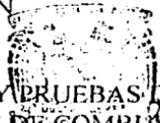


52



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO U. N. A. M.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES EN INGENIERIA CUAUTITLAN



"DISEÑO, CONSTRUCCION Y PRUEBAS DE UN LIMPIADOR DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE PARA MOTORES DE GASOLINA DE CICLO OTTO"

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

LOPEZ JIMENEZ JOSE RICARDO

ASESOR: ING. MARCOS BELISARIO GONZALEZ LORIA

CUAUTITLAN IZCALLI. EDO. DE MEXICO. 2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADO NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLAN.



DEPARTAMENTO DE

EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño, construcción y pruebas de un limpiador de inyectoras  
de combustible para motores a gasolina del ciclo Otto"

que presenta el pasante: José Ricardo López Jiménez  
con número de cuenta: 9561285-6 para obtener el título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de Julio de 2002

PRESIDENTE Ing. Jesús García Lira

VOCAL M.C. María Araceli Nivón Zaghi

SECRETARIO Ing. Marcos Belisario González Loria

PRIMER SUPLENTE Ing. Humberto Neri Mondragón

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Oscar Cervantes Torres

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A mi Madre Cecilia:**

Por todo su apoyo su educación y su confianza hacia mi durante toda mi vida, gracias MA por ser mi madre y sobre todo mi amiga te amo ma!!!

### **A mi familia:**

Gracias por todo, gracias manita por todo tu apoyo y por prestarme el carro, gracias todos mis hermanos a Rene, a Lore, a Edgar, y al Oswlado. Los amo a todos.

### **A mi Padre Cecilio:**

Donde quiera que estés "homero" te amo gracias por todo, gracias por encaminarme por el buen camino de la ingeniería y los fierros. Te extraño pa.

### **A Marcos:**

Gracias por tres años de Cbtis, clases de la universidad, asesorías, servicio social, tesis, regaños, cigarros, gracias por tus enseñanzas pero sobre todo gracias por ser mi amigo.

### **A la Universidad:**

Por la formación, la madurez, y la preparación para la vida profesional y por darme las herramientas, por darme una identidad puma y por ser mi alma mater. Por siempre serás mi universidad.

### **A los profesores:**

Gracias por su tiempo y por saber transmitir sus conocimientos y su sabiduría, gracias sobre todo por ser mis amigos, bueno ustedes saben:

Margarita López por su amistad y enseñanzas y a sus autos que tantas veces me sacaron de problemas económicos, José Antonio Sánchez (Jefe turbo), Don Cobarrubias, Al Castañeda, Jesús García Lira y hermano..... A todos Gracias.

### **A la banda:**

Gracias por el don precioso de su amistad y por todo lo que pasamos juntos los quiero mucho banda:

Erico (varon). Paco (alf) Gerardo (pelon). Elvis. Klorch. Pegaso. Victor nenita. Lalito. Tomas. Basilio. Chucho. Amiguito. El tio Tukun. El tio cara de papa. Camilo. A todos los tiny tunes. Claudia Torres Tavera. Claudia Benito. Gerardo Pollo. Sandrita Ceballos. Loco. A mi compadre. Erick el rudo. Jovan. Carlitos. Aline. Azucena. David. Zimba. IRIS MEJIA. Iris mi-ja. A los margaros. A la banda de las canchas de basketball. A Lenon. Al parangas y el depo. Mariana. Rodrigo el Roro. A todos aquellos que me ha dado su amor y su amistad incondicional y que no los omito pero no cabrían todos sus nombres pero en mi corazón estarán toda la vida..... A todos ellos gracias.

## INDICE:

Introducción	
Objetivos	
Capítulo I.- Motores de combustión interna a gasolina.	1
1.1 Breve historia y desarrollo de las máquinas de combustión interna (M.C.I.)	1
1.1.1 El motor.	7
1.1.2. Ciclo de funcionamiento del ciclo de cuatro tiempos	11
1.1.3. Clasificación de los diferentes tipos de máquinas (M.C.I.)	15
1.2 Inyección del combustible.	19
1.2.1 Reseña de los sistemas de inyección de combustible.	19
1.2.2 Tipos y funcionamiento de los sistemas de inyección de combustible.	25
1.2.2.1. Sistema de inyección por los puerto (MPI o EMPI)	26
1.2.2.2. Sistema de inyección directa.	28
1.2.2.3. Sistema de inyección por el cuerpo del acelerador (TBI).	29
1.2.2.4. Los sistemas de control.	30
1.2.2.5. Sistemas Bosch.	32
1.3 Función de las microcomputadoras en el automóvil.	33
1.3.1. Colectores de datos.	34
1.3.2. Como se procesan las señales.	36
1.3.3. Descifrando la clave.	37
1.3.4. Director del programa.	39
1.4. Componentes periféricos.	42
1.4.1. Sensores.	43
Capítulo II .-Proceso de diseño del equipo de limpieza para inyectores de combustible.	54
2.1 Identificación de la necesidad de limpieza de inyectores.	54

