posición del pedal del acelerador surge en el sensor del pedal una tensión variable que se registra mediante un potenciómetro.

Conforme a una línea característica programada se calcula la posición del pedal del acelerador a partir de la tensión. Los motores diesel con

gestión electrónica no llevan cable o articulación que una el pedal del acelerador con la bomba de inyección. En su lugar la bomba recibe información sobre la posición del pedal del acelerador a través de la ECU que interpreta la señal eléctrica que recibe del potenciómetro que se mueve empujado por el pedal del acelerador. El potenciómetro recibe tensión de la ECU, siendo la tensión de salida una señal que varía con la posición del potenciómetro y, por lo tanto, con la posición del acelerador.”

Figura # 13 “Sensor del Pedal Del Acelerador”



Fuente: “Manual de Motores a Diesel”(2008)

El sensor de posición lleva un muelle helicoidal que actúa como recuperador de la posición inicial del pedal del acelerador. Este sensor en concreto tiene un ángulo de movilidad de 90 grados aproximadamente.

A) Micro interruptor de ralentí: El sensor de posición del acelerador además de un potenciómetro lleva un micro interruptor de ralentí que cierra y pone a tierra una conexión, cuando se deja de pisar el pedal del acelerador.

B) Contacto a marcha inferior: Si el vehículo tiene transmisión de marchas automática, el sensor de posición del pedal del acelerador tiene

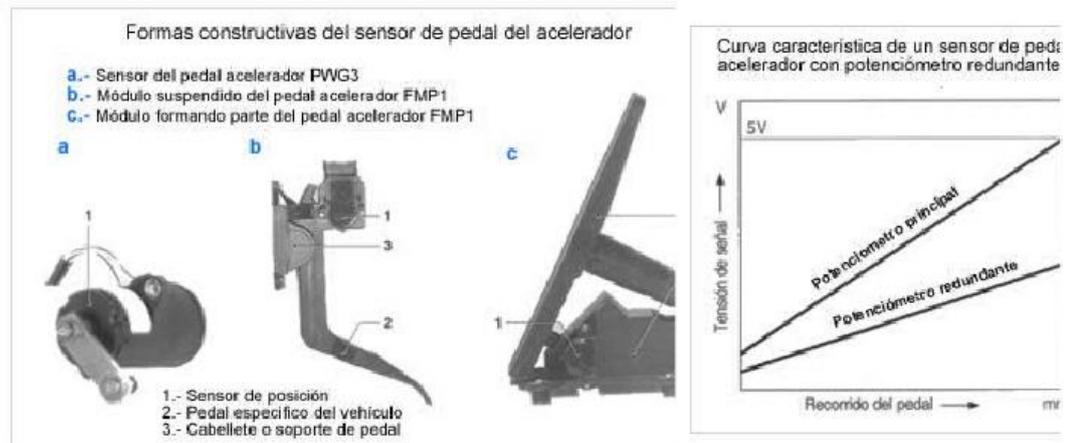
un contacto a marcha inferior que cierra y pone a tierra un circuito cuando se presiona totalmente el acelerador.

C) Función de sustitución: Si ocurre un fallo en este sensor el motor disminuye la velocidad para que el conductor pueda llegar hasta el taller más cercano a comprobar la avería. En el moderno control electrónico del motor, el deseo del conductor (por ejemplo: aceleración, marcha constante, deceleración, etc.) ya no se comunica más al control del motor a través de un cable de tracción o varillaje. Un sensor del pedal acelerador (llamado también transmisor del valor del pedal, PWG) detecta la posición del pedal y la transmite a la unidad de control.

D) Estructura y funcionamiento: El componente esencial es un potenciómetro (resistencia eléctrica variable). Dependiendo de la posición del pedal acelerador surge en este una tensión. Conforme a una línea característica programada en la unidad de control se calcula la posición del pedal acelerador a partir de esta tensión. Para fines de diagnóstico y en su caso para la representación de una función sustitutiva se tiene integrado un redundante (doble). Se diferencia entre dos versiones

E) Conmutador de ralentí y kickdown: El conmutador de ralentí cambia su estado, en caso de recorridos pequeños del pedal, de "señal de margen de ralentí" a "señal de margen de plena carga". Para los vehículos con cambio automático es posible, en esta variante, que un conmutador adicional genere una señal kickdown.

Figura # 14 “Formas Constructivas Del Sensor Del Pedal De Aceleración”



Fuente: “Sensores del automóvil” (2004)

F) Segundo potenciómetro: Un segundo potenciómetro redundante suministra en todos los puntos de servicio siempre la media tensión del primer potenciómetro. Los sensores de pedal acelerador se montan como sensores individuales o como módulos completos.

2.1.6.5 Sensor De Presión De Sobrealimentación

Este sensor está unido neumáticamente al tubo de admisión y mide la presión absoluta del tubo de admisión de 0,3 a 0,5 bar. El sensor está dividido en una célula de presión con dos elementos sensores y un recinto para el circuito evaluador. Los elementos sensores y el circuito evaluador se encuentran sobre un substrato cerámico común.

Un elemento sensor consta de una membrana de capa gruesa en forma de campana, que encierra un volumen de referencia con una presión interior determinada. Según cuál sea la magnitud de la presión de sobrealimentación se deforma diferentemente la membrana.

Sobre la membrana hay dispuestas resistencias "piezorresistivas", cuya conductividad varia bajo tensión mecánica. Estas resistencias están

conectadas en puente de tal forma que una desviación de la membrana conduce a una variación de la adaptación del puente. La tensión del puente es por tanto una medida de la presión de sobrealimentación.

El circuito evaluador tiene la misión de amplificar la tensión de puente, de compensar influencias y de linealizar la curva característica de presión. La señal de salida del circuito evaluador se conduce a la unidad de control. Con ayuda de una curva característica programada se realiza al cálculo de la presión de sobrealimentación, a partir de la tensión medida.

2.1.6.6 Sensor TPS

Este sensor está situado sobre la mariposa y en algunos casos del sistema mono punto está en el cuerpo (el cuerpo de la mariposa es llamado también como unidad central de inyección).

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviándola información hacia la unidad de control. El tipo de sensor de mariposa más extendido en su uso es el denominado potenciómetro.

2.1.6.7 Sensor de Temperatura IAT

El sensor mide la temperatura del aire. Se puede ajustar así la mezcla con mayor precisión si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarreará fallas en el motor.

Posee una resistencia que aumenta su valor proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire. Está situado en el ducto plástico de la admisión del aire. Pudiéndose encontrar dentro o fuera del filtro de aire. Los problemas de este sensor se traducen sobre todo en emisión de monóxido de carbono demasiados elevados problemas para arrancar el vehículo cuando esta frío y un consumo excesivo de combustible, también se manifiesta una aceleración elevada.

Es importante verificar cada 30000 o 40000 kilómetros que no existan oxido en los terminales ya que los falsos contactos de este suelen ser uno de los problemas más comunes en ellos.

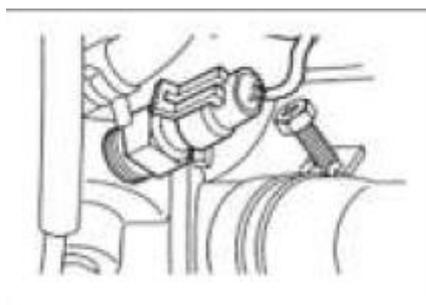
2.1.6.8 Sensor de Temperatura (ECT)

El sensor de temperatura del líquido refrigerante es un componente electrónico que juega un papel muy importante en el control de emisiones contaminantes.

Este sensor es utilizado por el sistema de preparación de la mezcla aire-combustible, para monitorear la temperatura en el motor del automóvil.

La computadora ajusta el tiempo de inyección y el ángulo de encendido, según las condiciones de temperatura a las que se encuentran el motor del auto, en la base a la información que recibe del sensor ECT. En función de la temperatura del líquido refrigerante, la resistencia del sensor ECT o CTS se modifica. A medida que la temperatura va aumentando, la resistencia se disminuye.

Figura # 17 “sensor ECT”



Fuente: “Manual De Servicios Luv-Dmax” (2007)

2.1.6.9 Sensor De Oxigeno O2

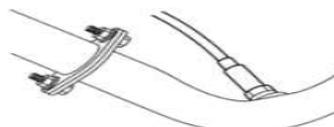
Este sensor es un compuesto de zirconia/platinium; su función es verificar la cantidad de oxígeno en los gases de escape, informado a la ECM para realizar nuevas correcciones. El sensor de oxigeno calentado consiste en un elemento analizador de oxigeno zircónico de activación a baja temperatura de 4 hilos con calefactor para alcanzar la temperatura de operación de 315°C y hay montado uno en cada tubo de escape.

El ECM suministra 450 mil voltios constantemente entre los dos terminales de suministro, y la concentración de oxígeno en el gas de escape es enviada al ECM como voltaje de señal del retorno.

El oxígeno presente en el gas de escape reacciona con el sensor para producir una salida de voltaje. Este voltaje debe fluctuar constantemente de 100mV a 1000mV aproximadamente y el ECM calcula la duración de impulso ordenada para los inyectores para producir la mezcla apropiada en la cámara de combustión. Un voltaje de salida bajo del sensor de oxigeno indicara una mezcla pobre que resultara en una orden de aumento de la mezcla para compensar. Un voltaje de salida alto del sensor de oxigeno indicara una mezcla rica que resultara en una orden de reducción de la mezcla para compensar.

Los sensores de oxigeno calentado se utilizan para minimizar el tiempo requerido para que comience la operación de control del combustible en bucle cerrado y permitir un seguimiento catalizador preciso.

Figura # 18 “Sensor O2”



Fuente: “Manual de Servicios Luv-Dmax”

2.1.7 Actuadores

Son elementos encargados de efectuar las órdenes enviadas por la unidad de mando.

2.1.7.1 Inyectores

La misión de los inyectores es la de realizar la pulverización de la pequeña cantidad de combustible y de dirigir el chorro de tal modo que el combustible sea esparcido homogéneamente por toda la cámara de combustión.

Debemos distinguir entre inyector y porta-inyector y dejar en claro desde ahora que el último aloja al primero; es decir, el inyector propiamente dicho está fijado al porta-inyector y es este el que lo contiene además de los conductos y racores de llegada y retorno de combustible.

Destaquemos que los inyectores son unos elementos muy solicitados, lapeados conjuntamente cuerpo y aguja (fabricados con ajustes muy precisos y hechos expresamente el uno para el otro), que trabajan a presiones muy elevadas de hasta 2000 aperturas por minuto y a unas temperaturas de entre 500 y 600 °C.}

A) Principio De Funcionamiento

El combustible suministrado por la bomba de inyección llega a la parte superior del inyector y desciende por el canal practicado en la tobera o cuerpo del inyector hasta llegar a una pequeña cámara teórica situada en la base, que cierra la aguja del inyector posicionado sobre un asiento cónico con la ayuda de un resorte, situado en la parte superior de la aguja, que mantiene el conjunto cerrado.

El combustible, sometido a un presión muy similar a la del tarado del muelle, levanta la aguja y es inyectado en el interior de la cámara de combustión.

Cuando la presión del combustible desciende, por haberse producido el final de la inyección en la bomba, el resorte devuelve a su posición a la aguja sobre el asiento del inyector y cesa la inyección

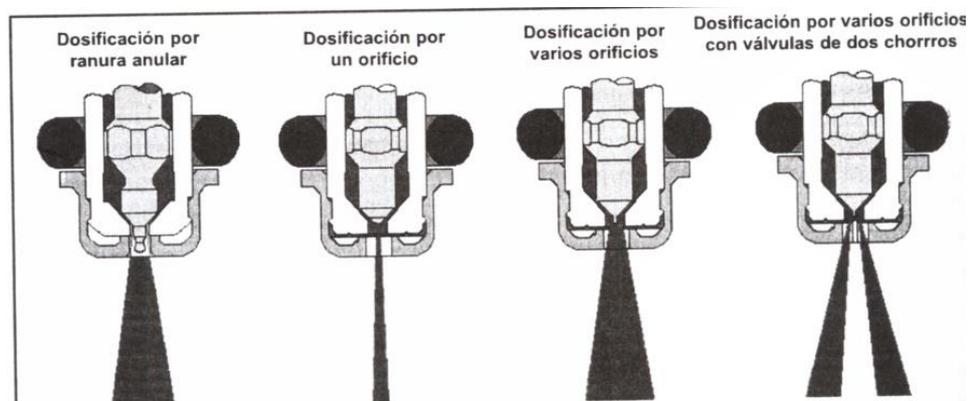
2.1.7.2 Formas de Inyección de los Inyectores.

Cuando hablamos de un dardo de inyección nos hemos referido siempre a una sola salida de combustible del inyector y este combustible que, de forma pulverizada se mezcla con el aire aspirado por el motor.