2.2 Propuesta para el diseño de limpiador de inyectores.	55
2.3 Desarrollo del diseño.	57
2.3.1 Diseño conceptual.	58
2.3.2 Cálculo de tubería.	60
2.3.2.1. Cálculos de presión.	60
2.3.3 Diseño final.	61
2.3.4 Validación del diseño.	67
Capítulo III.- Manufactura de equipo de limpieza para inyectores.	71
3.1 Selección de material.	71
3.1.1. Densidad.	72
3.1.2. Propiedades mecánicas del aluminio.	72
3.1.3. Propiedades químicas del aluminio.	73
3.2 Maquinas y herramientas para la manufactura.	75
3.3 Proceso de fabricación de pieza.	79
Capitulo IV- Pruebas de funcionamiento del dispositivo.	98
4.1 Proceso de afinación de motores a gasolina con inyección electrónica de combustible.	98
4.1.1 Procedimiento práctico de afinación.	100
4.1.2 Teoría del cambio de bujías.	111
4.1.2.1. Normal.	112
4.1.2.2. Recalentada.	112
4.1.2.3. Electrodo dañado.	113
4.1.2.4. Aislante quebrado.	113
4.1.3 Sustitución de filtros.	114
4.1.3.1. El filtro de aire.	115
4.1.3.2. Filtro de combustible.	117
4.1.4 Herramientas y equipo.	121
4.1.4.1. Herramientas.	122

4.1.4.2. Equipo de limpieza en plena marcha.	122
4.1.4.3. Destornilladores.	123
4.1.4.4. Llave para bujías.	124
4.1.4.5. Comprobador de chispa.	124
4.1.4.6. Calibrador de laminas.	125
4.1.4.7. Pinzas aisladas.	126
4.1.4.8. Recipiente con rociador.	126
4.1.4.9. Tapón para línea.	127
4.1.4.10. Material.	127
4.1.4.11. Líquido limpiador para inyectores.	128
4.1.5. Suavizando la marcha mínima.	128
4.1.6. Detección de los códigos de fallas.	135
4.1.6.1. Modos de operación.	137
4.1.6.2. Recuperando los códigos.	138
4.1.6.3. Recuperando códigos Chrysler, Dodge.	139
4.1.6.4. Limpiando códigos Chrysler, Dodge.	141
4.1.6.5. Recuperando códigos Ford, Lincoln y Mercury.	141
4.1.6.6. Prueba rápida- llave encendida motor apagado (koeo).	142
4.1.6.6.1. Códigos de prueba automática.	142
4.1.6.6.2. Código de pulsos separadores.	142
4.1.6.6.3. Código de la memoria continua.	142
4.1.6.6.4. Motor en marcha (er).	143
4.1.6.6.5. Pulso de código i.d.	144
4.1.6.6.6. Prueba tiempo regulado del motor.	144
4.1.6.6.7. Prueba de meneo.	144
4.1.6.6.8. Interpretando los códigos continuo de la memoria.	145
4.1.6.6.9. Desempeña la prueba er (motor en marcha).	146
4.1.6.6.10. Limpiando códigos.	149
4.1.7. Recuperando códigos general motors todos los modelos.	150

4.1.7.1. Limpiando los códigos.	152
4.1.8. Recuperando códigos Nissan todos los modelos.	153
4.1.8.1. Limpiando códigos.	153
4.1.9. Recuperando códigos Volkswagen.	153
4.1.9.1. Sistemas Digifant II.	154
4.1.9.2. Limpiando códigos.	154
4.1.9.3. Cis-E motronic- sistemas.	155
4.1.9.4. Recuperando códigos.	155
4.1.9.5. Limpiando códigos.	158
4.2 Desarrollo de afinación de vehículo y prueba de dispositivo.	158
4.2.1 Emisiones	158
4.2.2 Selección de vehículo de prueba.	164
4.2.3 Realización de prueba.	167
4.2.4 Resultados obtenidos.	171
4.2.4.1 Cotejo de datos.	174
4.2.4.2 Comparación gráfica.	179
Conclusiones.	186
Indice de figuras.	
Anexo 1.- Tablas de equivalencias.	
Anexo 2.- Especificaciones de medidas y torque de tornillos.	
Anexo 3.- Códigos de fallas	
A) Gm.	
B) Ford.	
C) Chrysler.	
D) Nissan.	
E) Wolkswagen	
Anexo 4.- Tabla de presiones y dibujos de diseño	

## INTRODUCCIÓN:

Como resultado de la gran cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera por nuestros automóviles, se ha visto la creciente demanda de normas para la calidad del aire, esto ha llevado a los constructores automotrices al desarrollo de sistemas de inyección de combustible eficientes utilizando para ello tecnología de punta, sin embargo no basta con tener estos sistemas si no que también se requiere de mantenerlos en condiciones óptimas para su buen funcionamiento y realicen su propósito original.

El presente trabajo de tesis propone poner en práctica los conocimientos que son impartidos en la carrera del ingeniero mecánico para mostrar a nuestros compañeros que el desarrollo de productos de alta tecnología puede ser llevado a cabo en nuestro país por nuestros ingenieros, para que en un futuro cercano podamos ser tecnológicamente independientes de otros países.

Es por esta inquietud que proponemos el desarrollo de un dispositivo capaz de realizar el mantenimiento de estos sistemas automotrices ofreciendo el mismo nivel de calidad, diseño y eficiencia que los productos actuales disponibles en el mercado buscando mejorar la economía y practicidad del mismo.

Así mismo veremos todo un proceso definido no solo de diseño y fabricación, veremos como se como se utiliza el aparato objeto de este trabajo de tesis, además de todo un procedimiento de afinación y pruebas en un laboratorio de emisiones de gases a las que serán sometidos los vehículos que se someterán a las pruebas del dispositivo.

Como se verá en esta obra el desarrollo d nuevos productos es un gran aliciente para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica, no solo de la F.E.S. Cuatlitlán sino de toda la Universidad Nacional Autónoma de México.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL.

El desarrollo de la tecnología a lo largo de la historia reciente se ha caracterizado por su velocidad extrema, no ha pasado ni un solo año desde que se lanzó un producto nuevo al mercado y ya se vuelve obsoleto, a tal velocidad que nos deja atrás antes de poder estudiar su funcionamiento e incluso a prender su sistemas para darle mantenimiento haciendo el conocimiento de esta tecnología propiedad exclusiva de un solo grupo de personas.

Si bien los estudiantes de ingeniería tienen conocimientos sólidos en muchas áreas, existen otras en las por falta de contacto se vuelven poco fáciles de digerir. Con este trabajo de tesis pretendo utilizar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica en el área de diseño mecánico de una forma sencilla y practica no solo al diseñar un producto, también al manufacturarlo y utilizarlo, pretendo hacer llegar este conocimiento de una forma amena para demostrar que la utilización y aplicación de la ingeniería es una materia en la cual desarrollar nuevos productos y técnicas de una manera sencilla y práctica pero sin dejar de lado los lineamientos que nos dan las estructuras de las diferentes ramas de la ingeniería.

En general este trabajo de tesis expresa como el diseño, la fabricación y el uso en la vida real de un producto no es si no la suma de los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería mecánica de una forma sencilla práctica y

fácilmente digerible para cualquiera ya que este saber no debe quedar en manos de unos, si no en poder de todos.

## OBJETIVO DEL CAPÍTULO I

El fin de este capítulo es el de hacer un viaje rápido pero bien específico dentro de del mundo de los automóviles y los sistemas de alimentación de combustible así como las características de ellos para adentrarnos y conocer un poco más en que tipo de máquinas se basa el diseño del que es objeto este trabajo.

Todo esto para permitir que el interesado en este trabajo de tesis se de una idea general de en donde se aplica el trabajo del producto aquí desarrollado. Puntualizo que esta reseña de los motores de combustión interna es sencilla y específica más no profunda por que no es nuestro objetivo hacer un estudio especializado de este tipo de maquinaria, solamente hacer saber el terreno donde se basa este trabajo.