Los primeros sistemas de inyección diseñaron a un inyector cuya aguja abría a un paso del combustible presurizado en su cuerpo interno y en el momento de su apertura se proyectaba en forma de un dardo cónico. Con el pasar de los tiempos y buscando mejorar su trabajo, se han diseñado otras formas de proyectar este combustible, manteniendo un solo dardo en algunos casos y diseñando una boquilla de orificios múltiples.

Este nuevo diseño de orificios múltiples tiene ciertas ventajas frente a sus antecesores, ya que, al no estar expuesta la aguja como en el caso anterior, ya no se presentan los daños y suciedades que limitan la entrega de combustible. El sistema de orificios múltiple permite inyectar de manera más amplia y mejor pulverizando al combustible, manteniendo más tiempo limpia la punta del inyector.

Figura # “Formas de Dardos de Inyección”



Fuente: “Manual de Sistemas de Inyección” Thiessen (2000) (p.209)

2.1.7.3 Electro Válvula De Regulación Del Avance De La Inyección

Esta electroválvula es comandada por la unidad de control y su trabajo es controlar la presión del regulador y por ende el avance de la inyección. El valor de la resistencia máximo a 25°C es de 20 ohmios.

Para verificar que la electroválvula está funcionando correctamente es necesario hacer uso del osciloscopio y ver que la señal tenga los mismos parámetros que la figura.

2.1.7.4 Electroválvula De Recirculación De Las Gases De Escape

Por lo general la tensión de alimentación es de 12 V entonces esta es la primera verificación que procedemos hacer, después con ayuda del osciloscopio hacemos la medida y verificamos la señal. La comprobación del funcionamiento de esta electroválvula es muy sencilla, ya que como sabemos que cuando las revoluciones son muy altas hablemos de 3000 rpm en adelante, la variación de la electroválvula es mínima por lo que el ángulo debe afrontar cambios en su medida.

En cambio en niveles bajos de revoluciones por ejemplo en ralentí el funcionamiento de esta electroválvula se acelera y se verán los cambios en la señal de medida.

2.1.7.5 Bujías De Pre calentamiento

En las maquinas, en ocasiones es necesario calentar previamente ciertas partes antes de poner la maquina en marcha, lo más común es calentar el aceite de lubricación o de los dispositivos hidráulicos.

Las bujías de pre calentamiento o bujías incandescentes son dispositivos dotados de una resistencia eléctrica y accionada desde la llave del encendido, que se utilizan para facilitar el arranque en frio de los motores de combustión interna, especialmente los motores diesel.

Al arrancar el motor diesel necesita comprimir el aire admitido y calentarlo alrededor de 900°C para que se inicie la combustión.

Cuanto más rápido se calienta la cámara de combustión más rápido arrancara el motor.

Entre los motores diesel hay diferentes cámaras de combustión lo que dificulta que la temperatura sea la misma para todos los motores.

2.1.8 Análisis de los gases de escape de los Motores de Combustión Interna.

A continuación se explica los fundamentos básicos del análisis de gases de escape de un motor de combustión interna. Del resultado del proceso de combustión del motor se obtienen diversos gases y productos, entre ellos los más importantes son el CO (monóxido de carbono), el CO₂ (dióxido de carbono), el O₂ (Oxígeno), Hidrocarburos no quemados (HC), Nitrógeno, Agua y bajo ciertas condiciones Nox (óxidos de Nitrógeno).

Un correcto análisis de las proporciones de los gases puede dar lugar a diagnósticos muy importantes del funcionamiento del motor. El analizador de gases de escape analiza la química de estos gases y nos dice en que proporciones se encuentran los mismos. Todos estos productos se obtienen a partir del aire y del combustible que ingresa al motor, el aire tiene un 80 % de Nitrógeno y un 20 % de Oxígeno (aproximadamente).

Podemos entonces escribir lo siguiente:

AIRE + COMBUSTIBLE =====> CO + CO₂ + O₂ + HC + H₂O + N₂ +
Nox (bajo carga)

Una combustión completa, donde el combustible y el oxígeno se queman por completo solo produce CO₂ (dióxido de carbono) y H₂O (agua). Este proceso de una combustión completa y a fondo muy pocas veces se lleva a cabo y entonces surge el CO (monóxido de carbono) y consiguientemente aparece O₂ (Oxígeno) y HC (Hidrocarburos),

tengamos en cuenta que la aparición de los mismos es porque al no completarse la combustión "siempre queda algo sin quemar."

Los valores normales que se obtienen a partir de la lectura de un analizador de gases conectado a un motor de un vehículo de Inyección Electrónica son los siguientes:

CO < 2 % O₂ < 2%

CO₂ >12% HC < 400ppm.

El nitrógeno normalmente así como entra en el motor, sale del mismo y en la medida que el motor no esté bajo una carga importante no forma Óxidos de Nitrógeno.

2.1.8.1 CO (monóxido de carbono)

Según www.cise.com S.A., " El Monóxido es resultado del proceso de combustión y se forma siempre que la combustión es incompleta, es un gas toxico, indoloro e incoloro. Valores altos del CO, indican una mezcla rica o una combustión incompleta."

Normalmente el valor correcto está comprendido entre 0,5 y 2 %, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen.

2.1.8.2 CO₂ (Dióxido de Carbono)

Según www.cise.com S.A., " El dióxido de Carbono es también resultado del proceso de combustión, no es toxico a bajos niveles, es el gas de la soda, el anhídrido carbónico".

El motor funciona correctamente cuando el CO₂ está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15 %. Es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión. Como regla general, lecturas

bajas son indicativas de un proceso de combustión malo, que representa una mala mezcla o un encendido defectuoso.

2.1.8.3 HC (Hidrocarburos no quemados):

Este compuesto representa los hidrocarburos que salen del motor sin quemar. La unidad de medida es el ppm, partes por millón de partes, recordemos que el porcentaje representa partes por cien partes y el ppm, partes por millón de partes. La conversión sería $1\%=10000$ ppm.

Se utiliza el ppm, porque la concentración de HC en el gas de escape es muy pequeña. Una indicación alta de HC indica:

- Mezcla rica, el CO también da un valor alto.
- Mala combustión de mezcla pobre.
- Escape o aceite contaminado.
- El valor normal está comprendido entre 100 y 400 ppm.

2.1.8.4 O₂ (Oxígeno)

Este compuesto es el oxígeno del aire que sobra del proceso de combustión. Un valor alto de Oxígeno puede deberse a mezcla pobre, combustiones que no se producen o un escape roto. Un valor de 0% significa que se ha agotado todo el oxígeno, si el Co es alto es indicativo de un mezcla rica. Normalmente el Oxígeno debe ubicarse debajo del 2 %.

2.1.8.5 Nox (Óxidos de Nitrógeno)

Los óxidos de Nitrógeno se simbolizan genéricamente como Nox, siendo la "x" el coeficiente correspondiente a la cantidad de átomos de Nitrógeno, puede ser 1, 2,3 etc.

Según Microsoft Encarta 2008 S.A., "Los óxidos de nitrógeno son perjudiciales para los seres vivos y su emisión en muchos lugares del mundo se encuentra reglamentada".

Estos óxidos surgen de la combinación entre sí del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga, y con el objetivo de disminuir dicha emisión de gases, los motores incorporan el sistema EGR (recirculación de gas de escape). El EGR está constituido por una válvula, de accionamiento neumático o eléctrico, que permite que partes de los gases de escape pasen a la admisión del motor, y de esta forma se enriquezca la mezcla. Si bien el motor pierde potencia, la temperatura de combustión baja y ello lleva aparejado una disminución en la emisión de Nox.

Tenemos que destacar que la válvula EGR, se abre en motores nafteros sólo bajo condiciones de carga y su apertura es proporcional a la misma. El sistema EGR disminuye las emisiones de óxidos de nitrógenos, por una baja significativa en la temperatura de la cámara de combustión, como consecuencia del ingreso del gas de escape a la misma.

2.1.9 Relación Lambda

Se define a la relación Lambda como $Rel. \text{Lambda} = R. \text{Real} / 30$. Siendo R. Real la relación en peso aire- combustible real que tiene el motor en ese momento. La relación ideal aire-combustible es de 30 gr. de aire y 1 gr. de nafta.

En los motores diesel no hay proporción estequiometria, siempre se trabaja con exceso de aire (entre 20 a 1 y 50 a 1) ya que no hay mariposa y la potencia se regula regulando el caudal, de modo proporcional al pedal acelerador y al régimen.

En resumen una relación lambda menor que 1, significa que la mezcla aire combustible se está produciendo en una condición de riqueza. Una

relación lambda mayor que 1, significa que la relación aire combustible se está efectuando en una condición de pobreza.

Tengamos presente algo muy importante, una relación lambda=1, significa que el aire y el combustible han sido mezclados en la proporción exacta, lo que no implica que el motor después queme bien esos productos. Esto puede interpretarse como que a pesar que la mezcla es correcta, el motor puede tener deficiencias y quemar mal esa mezcla. Este concepto es importante porque nos puede indicar problemas en el motor, como una mala puesta a punto de la distribución, un encendido defectuoso, combustiones desparejas por inyectores sucios, etc.

2.2 Posicionamiento Teórico Personal

Nuestra investigación se ha iniciado de que mientras menor sea el consumo de combustible menor será la emisión de gases contaminantes. En la actualidad sistemas ayudados por la electrónica son aptos de realizar dosificaciones exactas de combustible y combustiones eficientes, logrando quemar la mezcla adecuadamente y resumir al máximo las emisiones de gases nocivos.

2.3 Glosario de Términos

Admisión.- Durante esta fase del ciclo de un motor de cuatro tiempos se inicia con la apertura de la válvula (o las válvulas) de admisión, mientras el pistón inicia su carrera de descenso desde el PMS al PMI. La succión que se crea se aprovecha para introducir la mezcla en el cilindro.

Árbol de levas.- Se conoce como un eje o árbol realizado en acero forjado dotado de levas o excéntricas que accionan las válvulas, que gira sobre unos rodamientos específicos mediante una conexión con el

cigüeñal. Cada dos vueltas que da el cigüeñal el árbol de levas da una sola.

Batería.- Es un acumulador eléctrico que almacena energía utilizando procesos electroquímicos. Su uso está determinado por el tiempo.

Biela.- Une el pistón con el cigüeñal. Se pueden distinguir tres partes en una biela. El pie es la parte más estrecha, y en la que se introduce el casquillo en el que luego se inserta el bulón, un cilindro metálico que une la biela con el pistón. El cuerpo de la biela es la parte central, y por lo general tiene una sección en forma de doble T

Bomba de Inyección.- Suministra la cantidad necesaria de combustible requerido, en el momento indicado y con la presión necesaria.

Cámara de combustión.- Espacio que queda entre la culata y el pistón, donde entra el aire y el combustible y aloja la combustión. Actualmente casi todas las culatas tienen una forma aproximadamente semiesférica, bien con culata plana y pistón cóncavo (Diesel, generalmente), o bien con una culata con esa forma semiesférica.

Culata.- Es la parte que cubre el bloque de cilindros (al que va unido mediante tornillos o pernos) por la parte superior, y contiene los conductos por los que entran y salen los gases al motor, las canalizaciones para la circulación de los líquidos refrigerante y lubricante, y además alojan el mecanismo de la distribución.

Cigüeñal.- Transforma el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotatorio, que luego pasa a las ruedas a través de la transmisión.

Colector de Admisión.- Son una serie de conductos que sirven para que el aire llegue sin ningún inconveniente la cámara de combustión cuando la válvula de admisión está abierta

Distribución.- Al conjunto de piezas que se encarga de regular la entrada y salida de los gases en el cilindro se le denomina distribución.

Encendido.- Proceso por el cual se inflama la mezcla de aire y combustible. Actualmente hay dos tipos de encendido: por chispa y por compresión.

Embolo.- Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

Escape.- Un poco antes de que el pistón termine su carrera de trabajo (ciclo de expansión) se abre la válvula de escape, con lo que los gases quemados, que tienen una presión en el cilindro mayor que la que existe en el exterior, comienzan a salir.

Factor Lambda.- Es la cantidad teóricamente ideal, lambda es igual a 1, la mezcla es la teóricamente ideal. Si es menor, es una mezcla rica en gasolina; si es mayor, una mezcla pobre en gasolina.

Mezcla.- Es mezclar aire con un carburante, según la proporción entre aire y carburante, la mezcla puede ser estequiometría, pobre o rica.

Octano.- Es una medida de la resistencia a la detonación de un combustible, con relación a un combustible de referencia.

Ralentí.- Número de revoluciones por minuto que funciona un motor de explosión cuando no está acelerado. En condiciones normales es estable, pero puede aumentar.

Sensor.- Es un dispositivo que mide automáticamente una variable, como presión, temperatura o régimen de giro, por ejemplo. Con la información de un sensor se pueden deducir variables distintas de la que está midiendo.

Inyector.- Es una electroválvula que en su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula.

2.4 Sub problemas e Interrogantes

2.4.1 ¿Con el cambio de la bomba de inyección mecánica por el sistema de inyección semi-electrónica, se logrará disminuir en un 5% las emisiones contaminantes de un motor ISUZU?

2.4.2 ¿El manual para reemplazar el sistema de inyección mecánica por el sistema de inyección semi-electrónica de un motor ISUZU ayudará a los técnicos a realizar procedimientos similares?

2.5 Matriz Categorial

CATEGORIA	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADOR
Emisiones contaminantes.	Aparición de niveles o materias contaminantes, que de acuerdo a su concentración o intensidad, afectan la vida y la salud humana, animal, vegetal.	Emisión de gases contaminantes producidos por fuentes móviles (automotores).	Disminución de emisiones de gases contaminantes. Cambio de sistemas de Inyección Semi- Electrónica por un Sistema de Inyección mecánica.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipos de investigación

- Experimental
- Descriptiva
- Explicativa
- Cuasi experimental

3.1.1 Documental

Se pondrá en uso todo el documento necesario que esté relacionado con este proyecto; para eso se podrá utilizar el material de libros que tiene la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

3.1.2 Practico

Se realizara todo el trabajo necesario para poder realizar este proyecto.

Los conocimientos que genera la investigación deberían constituir siempre uno de los elementos esenciales de la toma de decisión en todo campo donde se precisa la intervención de diversos niveles. De hecho, el estado de los conocimientos orienta a los programas de subvención, así como las acciones de todos los agentes de intervención, tanto públicos como comunitarios.

Es cuando el investigador posee una serie de conocimientos básicos y fundamentales de investigación científica y los pone en práctica de acuerdo a su necesidad.

Con la investigación práctica de puede colaborar en diversas formas con la sociedad:

- Estableciendo programas de investigación que fomenten la participación de los grupos que trabajan con la población con el

propósito de profundizar conocimientos o superar los modelos actuales.

- Llevando a cabo estudios de casos sobre proyectos y procesos colaborativos.
- Ayudando a organismos a producir herramientas y métodos de evaluación; influyendo en las políticas institucionales y gubernamentales.

3.1.3 Tecnológico

Aquí debemos poner en práctica todos nuestros conocimientos científicos y tecnológicos, que hemos podido recopilar, para así poder tener un buen desarrollo en la creación de un nuevo sistema.

3.2 Métodos

3.2.1 Teórico

- **Método Inductivo Deductivo:** estos métodos nos ayudarán a estudiar las características más importantes del problema, para así obtener conceptos y criterios esenciales.
- **Método Analítico sintético:** se utilizara al procesar la información, buscando lo esencial y necesario en unas cosas y sintetizando en otras.

3.3 Técnicas e instrumentos

Para la elaboración de este proyecto se ha empleado técnicas propias de conocimientos básicos del funcionamiento de diferentes motores como son:

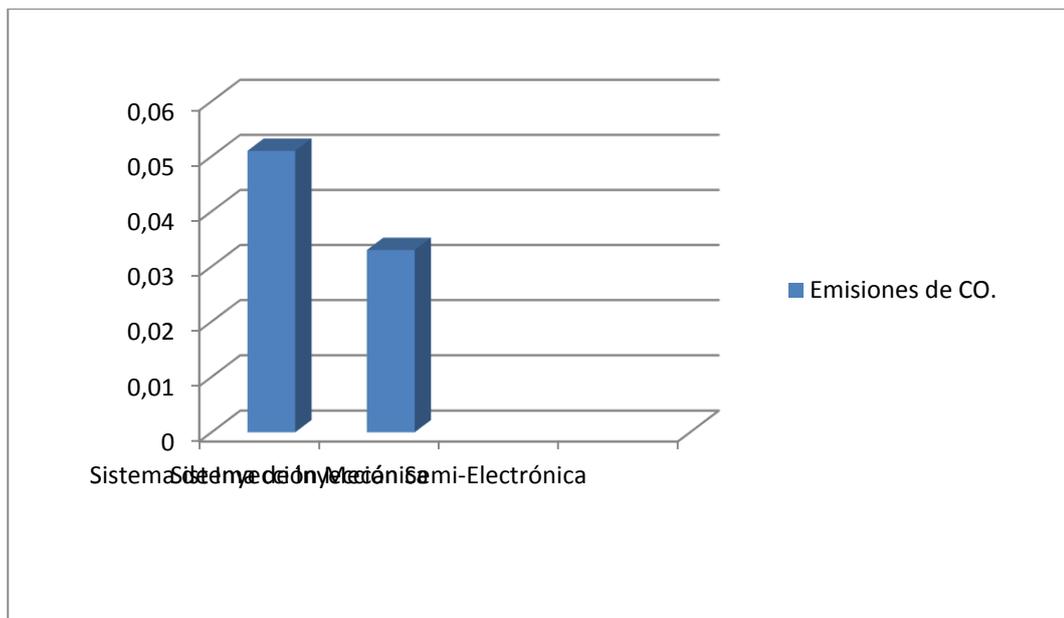
Conocimientos Empíricos; Medición de potencia, y otras variables mecánicas.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados de Emisiones de CO

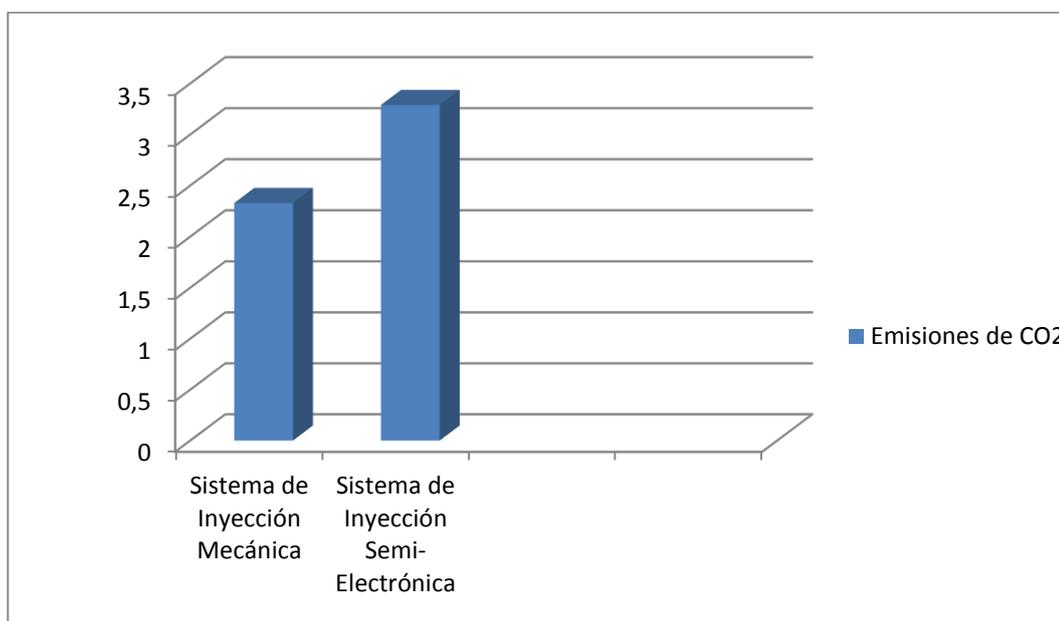
Emisiones de CO.	
Sistemas	CO (% de Volumen)
Sistema de Inyección Mecánica	0.051
Sistema de Inyección Semi-Electrónica	0.033



Los resultados indican un porcentaje de CO más alto en el sistema de Inyección Mecánica, esto se entiende como producto de una combustión incompleta siendo el sistema de inyección semi-electrónica cerca más eficiente.

4.2 Resultados de Emisiones de CO2

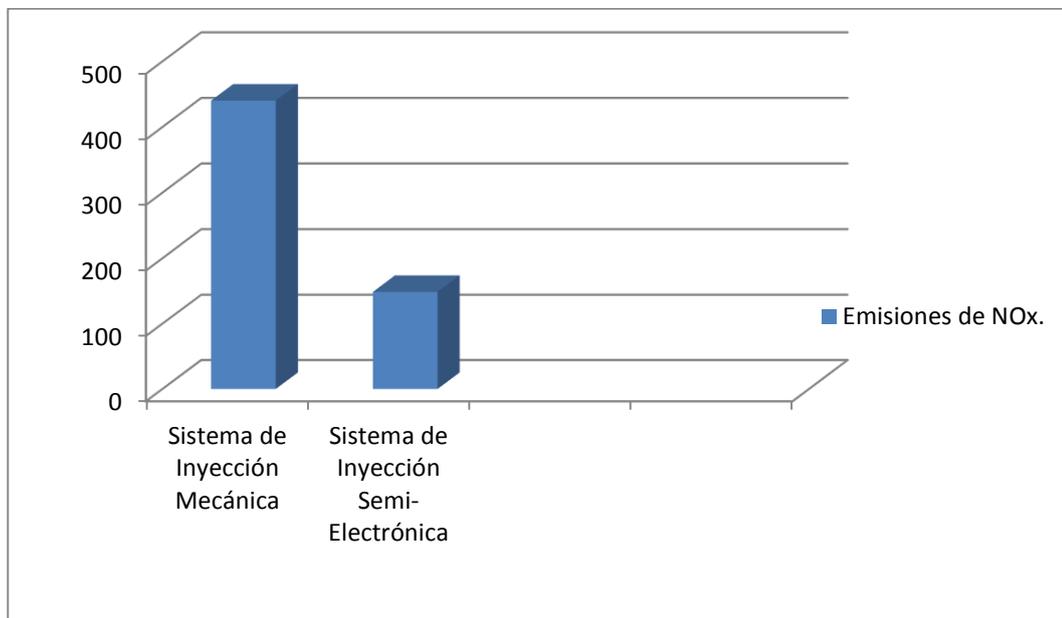
Emisiones de CO2.	
Sistemas	CO2 (% de Volumen)
Sistema de Inyección Mecánica	2.31
Sistema de Inyección Semi-Electrónica	3.29



De acuerdo a los resultados, el sistema de inyección semi-electrónica presento un porcentaje más elevado de CO2 lo que indica una combustión más completa en un 28% aproximadamente.

4.3 Resultados de Emisiones de NOx

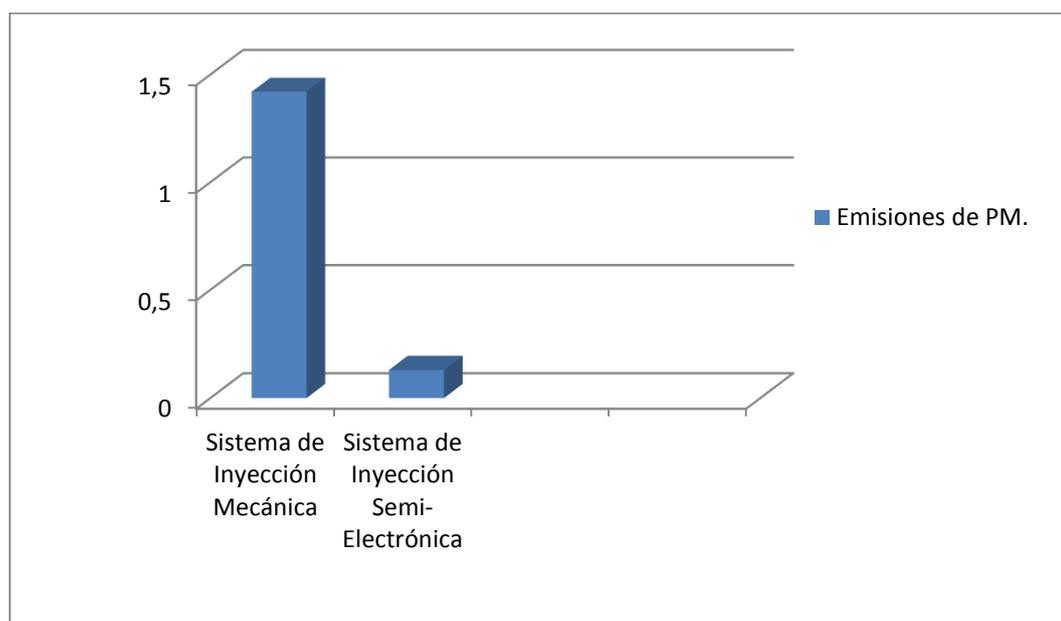
Emisiones de NOx.	
Sistemas	Nox (ppm)
Sistema de Inyección Mecánica	440.09
Sistema de Inyección Semi-Electrónica	148.58



De acuerdo a los resultados, el sistema de inyección semi-electrónica presento un porcentaje menos elevado de NOx que en la inyección mecánica.