## OBJETIVO DEL CAPÍTULO II

En este capítulo pretendo llevar a la práctica los lineamientos del proceso de diseño, el cual algunos autores enumeran en hasta veinticinco pasos, pero con la experiencia de campo y el atinado mejoramiento de esta materia desarrollo este proceso en solo cuatro pasos sencillos para comprobar que el plan de esta materia en el área de diseño mecánico es como mencione antes una mejora.

### OBJETIVO DEL CAPÍTULO III

Mostrar los conocimientos de diferentes materias que se imparten en la carrera de ingeniería mecánica como son las relacionadas con el trabajo mecánico real en las máquinas y herramientas, así como el conocimiento de los materiales para su uso en diferentes aplicaciones. Además de mostrar paso a paso todo el proceso de fabricación mostrando como combinar la teoría y la práctica.

### OBJETIVO DEL CAPÍTULO IV

Con el desarrollo de los medios de transporte se ha facilitado enormemente la vida del ser humano, sin embargo también la complica en la misma magnitud, y uno de los problemas consecuentes es la contaminación ambiental. Sabemos que el ambiente es un recurso que debemos cuidar para no convertirlo en un recurso no renovable.

Tanto los motores modernos como sus sistemas están diseñados para emitir la menor cantidad de contaminantes posible a la atmósfera, pero no es suficiente el tenerlo también debemos mantenerlos. El mantenimiento de un motor de combustión interna a gasolina es todo un proceso que no tiene grandes complicaciones. Uno de los puntos clave de este proceso de afinación es la limpieza de los inyectores de combustible ya que estos deben tener un funcionamiento óptimo para que el motor entregue la menor cantidad de contaminantes, sin embargo la sola limpieza de estos elementos no garantiza el éxito de esta limpia meta, es necesario completar ciertos pasos.

Propongo el diseño de un limpiador de uso rápido y fácil pero efectivo además de económica por que la limpieza de los inyectores es el punto central del mantenimiento de los motores para evitar al máximo que sigan envenenando el ambiente. Así mismo efectuaremos pruebas de laboratorio para comprobar si logramos con la limpieza de inyectores de combustible reducir la expulsión de gases tóxicos.

## CAPITULO I

### I.- MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA.

Desde su introducción a los carruajes el motor de combustión interna ha sido una revolución en el mundo, todos alguna vez hemos subido en un automóvil y es innegable que seguirá siendo durante mucho tiempo un artículo de la vida diaria para todos nosotros. Por ello veremos una breve reseña de los motores para comprender desde su origen el lugar que ocupa en la industria y en la vida diaria.

#### 1.1 BREVE HISTORIA Y DESARROLLO DE LAS MÁQUINAS DE COMBUSTIÓN INTERNA.

En la penumbra de una antigua capilla dormita un monstruo de madera, cobre y acero. Indiferente a otras máquinas que han venido a reunirse con él, este coloso mecánico celebró en 1970 su segundo centenario. Se trata, en efecto, del primer automóvil, del célebre vehículo creado por Nicolás Cugnot. Milagrosamente conservado o reconstruido, constituye una de las joyas del Conservatorio Nacional de Artes y Oficios, aunque su título sea puesto en duda. Algunos historiadores afirman que resulta ridículo empezar la historia del automóvil con Cugnot y su dinosaurio de vapor pues anduvo solo, quizás, pero nunca pudo ir demasiado lejos. Este es el testimonio más favorable ya que al menos admite que anduvo por su propio impulso...

Los historiadores están de acuerdo en afirmar que el prototipo a escala reducida, construido según los datos del ingeniero Cugnot, funcionó realmente. La caldera era muy rudimentaria, la potencia casi irrisoria, pero la máquina avanzaba por sus propios medios. Como consecuencia de estas pruebas, se construyó en el arsenal de París el vehículo verdadero.

Algunos, y no son pocos, piensan que no ha rodado nunca. En nuestros días no sabemos con certeza la verdad pues el funcionamiento problemático de la caldera parece dar la razón a los más escépticos. A pesar de todo, numerosas cartas relatan la realidad de los ensayos de este carro que cargaba tres toneladas y media de peso entre julio de 1770 y la primavera de 1771. ¿Tuvo Nicolás Cugnot la gran alegría de conducir el primer automóvil?