4.4 Resultados de Emisiones de PM

Emisiones de PM.	
Sistemas	CO (% de Volumen)
Sistema de Inyección Mecánica	1.42
Sistema de Inyección Semi-Electrónica	0.13



El cuadro muestra, un mayor número de partículas moleculares producidas por parte del sistema de inyección mecánica logrando reducir en gran cantidad en el sistema de inyección electrónica.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a las pruebas realizadas en la Corpaire en la ciudad de Quito, podemos concluir que:

1. De acuerdo a la investigación realizada, se consiguió la disminución, en un amplio margen, de emisiones contaminantes producidas por el motor ISUZU 4JB1 con la utilización del sistema de Inyección Semi-Electrónica.
2. Todos los sistemas de Inyección Electrónica pueden ser usados no solo en motores como el ISUZU 4JB1 sino en cualquier motor de combustión interna que funciona con un sistema de inyección mecánica.
3. Después de analizar todos los resultados obtenidos y queda demostrado que el sistema de inyección semi-electrónica es más eficiente que el sistema de carburador del motor ISUZU 4JB1, porque este dosifica y combustiona de mejor manera la mezcla.

5.2 Recomendaciones

1. Proponer a las personas para que contribuyan con el mejoramiento de la calidad del aire reemplazando los sistemas de inyección mecánica a diesel obsoletos de sus vehículos por sistema más eficiente.
2. Cambiar el sistema de inyección mecánica del motor ISUZU por el sistema de Inyección Semi-Electrónica para reducir las emisiones contaminantes.
3. Proveer de sistemas inteligentes de Inyección de combustible en motores de combustión interna que funcionan con sistemas antiguos de dosificación de combustible.
4. Realizar un sumario de un sistema de inyección electrónica en un motor impulsados por inyección mecánica, dirigido a profesores, alumnos universitarios y personas afines.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1 Título de la Propuesta

ELAVORAR UN MANUAL PARA LA ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN MOTORES DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL.

6.2 Justificación e Importancia

Después de haber realizado un balance de los resultados obtenidos en las pruebas de emisiones de gases y haber demostrado la superioridad en eficiencia de los sistemas de inyección electrónica sobre el sistema de inyección mecánica, se ha visto la necesidad de describir el procedimiento de adaptación de un sistema de inyección electrónica en el motor ISUZU NHR, que será dirigido a estudiantes, profesores y todo aquel que esté interesado en realizar este tipo de procedimientos.

6.3 Fundamentación

El adelanto de nuestra propuesta está orientada en el control y reducción de gases contaminantes emitidos por automotores a diesel, con fundamentaciones teórico - técnicas puestas en práctica, como una alternativa, para el mejoramiento del aire, procedimientos que en grandes ciudades del mundo son de carácter obligatorio para la circulación de dichos vehículos.

6.4 Objetivos

General

Elaboración de un manual de adaptación de sistemas de inyección semi-electrónico en motores a diesel de inyección mecánica mediante la descripción de pasos a seguir para la disminución de gases contaminantes y un correcto funcionamiento.

Específicos

- Especificar paso a paso el procedimiento de adaptación del sistema de inyección semi-electrónica en un motor a diesel, para una fácil comprensión y una correcta aplicación.
- Proveer la información acerca del procedimiento teórico – práctico mediante la difusión del manual para la adaptación de sistemas de inyección semi-electrónica en motores a diesel.
- Impulsar a todas las personas el interés en el empleo de alternativas viables como de adaptación del sistema de inyección electrónica en motores diesel para la disminución de gases contaminantes.

6.5 Ubicación Sectorial

Para conocer el sector de la investigación se toma como referencia la ubicación de nuestra provincia Imbabura, ciudad de Ibarra, sector El Olivo, Universidad Técnica del Norte, talleres Mecánica Automotriz FECYT.

6.6 Desarrollo de la Propuesta.

MANUAL PARA LA ADAPTACIÓN DE SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA EN UN MOTOR A INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL

Consideraciones y Requerimientos

Para la adaptación de sistemas de inyección semi electrónica en motores a diesel se tiene que tomar en consideración algunos parámetros básicos, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del motor, como del sistema de inyección y así conseguir la reducción de emisiones contaminantes.

Hemos elegido para nuestra investigación un motor ISUZU 4JB1, al que aumentaremos un dispositivo que controle y realice el trabajo de dar los pulsos electrónicos para realizar una inyección semi-electrónica, el motor consta de estos aspectos tales como; número de cilindros, cilindrada, numero de válvulas.



Descripción del Procedimiento

1.- Sistema del Tablero Eléctrico

Se realizó un tablero eléctrico en el cual se encuentran ubicados manómetros que son de: temperatura, voltaje de batería y presión de aceite además se encuentran puestos lámparas piloto que realizan un trabajo minucioso avisando en este caso a los estudiantes los problemas que pueden existir en el motor a futuro.



Existe un tacómetro de presión de aceite con un foco piloto (foco amarillo) que indica que el aceite al rato de contacto se prende el foco al prender el motor se apaga el foco en ese momento entra en funcionamiento el tacómetro indicando la presión de aceite.

El tacómetro de temperatura es el encargado de registrar la temperatura producida por el motor cuando está en funcionamiento.

El tacómetro de voltaje indica el voltaje de la batería que es de 14v, también este funciona con un foco piloto (foco rojo) que este indica el contacto del motor y también sirve como indicador del alternador

Además existe un foco piloto (foco verde) que sirve para indicar el precalentamiento de las bujías por un tiempo máximo de 10 seg.

Tenemos también un swich que realiza la función de dar el encendido, con giro ala izquierda realiza el pre calentamiento de las bujías, con giro a la derecha da el clic de contacto y otro clic a la derecha se procede al estar o arranque del motor.

2.- Cableado Del Sistema De Encendido Del Motor

En el motor tenemos ubicados un arranque, alternador, trompo de aceite del motor, trompo de indicador, termo swich, trompo de temperatura, inyectores de paso de combustible, bujías de precalentamiento.



El alternador es alimentado por una corriente permanente tiene contacto y trabaja con el indicador o foco piloto.



El arranque tiene corriente directa de la batería del borne positivo y una corriente alimentada por el swich.



Batería de 12v con masa directa al motor y corriente que alimenta a motor de arranque y a todo el sistema eléctrico



Todas las conexiones están bien aisladas con un material resistente como es taípe y caracol, además los tacómetros están alimentados con 12v todos tiene una masa lo cual hace un correcto funcionamiento.

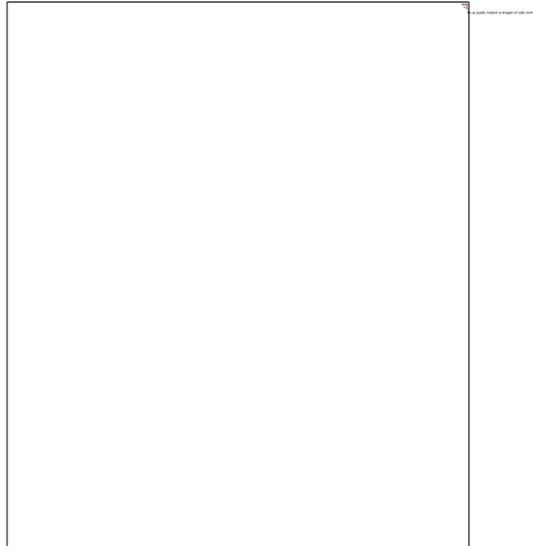
Se realizó la construcción de un bastidor en el cual va montado el motor, su funcionamiento es de soportar y resistir las vibraciones que produce el motor.



Su
mate
rial



es de acero resistente de 2" con unas ruedas resistentes que aguantan hasta 2 toneladas de peso.



Después de haber unido y formado
el soporte o bastidor se realizó una soldadura resistente y a la vez se
pulió toda imperfección encontrada en el bastidor.



Luego de haber acabado todo lo que es soldadura se procedió a ubicar las partes respectivas en el bastidor como son: el motor, el radiador, el tanque de combustible y la batería.



Se procedió a realizar el debido arreglo al coche que soporta al motor con una pintada para la presentación.

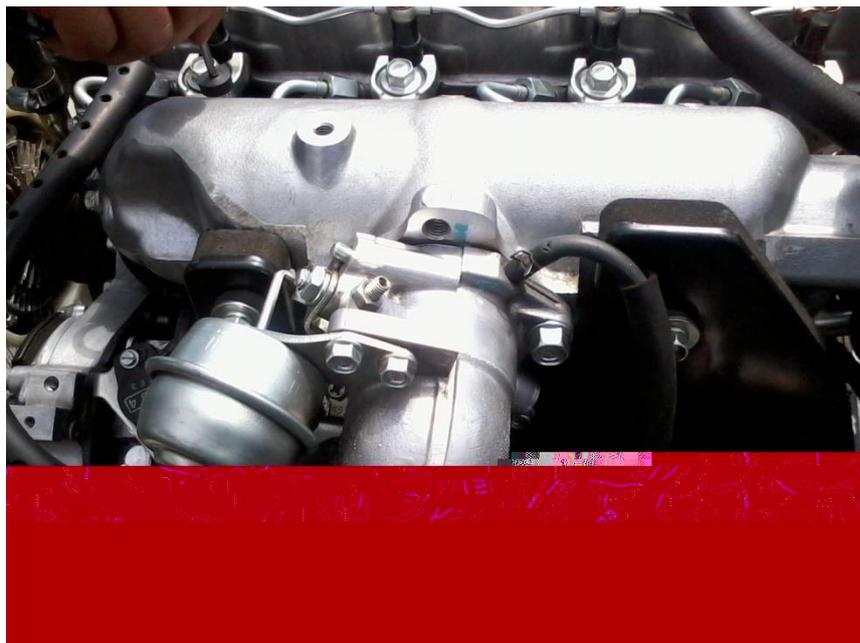


Luego se procedió a unir todo lo que es mangueras que van en el motor, como son las mangueras que van en el radiador las mangueras del circuito que va desde el tanque de combustible hasta la bomba.

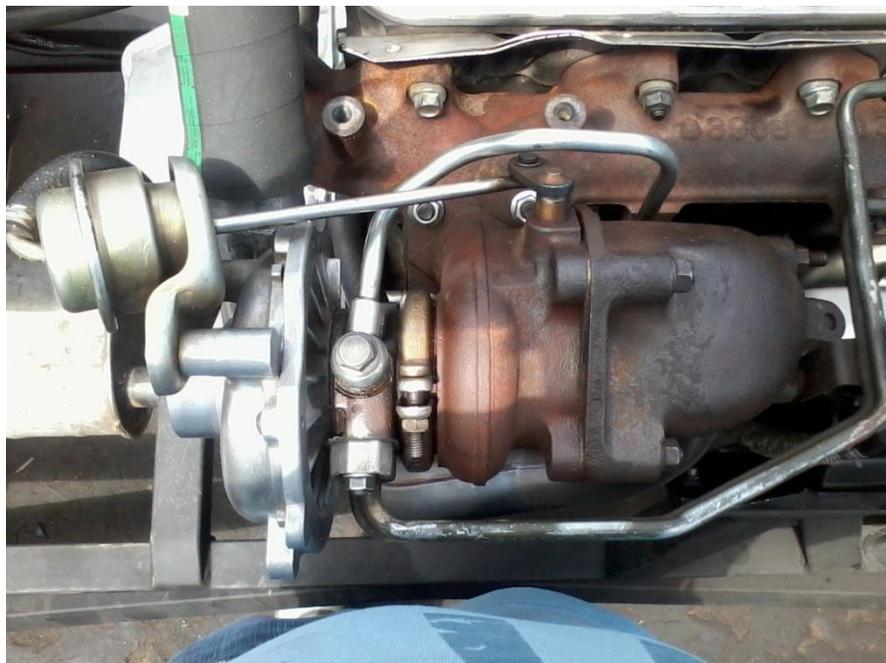
Se procedió a la ubicación de los filtros y de la bomba auxiliar para realizar al momento del encendido del motor el debido arranque al motor.



Se procedió a la modificación del múltiple de admisión para que entre más cantidad de aire y se produzca una combustión exitosa.



Se procedió a la instalación del turbo el cual da más potencia al motor.



Se procedió a la instalación de una válvula EGR su funcionamiento consiste en la recirculación de los gases del escape.



Se realizó la construcción de un tubo de escape adaptado al múltiple de escape con silenciador.

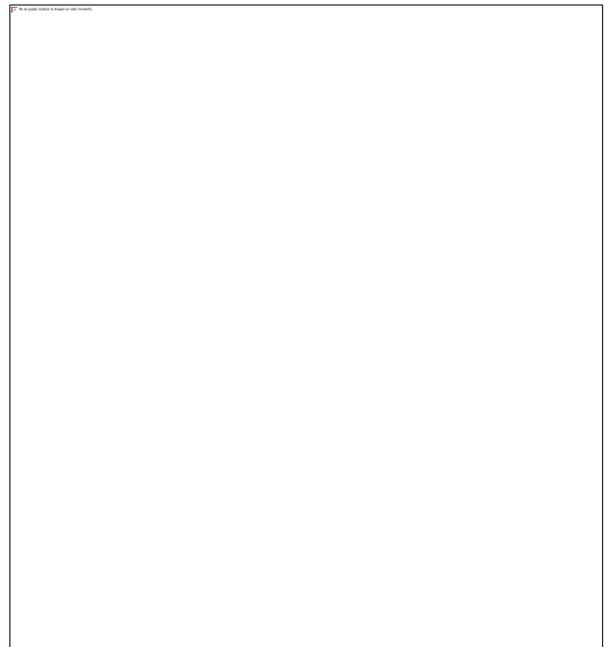
6.7 Impactos

Impacto Educativo

Consideramos que este trabajo inspirará a profesionales y estudiantes a realizar nuevas y novedosas investigaciones en beneficio de la colectividad, para encontrar otras maneras de disminuir o contrarrestar de mejor forma las emisiones de gases contaminantes producidos por los automotores.



Impacto Ambiental



Es importante recalcar que los

resultados obtenidos ponen en evidencia que el uso de un sistema de inyección semi electrónica reduce la emisión de gases contaminantes lo cual si se llegara a implementar en todos los automotores con inyección mecánica generaría un mejoramiento significativo en la calidad del aire.

6.8 Difusión

1. Se harán contactos con docentes de especialización de Mantenimiento Automotriz para sugerir que se acoja la presente propuesta alternativa como material bibliográfico de investigación en temas relacionados.

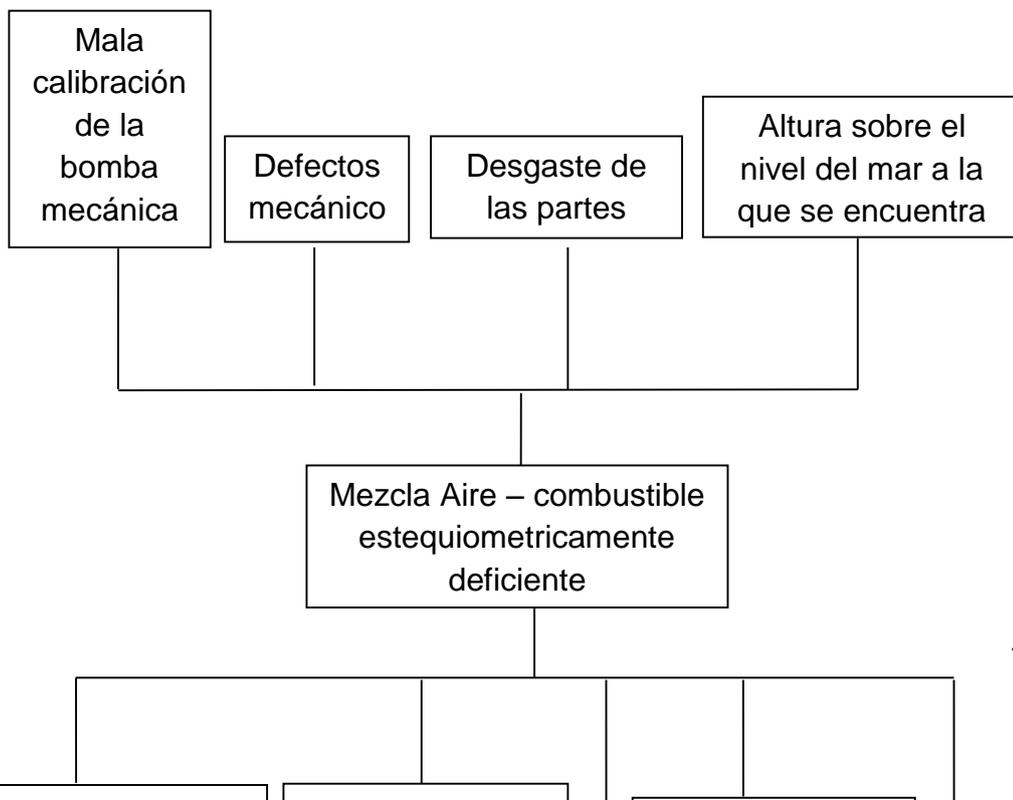
BIBLIOGRAFÍA

1. GIL MARTÍNEZ Hermógenes D., (2004), “Manual del Automóvil” Vol. I, Edición 2001, Editorial Cultural S.A., Madrid-España.
2. MIGUEL DE CASTRO Vicente.,(1987), “ El Motor Diesel En El Automóvil” Primera Edición, Edición CEAC, Barcelona-España
3. MORENO SANCHEZ Felipe.,(2008), “Motores Diesel” tomo 3 , Diseli Editores, Colombia
4. MORENO SANCHEZ Felipe.,(2008), “Motores Diesel” tomo 2 , Diseli Editores, Colombia

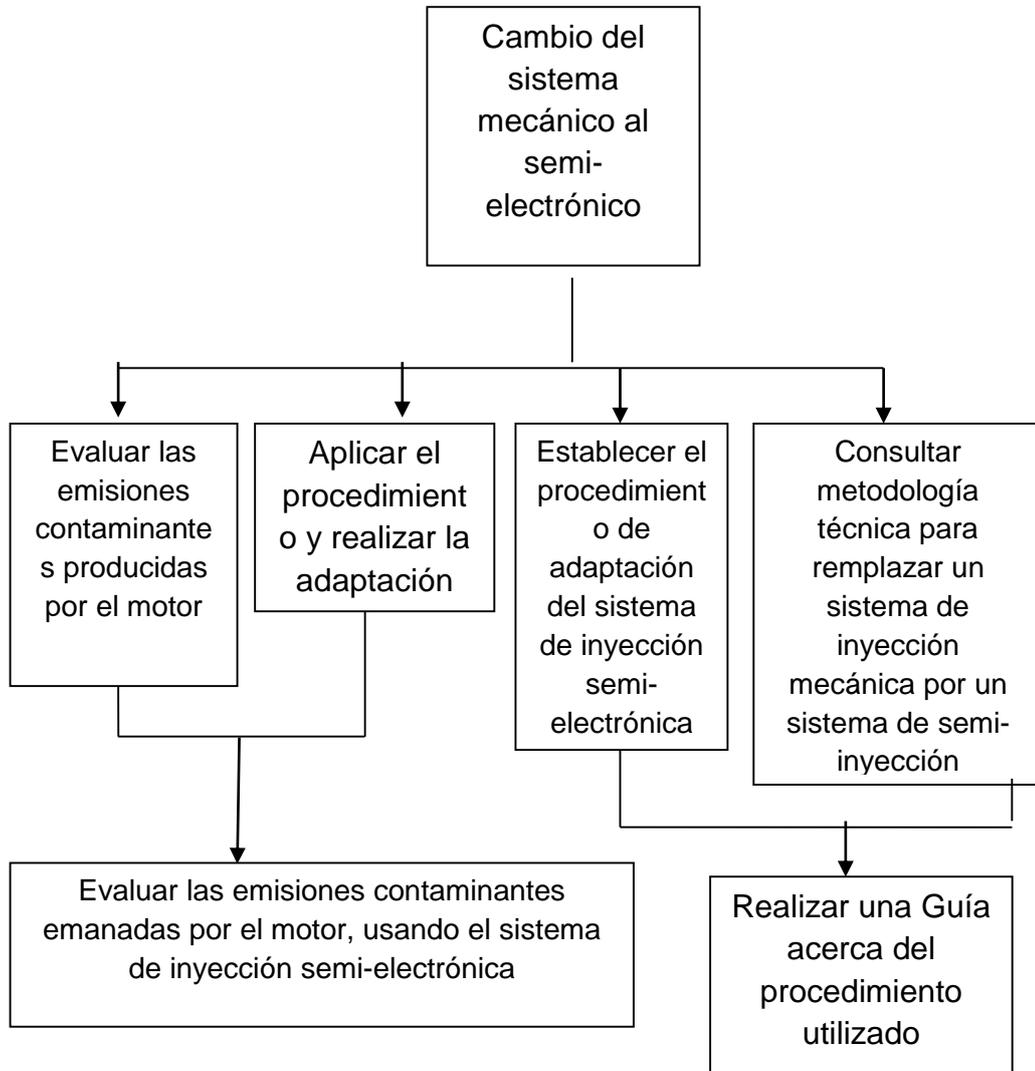
5. MORENO SANCHEZ Felipe.,(2008), “Motores Diesel” tomo 1 ,
Diseli Editores, Colombia
6. MACO I.C.S.A., “Mecánica y Gestión Electrónica de Motores a Diesel ” tomo 1
7. ETUAN., “Manual de Servicios Luv-Dmax”, tomo 1
8. DISA., “Sensores En EL Automóvil”, tomo1
9. CANONGIA Carla., (2010), “Estudio y Diseño de la Ecu” tomo 1
- 10.BOSCH., (2010), “Sistema de Inyección Diesel”
- 11.CUEVA Ignacio.,(2004), “Inyección Electrónica a Diesel”, curso # 7
12. “Manual CEAC del Automóvil”, (2003), Editorial CEAC.
- 13.Manual Motor IZUSU CB22NE, General Motors Company.
14. www.cise.com
15. www.automecanica.com
16. <http://www.mailxmail.com/curso-motores-combustion-interna/sistema-mecanico-inyeccion-combustible-motores-diesel>

ANEXOS

1. Árbol de problemas



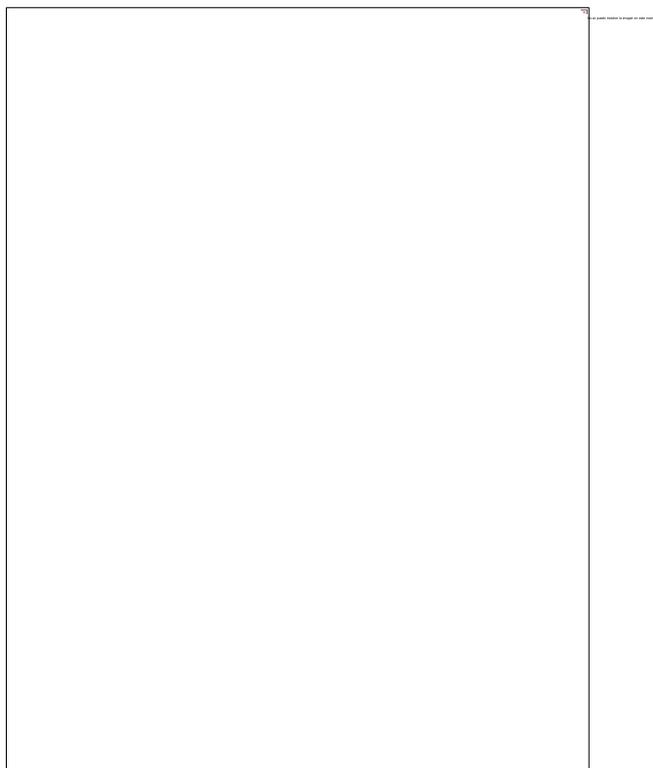
2. Árbol de objetivos

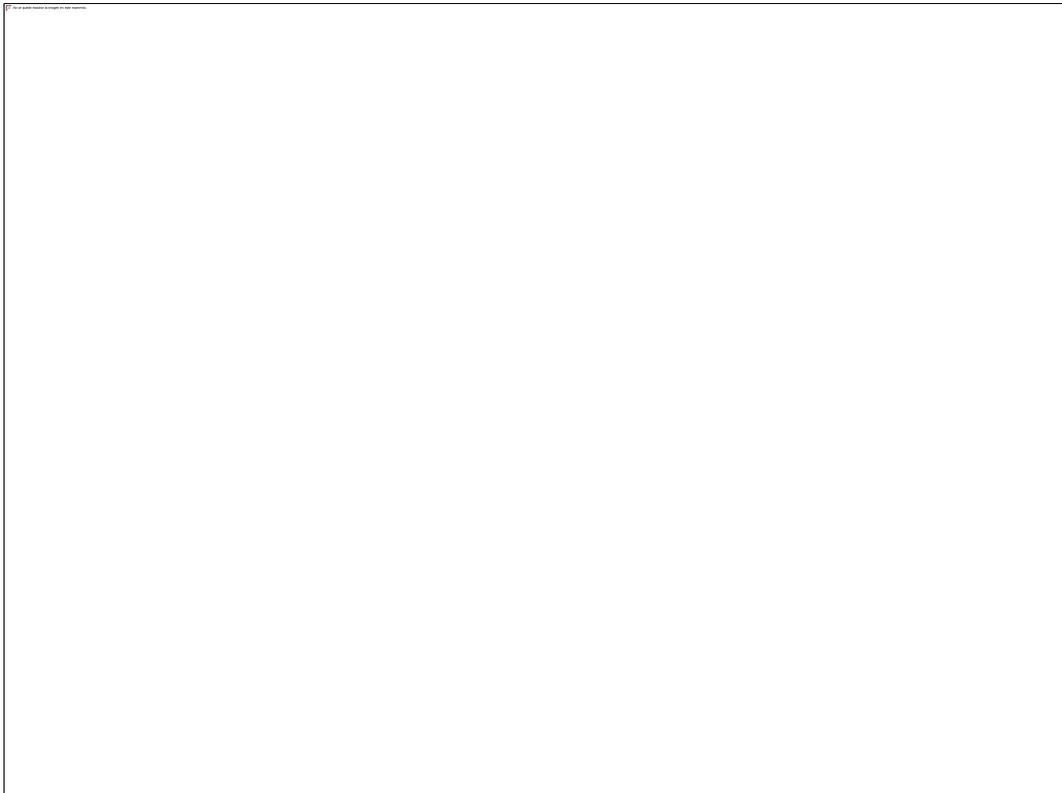


3.- Fotos









NORMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ACTUALES

NTE INEN 2207:2002

Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diesel.