En 1804, Cugnot murió pobre, abandonado, olvidado incluso de Napoleón. Pero la idea de "vehículo sin caballos", movido por la fuerza del vapor de agua, ya estaba lanzada y atravesó el Canal de la Mancha. Intentó implantarse en Inglaterra, donde el caballo era el rey del transporte. Durante cuarenta años el caballo supo hacerse con su enemigo, y en la pugna, los ingenieros empezaron a aparecer condicionados por la vía férrea. Todo aquel que se aventuraba en la creación de diligencias de vapor se arruinaba por lo que al final se acabó con esta primera ofensiva. En 1840 todo estaba consumado: el automóvil entraba en letargo por un período de unos treinta años.

Durante este largo período de las diligencias inglesas, los franceses no

permanecieron inactivos. Diligencias, remolcadores y carros seguían funcionando igualmente entre 1850 y 1870.

Al día siguiente de la guerra franco-alemana, unos industriales de la región del Mans, los Bollée, abordaron con verdadero éxito la construcción de vehículos automotores de vapor. Amédée Bollée, impresionado por lo ocurrido en Inglaterra, inició la construcción de vehículos a motor a partir de 1872. El primero fue un "break" de 12 plazas llamado "La Obediente". Lo verdaderamente vanguardista fue su motor de cilindros en V, suspensión independiente y, en términos relativos, buen rendimiento de la máquina.

El 9 de octubre de 1875 Amédée Bollée se lanza hacia Paris al volante de "La Obediente". Cuando llega a la capital le han impuesto setenta y cinco multas.

Poco más tarde, "La Mancelle" viene a sustituir a la "Obediente". En este caso lleva motor delantero y ruedas traseras motrices, considerándose ya como un verdadero automóvil. Entre 1880 y 1895 saldrán de Le Mans otras máquinas Bollée más seguras y perfeccionadas.

A finales de 1880, la triunfante bicicleta, pronto se vio eclipsada ante el motor. En la más distinguida sociedad solamente se oía hablar del triciclo de vapor o del cuatriciclo mecánico. Albert de Dion, cansado de las diversiones clásicas del gran mundo, se siente tentado por la evasión del vehículo mecánico. Un encuentro fortuito con un genial artesano precipita las cosas. De Dion y

Georges Bouton van a trabajar juntos. Mientras un tercer hombre, Trépardoux, concibe ingeniosas calderas para propulsar sus nuevos vehículos. La alianza De Dion Bouton va a forjar la historia del automóvil. Durará treinta años, y algunas de sus patentes alcanzarán la "inmortalidad".

Al pie de la gigantesca torre Eiffel, la exposición de 1889 concreta un mundo que capitula ante la mecánica. A la locomoción de vapor, todo poderosa sobre raíles, se oponen terribles rivales: Los vehículos provistos de motores que utilizan la explosión en cilindros de mezclas gaseosas.

A partir de 1860, las investigaciones sobre la explosión tomaron una dirección más precisa. En enero de ese año, Jean-Joseph Etienne Lenoir, patenta y construye un motor inédito: se trata de un monocilindro alimentado con gas y aceite que se inflama con la ayuda de una chispa. Los investigadores se inclinan sobre estos motores de hidrocarburos con el fin de aumentar su potencia. El ingeniero francés Alphonse Beau de Rochas estudia y enuncia un "ciclo de funcionamiento" llamado de cuatro tiempos. El alemán Nikolaus August Otto, sienta las bases de un motor realizable, partiendo de un principio análogo. ¿Quién fue el verdadero inventor?. En Francia, el ciclo de cuatro tiempos será Beau Rochas, mientras que para los anglosajones todo motor de gasolina será un motor Otto.

El chauvinismo y el automóvil nunca han podido coexistir, pues desde un principio (cuando los motores Lenoir de Francia, y los Otto-Langen, de Alemania, produjeron sus primeros caballos de vapor) se realizaron intercambios técnicos

entre los investigadores de la vieja Europa. Frente a los grandes "vaporistas" franceses De Dion y Léon Serpoller, Alemania contaba con dos indiscutibles pioneros del automovilismo moderno con motor de petróleo, Daimler y Benz. .

Detrás del nombre de Daimler se perfilan dos hombres: el propio Gottlieb Daimler y el ingeniero Wilhelm Maybach. Trabajaron juntos durante veinte años. Daimler perfecciona los motores concebidos por Otto y crea un monocilindro inédito que funciona desde 1883. En 1887 se aventura por las calles de Stuttgart con un extraño automóvil, se llama el "Einspur". En la exposición universal de París de 1889 los motores de Daimler causan una verdadera sensación pues pueden propulsar desde canoas hasta tranvías o coches.