1. OBJETO

- 1.1. Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de diesel.

2. ALCANCE

- 2.1. Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas.
- 2.2. Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustibles diferentes a diesel.
- 2.3. Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

- 3.1. **Aceleración libre.** Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, lleva rápidamente a máxima aceleración estable, sin carga y neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).
- 3.2. **Año modelo.** Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil.
- 3.3. **Área frontal.** Área determinada por la proyección geométrica de las distancias básicas del vehículo sobre su eje longitudinal el cual incluye llantas pero excluye espejos y deflectores de aire a un plato perpendicular al eje longitudinal del vehículo.

- 3.4. **Certificado de la casa fabricante.** Documento expedido por la casa fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado.
- 3.5. **Ciclo.** Es el tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuentes móviles equipadas con electro ventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.
- 3.6. **Ciclos de prueba.** Un ciclo de prueba es una secuencia de operaciones estándar a la que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que producen. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:
- 3.6.1. *Ciclo ECE – 15 + EUDC.* Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, de diesel o gasolina, definidos en la directiva 93/59/EEC.
- 3.6.2. *Ciclo FTP – 75.* Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la agencia de Protección de Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, y publicado en el Código Federal de Regulación, partes 86 a 99.
- 3.6.3. *Ciclo ECE – 49.* Es el ciclo de prueba estacionario establecido por la Unión Europea para los vehículos pesados de diesel, definido en la directiva 88/77/EEC.
- 3.6.4. *Ciclo transiente pesado.* Es el ciclo de prueba de estado transitorio establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para la medición de emisión de motores

diesel y gasolina utilizada en vehículos pesados el cual se encuentra especificado en el Código Federal Regulación de ese país, CFR, título 40, Partes 86 a 99, subparte N.

- 3.7. **Dinamómetro.** Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.
- 3.8. **Equipo de medición.** Es el conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.
- 3.9. **Emisión de escape.** Es la descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente el sistema de escape de una fuente móvil.
- 3.10. **Fuente móvil.** Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsando por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.
- 3.11. **Humo.** Residuo resultante de la combustión incompleta, que se compone en su mayoría de carbón y cenizas, y de partículas sólidas visibles en el medio ambiente.
- 3.12. **Homologación.** Es el reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.
- 3.13. **Informe técnico.** Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.
- 3.14. **Marcha mínima o ralentí.** Es la especificación de velocidad del motor establecidas por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para

cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1 100 rpm.

- 3.15. **Masa máxima.** Es la masa equivalente al peso bruto del vehículo.
- 3.16. **Motor.** Es la principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.
- 3.17. **Opacidad.** Grado de reducción de la intensidad de la luz visible que ocasiona una sustancia al pasar aquella a través de esta.
- 3.18. **Partículas.** Son sustancias sólidas emitidas a través del escape de un vehículo automotor o de un motor en prueba, producto de una combustión incompleta o de la presencia de elementos extraños en el combustible.
- 3.19. **Peso bruto del vehículo.** Es el peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.
- 3.20. **Peso neto del vehículo.** Es el peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.
- 3.21. **Peso de referencia.** Es el peso neto del vehículo más 100 kg.
- 3.22. **Peso del vehículo cargado.** Es el peso neto del vehículo más 136.08 kg (300 lb).
- 3.23. **Porcentaje Opacidad.** Unidad de medición que define el grado de opacidad del gas de escape de una fuente móvil emisora.
- 3.24. **Prueba dinámica.** Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la presente norma.
- 3.25. **Temperatura normal de operación.** Es aquella que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más.

En las fuentes móviles equipadas con electro ventilador esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

- 3.26. **Vehículo automotor.** Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.
- 3.27. **Vehículo o motor prototipo o de certificados.** Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

4. CLASIFICACION

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

- 4.1. Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para los ciclos de prueba FTP – 75 y ciclo transiente pesado:
 - 4.1.1. *Vehículo liviano.* Es aquel vehículo automotor tipo automóvil de derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.
 - 4.1.2. *Vehículo mediano.* Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4.18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:
 - 4.1.2.1. Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo.
 - 4.1.2.2. Transportar más de 12 pasajeros.
 - 4.1.2.3. Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.
 - 4.1.3. *Vehículo pesado.* Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal excede de 4.18 m².
- 4.2. Según la Unión Europea, la siguiente clasificación se aplica únicamente para el ciclo de prueba ECE – 15 + EUDC.
 - 4.2.1. *Categoría M.* Vehículos automotores destinados al transporte de

personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

- 4.2.1.1. *Categoría M1.* Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.
- 4.2.1.2. *Categoría M2.* Vehículos automotores destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima no supere las 5 toneladas.
- 4.2.1.3. *Categoría M3.* Vehículos destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima supere las 5 toneladas.
- 4.2.2. *Categoría N.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.
 - 4.2.2.1. *Categoría N1.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3.5 toneladas.
 - 4.2.2.2. *Categoría N2.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 3.5 toneladas e inferior a 12 toneladas.
 - 4.2.2.3. *Categoría N3.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 12 toneladas.

5. DISPOSICIONES GENERALES

- 5.1. Los importadores y ensambladores de vehículos nuevos deben obtener la certificación de emisiones expedidas por la casa fabricante o propietaria del diseño de vehículos y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para los ciclos FTP 75, ciclo transiente pesado ECE – 15 + EUDC, SHED (EEC 91/441 y 93/59 EEC), según las características del vehículo.
- 5.2. Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar copias de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.
- 5.3. La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la

legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de la opacidad en aceleración libre.

6. REQUISITOS

6.1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motores de diesel. Ciclos FTP – 75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica).

Tabla 1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)

Categoría	Peso bruto del vehículo o kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos livianos			2.10	0.25	0.62	0.12	FTP – 75
Vehículos medianos	≤ 3860	≤ 1700	6.2	0.5	0.75	0.16	
		1 700 - 3860	6.2	0.5	1.1	0.08	
Vehículos pesados**	> 3 860		15.5	1.3	5.0	0.1***	Transiente Pesado

* Prueba realizada a nivel del mar

** en g/bHP- (gramos / brake Horse Power – hora)

*** para buses urbanos el valor es 0.07 g/bHP-h

6.1.1. Toda fuente móvil de diesel que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) en cantidades superiores a las señaladas en la siguiente tabla.

6.2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos ECE – 15 + EUDC o ECE – 49 (prueba dinámica).

6.2.1. Toda fuente móvil con motor de diesel no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxido de nitrógeno (NOx) y partículas, en cantidades superiores a las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 2 Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba de aceleración libre)

Categoría	Peso bruto del vehículo o kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
M1 ⁽¹⁾	≤ 3 500		2.72	0.97 ⁽⁴⁾	7.0	0.14	ECE – 15 + EUDC
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1 250	2.72	0.97 ⁽⁴⁾	7.0	0.14	
		>1250 <1700	5.17	1.4 ⁽⁴⁾	7.0	0.19	
		> 1 700	6.9	1.7 ⁽⁴⁾	7.0	0.25	
N2, N3, M2, M3 ⁽³⁾	> 3 500		4.0	1.1	7.0	0.15	ECE – 49

* Prueba realizada a nivel del mar

(1) Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2.5 toneladas.

(2) Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2.5 toneladas.

(3) Unidades g/kWh

(4) HC + Nox

6.3. Requisitos máximos de opacidad de humos para fuentes móviles de diesel. Prueba de aceleración libre.

6.3.1. Toda fuente móvil con motor de diesel, en condición de aceleración libre, no podrá descargar al aire humos en cantidades superiores a las indicadas en la siguiente tabla.

Año Modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1. Determinación de la opacidad de gases de motores diesel mediante la prueba estática de aceleración libre.

7.1.1. Seguir el procedimiento descrito en la NTE INEN 2 202

NTE INEN 2202:99

Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de escape de motores de diesel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre

1. OBJETO

1.1. Esta norma establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de las emisiones de escape de las fuentes móviles con motor de diesel mediante el método de aceleración.

2. ALCANCE

2.1. Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es diesel.

3. DEFINICIONES

3.1. Par los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2207, y las que a continuación se detallan:

- 3.1.1. *Aceleración libre*. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente desde marcha mínima a máxima revoluciones, sin carga y en neutro (para transmisiones manuales) y en parqueo (para transmisiones automáticas).
- 3.1.2. *Auto calibración*. Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante.
- 3.1.3. *Calibración de un equipo de medición*. Operación destinada a llevar un instrumento de medida al estado de funcionamiento especificado por el fabricante para su utilización.
- 3.1.4. *Exactitud*. Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.
- 3.1.5. *Opacidad*. Grado de reducción de la intensidad de la luz visible que ocasiona una sustancia al pasar aquella a través de ésta.
- 3.1.6. *Opacímetro*. Instrumento de medición que opera sobre el principio de reducción de la intensidad de la luz que se utiliza para determinar el porcentaje de opacidad.
- 3.1.7. *Porcentaje de Opacidad*. Unidad de medición que determina el grado de opacidad de las emisiones de escape de una fuente móvil a diesel.
- 3.1.8. *Repetitividad*. Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.
- 3.1.9. *Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo*. Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

- 3.1.10. *Tiempo de respuesta del equipo de medición.* Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.
- 3.1.11. *Sonda de prueba.* Tubo o manguera que se introduce a la salida del sistema de escape del vehículo automotor para tomar una muestra de las emisiones.

4. DISPOSICIONES GENERALES

- 4.1. Los importadores y distribuidores de opacímetros deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los opacímetros a ser utilizados debe cumplir con la Norma ISO 11614.
- 4.2. Los importadores y distribuidores están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los opacímetros.
- 4.3. La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para medir la opacidad de aceleración libre.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1. Fundamento.

- 5.1.1. Este método de ensayo se basa en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape.

5.2. Equipos

- 5.2.1. Ver numeral 4, Disposiciones Generales.
- 5.2.2. *Capacidad de auto calibración.* Los opacímetros deben tener

incorporada la función propia, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el opacímetro es encendido, o manualmente, cada vez que el usuario lo requiera.

5.2.3. Los opacímetros deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

5.2.4. El equipo debe disponer de características de seguridad que garanticen la protección del operador.

5.3. Calibración

5.3.1. *Calibración del 0%*. El circuito eléctrico de la fuente de luz y del receptor debe ser ajustado de tal manera que la lectura de salida marque cero cuando el flujo de luz pase a través de la zona de medición en ausencia de emisiones de escape.

5.3.2. *Calibración del 100%*. Utilizar un filtro de densidad óptica neutral y colocar éste perpendicularmente al haz de luz, con un valor que corresponda al 100 % de opacidad, o una pantalla que permita bloquear completamente la fuente de luz, en ausencia de emisiones de escape.

5.3.3. *Calibración intermedia*. Utilizar por lo menos tres filtros calibrados de densidad neutra, con valores representativos en el rango de 0 a 100 %, en ausencia de emisiones de escape.

5.3.3.1. Insertar los filtros en la trayectoria de la luz, perpendicularmente al haz emitido.

5.3.3.2. El error de lectura no deberá superar a ± 1 % del valor conocido.

5.3.4. La calibración del opacímetro se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo.

5.3.4.1. En el caso de que esas especificaciones no estén disponibles, la calibración se debe realizar por lo menos cada tres meses.

5.3.4.2. Adicionalmente, calibrar el equipo luego de cada mantenimiento

correctivo. Esta calibración es independiente de la auto calibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

5.4. Procedimiento de medición

5.4.1. Antes de la prueba.

- 5.4.1.1. Verificar que el sistema del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño, que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.
- 5.4.1.2. Verificar que el nivel de aceite en el cárter del motor del vehículo esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante del vehículo, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.
- 5.4.1.3. Verificar que el motor del vehículo se encuentre en la temperatura normal de operación.
- 5.4.1.4. Verificar que la transmisión del vehículo se encuentre en neutro (transmisión manual) o en parqueo (transmisión automática).
- 5.4.1.5. Si el vehículo no cumple con las condiciones determinadas anteriormente, la prueba no se debe realizar, hasta que corrijan las fallas correspondientes.
- 5.4.1.6. Someter al equipo de medición a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.
- 5.4.1.7. Verificar que se haya realizado el proceso de auto calibración en el equipo.
- 5.4.1.8. Verificar que el opacímetro marque cero en la lectura.