Lleno de confianza en el porvenir de sus creaciones, Daimler escribe estas palabras dedicadas a sus nuevos talleres: "Desde aquí se elevará una estrella, y quiero tener la esperanza de que será nuestra bendición y la de nuestros hijos". Más de un siglo después, la célebre estrella brilla siempre sobre el capó de los Mercedes construidos por Daimler-Benz.

Acabamos de nombrar al segundo gran pionero alemán del automóvil. A cien kilómetros del taller de Daimler, otro constructor-ingeniero, Karl Benz, lucha por sacar a delante su negocio. En 1885 consigue sacar su primer motor concebido por él. Así, en 1886 contruye un triciclo con motor horizontal. Fue en agosto de 1888, cuando la mujer de Benz, Berta (acompañada de sus dos hijos) realizaría probablemente el primer viaje de una mujer "a la barra" de un automóvil. Hay que

remarcar que esa memorable odisea se hizo más de dos años antes de que rodasen los primeros Panhard y Levassor. Treinta años más tarde, los destinos de Daimler y Benz se unieron formando la Daimler-Benz.

En Francia va a jugarse una grande y fructífera partida cuyo principales protagonistas son: René Panhard, Emile Levassor, Edouard Sarazin (que posee licencias para exportar patentes relacionadas con los motores Otto-Langen), y por último otro importante personaje, la señora Sarazin.

Cuando Daimler realiza sus excelentes motores, Sarazin se pone en contacto con él para que le ceda sus derechos sobre esas fabricaciones. A su muerte, su viuda, la señora Sarazin, conseguirá con la ayuda de Panhard, obtener las patentes y entregárselas a Emile Levassor.

Panhard y Levassor pueden producir motores Daimler, sin embargo, los proponen a Armand Peugeot. En septiembre de 1890 en el taller de Levassor figuran juntos el cuadriciclo Peugeot y el primer Panhard-Levassor: el automóvil casi moderno es una realidad.

En los chasis siguientes, Levassor coloca el motor delante, bajo un capo tipo "salero", detrás del motor, un embrague, una caja de cambios, una transmisión por cadenas y una dirección constituida por un barra que gira en todas direcciones a la que se denomina "cola de vaca". El 30 de octubre de 1891 se vende el primer Panhard-Levassor.

### 1.1.1 EL MOTOR.

Técnicamente hablando, dentro del vocabulario automotriz la palabra "motor" tiene dos sentidos. Por una parte, un "motor" convierte la energía eléctrica en funciones mecánicas, como es el caso del arrancador que pone a funcionar el motor de su vehículo. Por otro lado, un "motor" es una máquina que convierte la energía de calor en trabajo mecánico. El motor de su automóvil hace esto al quemar la gasolina dentro de las cámaras de combustión.

Cuando la gasolina y el aire se mezclan en proporciones correctas, (lo ideal es 15 partes de aire por una de gasolina) y una chispa la enciende, la mezcla explota y se crea una tremenda combinación de presión y calor. A pesar de que la combustión se efectúa en una fracción de segundo, lo hace en una forma controlada. Cuando la chispa enciende la mezcla, un "grupo de llamas" se mueve rápidamente desde el punto de encendido como un globo que se expande con rapidez hasta que se quema toda la mezcla de combustible. Este proceso ocasiona una elevada presión en los cilindros, la cual empuja el pistón hacia abajo y acciona el cigüeñal. De este modo, la energía de calor se transforma en un trabajo mecánico útil para darle potencia a su carro. Al apretar el pedal del acelerador, se abre la mariposa y entra mas aire y combustible al motor. Esta acción aumenta la densidad.

De la mezcla de combustible en cada uno de los cilindros del motor, lo cual incrementa la intensidad de la presión en los cilindros cuando se enciende la mezcla. Como resultado, el motor desarrolla mas potencia y corre más rápido O trabaja con mas fuerza, según la carga. Al dejar de pisar el pedal del acelerador

disminuye la cantidad de aire y combustible, la presión de los cilindros se reduce y el motor trabaja mas despacio.