5.4.2. *Medición*

- 5.4.2.1. Verificar que no exista ningún impedimento físico para el libre movimiento del acelerador.

- 5.4.2.2. Con el motor funcionando en “ralentí”, realizar por lo menos tres aceleraciones consecutivas, desde la posición de “ralentí” hasta la posición de máximas revoluciones, con el fin de limpiar el tubo de escape.
- 5.4.2.3. Conectar la sonda de prueba a la salida del sistema de escape del vehículo.
- 5.4.2.4. Aplicar aceleración libre al vehículo y permitir que el motor regrese a condición de “ralentí”.
- 5.4.2.5. Repetir lo indicado en el numeral 5.4.2.4, por lo menos seis veces, consecutivamente.
- 5.4.2.6. En cada ciclo, registrar el valor del porcentaje de opacidad máximo obtenido. No se deben tener en cuenta los valores leídos mientras el motor está en marcha mínima, después de cada aceleración.
- 5.4.2.7. Para el resultado final, considerar como mínimo tres lecturas tomadas en estado estable, es decir, cuando al menos estas tres lecturas consecutivas se sitúen dentro de un rango del 10%, y no formen una secuencia decreciente.

5.5. Informe de resultados

- 5.5.1. El resultado final será la medida de los valores de las tres lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.7.
- 5.5.2. La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntando el documento de impresión directa del opacímetro.

Resultados Obtenidos Con La Utilizaci8on De La Bomba Mecánica

NOx[ppm]	HC[ppm]	CO[%]	CO2[%]	O2[%]	PM[%FS]	PM[mg/m3]
290	15	0,061	2,5	17,95	0,017	0,356
337	15	0,061	3,27	17,5	0,028	0,578
385	15	0,061	3,71	17	0,028	0,578
422	15	0,064	4,32	16,6	0,026	0,544
460	15	0,065	5,03	15,65	0,025	0,512
476	15	0,064	3,81	14,9	0,029	0,604
414	15	0,061	1,89	16	0,052	1,085
286	15	0,059	2,6	18	0,052	1,085
328	15	0,058	4,34	17,45	0,057	1,177
448	15	0,058	4,46	15,7	0,047	0,966
459	16	0,059	4,32	15,5	0,038	0,793
446	16	0,059	4,33	15,65	0,033	0,681
481	15	0,058	3,37	15,75	0,033	0,681
414	16	0,059	2,87	16,65	0,03	0,625
364	16	0,059	2,9	17,1	0,029	0,605
353	16	0,059	2,92	17,2	0,026	0,531
346	16	0,059	2,95	17,2	0,03	0,629
339	16	0,059	2,88	17,2	0,025	0,51
314	16	0,061	2,39	17,45	0,025	0,525
277	16	0,064	2,12	17,8	0,027	0,57
247	15	0,066	2,14	18,1	0,018	0,371
236	15	0,068	2,34	18,1	0,023	0,473
249	15	0,07	2,81	17,8	0,022	0,446
267	15	0,071	3,25	17,4	0,023	0,48
291	15	0,072	3,63	16,95	0,022	0,453
319	15	0,072	3,7	16,55	0,018	0,375
334	15	0,072	3,71	16,4	0,018	0,375
361	15	0,071	3,89	16,35	0,022	0,458

425	15	0,069	3,8	16,05	0,021	0,426
452	15	0,067	3,55	16,3	0,022	0,454
435	15	0,065	3,19	16,65	0,023	0,469
412	15	0,065	2,64	16,9	0,023	0,469
356	15	0,065	2,25	17,45	0,026	0,543
300	15	0,067	2,36	17,9	0,035	0,729
282	15	0,068	2,44	18	0,038	0,791
283	14	0,069	2,64	17,85	0,035	0,718
296	15	0,07	3,38	17,5	0,035	0,718
337	15	0,071	3,8	16,85	0,024	0,505
388	15	0,069	3,78	16,3	0,022	0,466
400	15	0,066	2,6	16,35	0,023	0,478
346	14	0,063	2,54	17,35	0,024	0,49
358	14	0,061	4,3	17,55	0,024	0,49
535	14	0,06	4,7	15,7	0,019	0,397
554	14	0,06	4,37	15,25	0,024	0,488
479	14	0,06	3,91	15,6	0,031	0,636
426	14	0,061	3,78	15,95	0,052	1,085
396	14	0,061	3,69	16,15	0,052	1,085
377	13	0,062	3,66	16,25	0,066	1,367
361	13	0,062	3,63	16,4	0,06	1,253
354	13	0,063	3,71	16,5	0,05	1,033
376	13	0,064	3,89	16,25	0,039	0,809
427	13	0,064	3,95	15,95	0,035	0,721
442	12	0,064	3,86	15,9	0,036	0,746
424	13	0,064	3,71	16,1	0,031	0,651
407	13	0,062	3,64	16,25	0,027	0,564
398	13	0,062	3,6	16,35	0,031	0,643
392	13	0,062	3,58	16,45	0,036	0,752
387	13	0,062	3,56	16,5	0,036	0,741
384	13	0,062	3,54	16,55	0,03	0,629

383	13	0,062	3,53	16,55	0,029	0,594
382	14	0,061	3,51	16,55	0,031	0,638
384	12	0,061	3,51	16,55	0,034	0,699
384	12	0,061	3,49	16,55	0,034	0,708
381	12	0,06	3,48	16,6	0,032	0,664
378	12	0,06	3,47	16,6	0,03	0,631
376	12	0,059	3,46	16,65	0,03	0,631
376	12	0,059	3,44	16,6	0,031	0,636
376	12	0,059	3,43	16,65	0,031	0,639
378	12	0,059	3,42	16,65	0,033	0,679
380	12	0,058	3,42	16,6	0,031	0,645
380	12	0,058	3,4	16,6	0,029	0,605
376	11	0,058	3,4	16,7	0,028	0,576
370	11	0,058	3,4	16,7	0,032	0,67
368	11	0,057	3,39	16,7	0,035	0,72
369	11	0,057	3,39	16,65	0,031	0,637
372	10	0,057	3,38	16,65	0,031	0,637
373	10	0,057	3,4	16,6	0,033	0,684
400	10	0,057	3,42	16,3	0,026	0,531
436	10	0,057	3,31	16,1	0,026	0,531
399	10	0,057	2,56	16,65	0,027	0,553
328	10	0,058	1,74	17,35	0,03	0,622
249	10	0,057	0,84	18,35	0,025	0,528
170	10	0,053	0,28	19,3	0,026	0,546
119	11	0,049	0,12	19,95	0,032	0,664
90	11	0,046	0,05	20,25	0,038	0,792
74	12	0,041	0,07	20,35	0,027	0,567
69	12	0,04	0,3	20,4	0,019	0,39
100	12	0,039	1,27	19,95	0,021	0,435
167	12	0,04	1,89	19,2	0,008	0,176
223	12	0,04	2,05	18,65	0,008	0,176

256	12	0,04	2,12	18,35	0,009	0,188
273	12	0,04	2,13	18,2	0,011	0,236
285	13	0,041	2,14	18,15	0,011	0,236
290	13	0,042	2,24	18,1	0,019	0,4
314	14	0,043	3,29	17,8	0,019	0,4
388	14	0,044	4,04	17,05	0,033	0,691
465	15	0,048	4,22	16,1	0,04	0,825
445	15	0,051	4,3	15,7	0,043	0,889
412	16	0,052	4,02	15,45	0,093	1,925
399	16	0,051	2,14	15,95	0,093	1,925
327	17	0,053	4,28	17,5	0,093	1,92
480	16	0,053	5,2	15,4	0,079	1,644
608	16	0,052	4,85	14,4	0,081	1,672
622	16	0,051	4,04	14,85	0,217	4,326
592	16	0,049	3,86	15,7	0,217	4,326
577	16	0,048	3,64	15,95	0,208	4,237
545	15	0,048	3,6	16,3	0,165	3,432
529	15	0,046	3,77	16,45	0,149	3,085
579	15	0,045	3,77	16,05	0,111	2,305
582	15	0,043	3,54	16,15	0,111	2,305
511	15	0,043	3,12	16,6	0,095	1,971
463	15	0,043	2,32	16,95	0,104	2,163
366	15	0,043	2,19	17,65	0,123	2,548
293	15	0,046	2,18	17,9	0,131	2,725
269	15	0,047	2,21	18	0,136	2,822
272	15	0,049	2,35	17,9	0,136	2,817
285	15	0,051	2,95	17,75	0,106	2,201
314	15	0,052	3,67	17,25	0,08	1,653
380	15	0,052	4,03	16,55	0,059	1,218
469	15	0,051	3,82	15,95	0,045	0,933
486	15	0,051	3,32	16,2	0,045	0,943

456	15	0,05	3,14	16,65	0,043	0,895
433	15	0,05	3,11	16,95	0,049	1,013
424	15	0,049	3,08	17	0,052	1,069
422	15	0,049	3,08	17	0,047	0,969
415	15	0,049	2,65	16,95	0,04	0,821
376	15	0,05	2,4	17,3	0,041	0,853
320	15	0,052	2,29	17,75	0,041	0,842
293	15	0,055	2,32	17,85	0,041	0,842
287	15	0,056	2,4	17,85	0,047	0,982
288	16	0,058	2,53	17,7	0,049	1,009
288	15	0,059	2,64	17,55	0,039	0,804
292	16	0,061	3,19	17,3	0,037	0,765
317	15	0,062	3,91	16,85	0,031	0,639
391	15	0,061	4,19	16,1	0,024	0,496
475	15	0,058	4,08	15,7	0,019	0,398
514	15	0,057	3,01	15,9	0,026	0,54
457	15	0,053	1,7	16,95	0,031	0,651
353	14	0,052	3,01	18,1	0,031	0,651
420	14	0,052	4,09	17,1	0,046	0,944
481	14	0,052	3,75	16	0,045	0,931
421	14	0,054	3,37	16,25	0,048	1,005
356	14	0,056	3,3	16,6	0,039	0,804
324	15	0,058	3,22	16,7	0,045	0,926
315	14	0,059	3,24	16,7	0,045	0,924
312	15	0,061	3,22	16,75	0,046	0,956
309	15	0,062	3,21	16,8	0,044	0,913
305	15	0,064	3,2	16,8	0,034	0,715
303	15	0,065	3,21	16,85	0,033	0,679
300	16	0,065	3,2	16,85	0,035	0,732
300	17	0,066	3,18	16,85	0,028	0,579
297	16	0,068	3,18	16,85	0,03	0,614

296	17	0,068	3,18	16,85	0,03	0,614
305	17	0,069	3,49	16,75	0,029	0,604
376	17	0,068	4,7	16,1	0,031	0,645
500	17	0,066	4,92	15,25	0,033	0,675
576	17	0,065	4,96	14,85	0,033	0,682
640	17	0,062	4,94	14,65	0,033	0,682
689	17	0,059	3,99	14,75	0,049	1,02
641	17	0,055	2,65	15,7	0,049	1,015
522	17	0,058	5,56	16,9	0,065	1,35
692	16	0,061	6,99	13,9	0,082	1,707
846	16	0,06	5,47	12,3	0,082	1,707
746	16	0,058	4,68	13,8	0,084	1,735
664	15	0,056	4,48	14,75	0,222	4,376
625	15	0,055	4,39	15,2	0,627	7,349
608	15	0,055	4,34	15,3	0,55	6,882
608	15	0,053	4,32	15,4	0,55	6,882
608	15	0,052	4,3	15,4	0,388	5,782
599	15	0,051	4,24	15,5	0,283	4,934
582	15	0,05	4,13	15,65	0,202	4,172
563	15	0,049	4,05	15,75	0,158	3,273
548	15	0,048	4,03	15,85	0,121	2,518
541	15	0,048	4,02	15,85	0,109	2,254
541	15	0,047	4,12	15,85	0,09	1,859
576	15	0,046	4,35	15,6	0,091	1,885
652	15	0,046	4,42	15,2	0,077	1,604
688	15	0,045	4,44	15,05	0,079	1,633
702	15	0,043	4,46	15,15	0,08	1,66
716	14	0,043	4,49	15,15	0,089	1,849
732	14	0,041	4,51	15,15	0,092	1,915
741	14	0,04	4,49	15,2	0,092	1,915
742	13	0,04	4,44	15,3	0,098	2,042

742	13	0,038	4,47	15,3	0,091	1,895
768	12	0,038	4,52	15,15	0,098	2,031
810	12	0,037	4,54	15,05	0,09	1,864
831	11	0,035	4,54	15,05	0,099	2,057
829	10	0,035	3,91	15,2	0,11	2,275
737	10	0,033	3,38	15,85	0,218	4,328
625	10	0,033	3,62	16,35	0,255	4,685
654	10	0,033	4,15	16	0,176	3,642
723	10	0,032	4,26	15,6	0,176	3,642
751	10	0,032	4,24	15,5	0,149	3,085
761	10	0,031	4,22	15,5	0,142	2,938
768	11	0,031	4,22	15,5	0,131	2,715
774	11	0,03	4,21	15,5	0,123	2,558
777	11	0,03	4,21	15,55	0,123	2,558
780	11	0,029	4,21	15,55	0,11	2,275
781	11	0,028	4,19	15,55	0,115	2,381
761	11	0,028	3,38	15,75	0,114	2,361
651	12	0,03	2,42	16,45	0,126	2,614
492	12	0,032	2,42	17,35	0,126	2,614
426	12	0,032	3,44	17,55	0,122	2,528
542	12	0,033	4,19	16,45	0,119	2,462
660	12	0,033	3,99	15,7	0,105	2,188
646	12	0,032	4,2	15,85	0,094	1,955
683	12	0,032	4,47	15,6	0,116	2,411
761	12	0,032	4,51	15,2	0,127	2,639
788	12	0,03	4,47	15,2	0,131	2,715
794	11	0,03	4,44	15,3	0,145	3,004
805	11	0,03	4,41	15,3	0,145	3,004
817	11	0,029	4,37	15,4	0,14	2,908
822	10	0,028	4,35	15,4	0,135	2,812
814	12	0,028	4,16	15,45	0,134	2,781

752	12	0,028	2,98	15,9	0,133	2,761
600	12	0,029	2,88	16,85	0,133	2,761
514	12	0,03	3,02	17,05	0,137	2,842
499	12	0,03	2,94	17,05	0,128	2,665
461	12	0,032	2,9	17,15	0,116	2,411
440	12	0,032	2,9	17,15	0,097	2,006
424	12	0,033	2,87	17,15	0,097	2,006
399	12	0,035	2,75	17,3	0,087	1,803
356	13	0,038	2,26	17,6	0,087	1,811
301	13	0,039	1,41	18	0,086	1,783
230	13	0,038	0,45	18,85	0,082	1,711
163	13	0,036	0,18	19,65	0,083	1,727
123	13	0,033	0,04	20,1	0,073	1,51
100	12	0,031	0,03	20,3	0,068	1,405
85	12	0,028	0,04	20,4	0,055	1,145
79	12	0,027	0,46	20,45	0,044	0,923
109	12	0,027	1,34	20,05	0,045	0,942
187	12	0,027	1,81	19,15	0,034	0,698
248	12	0,028	1,99	18,65	0,032	0,655
280	12	0,03	2,04	18,35	0,024	0,502
301	12	0,031	2,11	18,2	0,025	0,513
312	12	0,033	2,14	18,1	0,024	0,5
317	12	0,033	2,14	18,1	0,03	0,616
319	12	0,035	2,15	18,1	0,042	0,87
319	12	0,036	2,15	18,05	0,04	0,825
322	12	0,038	2,16	18	0,053	1,108
322	12	0,038	2,16	18	0,05	1,042

Resultados Obtenidos Con La Bomba Semi-Electrónica

NOx[ppm]	HC[ppm]	CO[%]	CO2[%]	O2[%]	PM[%FS]	PM[mg/m3]
142	7	0,025	1,93	19,6	0,005	0,098
143	8	0,026	1,93	19,6	0,005	0,098
143	8	0,026	1,93	19,6	0,006	0,129
143	8	0,027	1,93	19,6	0,007	0,152
143	8	0,028	1,93	19,6	0,004	0,084
142	9	0,028	1,93	19,6	0,007	0,148
143	9	0,029	1,93	19,6	0,007	0,148
144	10	0,029	1,93	19,6	0,005	0,103
145	10	0,03	1,93	19,6	0,005	0,097
145	10	0,03	1,93	19,6	0,005	0,096
145	11	0,03	1,93	19,6	0,005	0,096
145	11	0,031	1,93	19,6	0,005	0,102
145	11	0,031	1,93	19,6	0,006	0,134
146	12	0,031	1,93	19,6	0,007	0,149
146	12	0,032	1,93	19,6	0,007	0,142
146	13	0,032	1,93	19,6	0,007	0,142
147	13	0,032	1,93	19,6	0,008	0,174
146	13	0,032	1,93	19,6	0,005	0,105
147	13	0,032	1,93	19,6	0,005	0,099
148	13	0,032	1,93	19,6	0,007	0,142
148	12	0,032	1,93	19,6	0,007	0,142
149	12	0,032	1,93	19,6	0,004	0,091
148	12	0,033	1,93	19,6	0,007	0,135
149	13	0,033	1,93	19,6	0,008	0,165
148	13	0,033	1,93	19,6	0,004	0,092
148	13	0,033	1,93	19,6	0,004	0,092
148	13	0,033	1,93	19,6	0,008	0,16
148	13	0,033	1,93	19,6	0,006	0,118
149	13	0,033	1,93	19,6	0,005	0,102

149	13	0,033	1,93	19,6	0,006	0,125
148	12	0,033	1,93	19,6	0,006	0,125
148	13	0,033	1,93	19,6	0,004	0,088
148	13	0,033	1,93	19,6	0,006	0,133
148	13	0,033	1,94	19,6	0,005	0,11
148	14	0,033	1,93	19,6	0,004	0,091
149	14	0,033	1,93	19,6	0,004	0,091
148	14	0,033	1,93	19,6	0,006	0,117
148	14	0,033	1,94	19,6	0,006	0,118
148	14	0,033	1,94	19,5	0,007	0,142
149	14	0,033	1,94	19,6	0,007	0,146
150	14	0,033	1,94	19,6	0,006	0,128
149	13	0,033	1,94	19,5	0,006	0,124
149	13	0,033	1,94	19,5	0,005	0,107
148	13	0,033	1,94	19,6	0,005	0,106
148	13	0,033	1,94	19,6	0,005	0,114
148	13	0,033	1,94	19,6	0,007	0,144
148	13	0,033	1,94	19,6	0,005	0,106
149	13	0,033	1,94	19,6	0,005	0,094
150	12	0,033	1,94	19,6	0,007	0,144
150	12	0,033	1,94	19,5	0,007	0,144
150	12	0,033	1,94	19,6	0,005	0,104
150	12	0,033	1,94	19,6	0,005	0,104
150	12	0,033	1,94	19,5	0,007	0,137
150	12	0,034	1,94	19,5	0,006	0,133
150	12	0,034	1,94	19,5	0,006	0,133
150	12	0,034	1,94	19,5	0,007	0,145
149	12	0,034	1,94	19,5	0,007	0,148
149	11	0,034	1,93	19,5	0,006	0,131
150	11	0,034	1,93	19,5	0,006	0,118
149	12	0,034	1,93	19,5	0,006	0,118

150	12	0,034	1,93	19,5	0,006	0,123
149	12	0,034	1,93	19,5	0,005	0,106
150	13	0,034	1,93	19,5	0,008	0,163
149	13	0,034	1,93	19,5	0,006	0,119
149	13	0,034	1,93	19,5	0,006	0,119
149	14	0,034	1,94	19,5	0,007	0,138
149	14	0,034	1,94	19,5	0,006	0,126
149	14	0,034	1,94	19,5	0,006	0,131
149	14	0,034	1,94	19,5	0,005	0,112
150	14	0,034	1,94	19,5	0,006	0,134
149	13	0,034	1,94	19,5	0,006	0,129
148	13	0,034	1,94	19,5	0,003	0,062
150	13	0,034	1,94	19,5	0,008	0,173
150	13	0,034	1,94	19,5	0,008	0,173
150	13	0,034	1,94	19,5	0,005	0,096
150	13	0,033	1,94	19,5	0,006	0,119
149	13	0,033	1,94	19,5	0,005	0,108
150	14	0,033	1,95	19,5	0,005	0,099
149	14	0,034	1,95	19,5	0,005	0,099
150	15	0,034	1,95	19,5	0,006	0,128
150	15	0,034	1,95	19,5	0,007	0,145
150	15	0,034	1,95	19,5	0,006	0,124
149	15	0,034	1,95	19,5	0,006	0,121
150	15	0,034	1,95	19,5	0,006	0,121
150	16	0,034	1,95	19,5	0,006	0,134
150	16	0,034	1,95	19,5	0,008	0,159
150	16	0,034	1,95	19,5	0,004	0,093
150	16	0,034	1,94	19,5	0,007	0,137
150	17	0,034	1,94	19,5	0,007	0,137
150	17	0,034	1,94	19,5	0,006	0,118
150	17	0,034	1,94	19,5	0,006	0,117

151	18	0,034	1,95	19,5	0,005	0,109
150	18	0,034	1,95	19,5	0,007	0,149
149	18	0,034	1,94	19,5	0,007	0,149
150	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,112
151	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,096
150	19	0,034	1,94	19,5	0,007	0,143
151	19	0,034	1,94	19,5	0,005	0,102
151	19	0,034	1,94	19,5	0,006	0,121
151	20	0,034	1,95	19,5	0,007	0,149
149	19	0,034	1,94	19,5	0,005	0,093
150	19	0,034	1,94	19,5	0,005	0,107
149	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,107
149	18	0,034	1,94	19,5	0,006	0,128
149	17	0,034	1,94	19,5	0,007	0,156
149	17	0,034	1,94	19,5	0,004	0,073
149	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,109
150	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,109
150	18	0,034	1,94	19,5	0,005	0,106
150	18	0,034	1,94	19,5	0,009	0,18
150	18	0,033	1,94	19,5	0,005	0,113
150	18	0,033	1,94	19,5	0,007	0,143
150	18	0,033	1,94	19,5	0,007	0,143
149	18	0,033	1,94	19,5	0,006	0,13
150	18	0,033	1,94	19,5	0,006	0,123
149	18	0,033	1,94	19,5	0,005	0,111
149	18	0,033	1,94	19,5	0,009	0,185
150	19	0,033	1,95	19,5	0,007	0,152
151	19	0,033	1,95	19,5	0,003	0,06
150	19	0,033	1,95	19,5	0,006	0,123



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	1002514881	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	Cifuentes Erazo Vinicio Andrés	
DIRECCIÓN:	Urb. Municipal Yuyucocha		
EMAIL:	Angito_1@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062650561	TELÉFONO MÓVIL:	085912374

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	REALIZAR LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA LOGRANDO REDUCIR Y EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE.
AUTOR (ES):	Cifuentes Erazo Vinicio Andrés, Pillajo Cevallos Felipe Andrés
FECHA: AAAAMMDD	2012/07/31
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fausto Tapia

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cifuentes Erazo Vinicio Andrés, con cédula de identidad Nro.1002514881, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 24 día del mes de septiembre del 2012

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:



(Firma).....
Nombre: **Cifuentes Erazo Vinicio Andrés**
C.C.: **1002514881**

(Firma)
Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**
Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cifuentes Erazo Vinicio Andrés, con cédula de identidad Nro. 1002514881, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“REALIZAR LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA LOGRANDO REDUCIR Y EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE.” PROPUESTA ALTERNATIVA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero **en la especialidad de Mantenimiento Automotriz**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....

Nombre: **Cifuentes Erazo Vinicio Andrés**

Cédula: 1002514881

Ibarra, al 24 día del mes de septiembre del 2012



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	1002780706	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	Pillajo Cevallos Felipe Andrés	
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, Barrio San Luis		
EMAIL:	Felipepillajo_985@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	062908507	TELÉFONO MÓVIL:	093584618

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	REALIZAR LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA LOGRANDO REDUCIR Y EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE.
AUTOR (ES):	Cifuentes Erazo Vinicio Andrés, Pillajo Cevallos Felipe Andrés
FECHA: AAAAMMDD	2012/07/31
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fausto Tapia

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Pillajo Cevallos Felipe Andrés, con cédula de identidad Nro.1002780706 en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 24 día del mes de septiembre del 2012

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:



(Firma).....
Nombre: Pillajo Cevallos Felipe Andrés
C.C.: **1002780706**

(Firma)
Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**
Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Pillajo Cevallos Felipe Andrés, con cédula de identidad Nro. 1002780706, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“REALIZAR LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MECÁNICA A DIESEL DE UN MOTOR ISUZU 4JB1 POR UN SISTEMA DE INYECCIÓN SEMI-ELECTRÓNICA LOGRANDO REDUCIR Y EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE”**. **PROPUESTA ALTERNATIVA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: Pillajo Cevallos Felipe Andrés

Cédula: 1002780706

Ibarra, al 24 día del mes de septiembre del 2012