En cierta forma, un motor de combustión interna es como una bomba de aire. La mariposa abierta bombea mas aire a través de sí misma, y a mayor volumen de aire (y combustible), mayor es la potencia. Por eso los motores grandes generan más caballos de fuerza que los chicos. Tienen mayor capacidad de bombeo. Desafortunadamente, los motores de combustión interna no son muy eficaces cuando se trata de aprovechar la energía de calor que produce la combustión. De hecho, solo la tercera parte de esta energía se utiliza para conducir el vehículo. Otra tercera parte se pierde cuando el tubo de escape expide los gases de escape calientes. Para cuando el pistón llegó al límite más bajo de su recorrido, la presión del cilindro disminuyó en forma considerable a partir de su punto máximo, el cual alcanzó poco después de la combustión. El motor ya recibió todo de los gases de combustión en expansión: aun así, la energía de calor permanece, y se envía al escape para que el cilindro repita el proceso con una carga limpia de aire y combustible.

Otro 20 a 25 por ciento del calor que se produce durante la combustión va al sistema de enfriamiento. El motor se empieza a calentar cuando quema el combustible y, a no ser por el sistema de enfriamiento, continuaría acumulando calor al punto de derretirse. Por lo tanto, la pérdida de calor a través de este paso es inevitable.

La fricción interna es otra forma de pérdida, por ejemplo: el roce de los anillos de los pistones contra los cilindros; el roce de las salientes de levas contra los resortes; el deslizamiento hacia arriba y abajo de las válvulas sobre sus guías;

el giro del cigüeñal sobre sus soportes, etcétera. Aun así, en la mayoría de los motores la pérdida de energía por fricción solo representa de un 5 a un 8 por ciento. No obstante, es una pérdida que resulta del trabajo útil que produce la combustión.

Un porcentaje de la energía restante se utiliza para accionar accesorios "parasíticos" como la bomba de agua, el alternador, la bomba de la dirección hidráulica y el compresor del aire acondicionado. Asimismo, existen pérdidas por fricción en las bandas de transmisión del motor, la transmisión, el movimiento propulsor y las llantas (resistencia al rodamiento). La energía que todavía queda disponible para conducir el automóvil es apenas un pequeño porcentaje de la potencia total que se generó al encender la mezcla de combustible.

Los ingenieros estudian la forma en que la combustión interna del motor resulte más eficiente. Diseñar un motor con materiales resistentes al calor para que pueda correr a temperaturas más altas, o tal vez sin un sistema de enfriamiento, reduciría las pérdidas de calor. Hoy en día se trabaja mucho en el desarrollo de materiales de cerámica, ya sean componentes completos para motor, o recubrimientos en pistones, válvulas, cilindros y cámaras de combustión. Se puede recapturar parte del calor perdido y utilizarlo para hacer girar un turbocargador. Sin embargo, los turbocargadores son caros y, por lo regular, su uso sólo se limita a modelos de lujo o deportivos. Los aceites de baja fricción y los perfeccionamientos mecánicos que reducen las pérdidas por fricción también son de utilidad, pero una vez más, las ganancias son pocas comparadas con los costos. Hasta que los ingenieros no encuentren una manera económica de recuperar mucha de esta energía de calor perdida, el motor de combustión

interna seguirá teniendo caballos de fuerza muy deficientes para dar potencia a un vehículo. Sin embargo, el caballo de fuerza disponible en la actualidad es él más eficaz a un precio razonable.

La potencia generada por el motor a menudo se mide en caballos de fuerza, que es el equivalente a levantar 25, 000 kilos por metro en un minuto. Para llegar a esta cifra, se observo lo que un caballo común y corriente podría hacer al cargar carbón fuera de una mina. Otra medida del rendimiento del motor es la torsión, o la cantidad de fuerza de giro que puede ejercer el motor. Se expresa en libras-pie (lbs-ft) y se determina por la rotación del cigüeñal y la presión máxima del cilindro.

### 1.1.2 CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE CUATRO TIEMPOS.

El principio básico reside en que una mezcla de aire-combustible es quemada en un espacio cerrado, generando así gas caliente bajo alta presión. El gas expandido impulsa al émbolo hacia abajo y éste, a través de su conexión con una biela y un cigüeñal, acciona un eje. Como el eje tiende a continuar girando, el cigüeñal y la biela de conexión vuelven a llevar al émbolo a la parte superior del cilindro. El proceso útil que realiza el émbolo consta de cuatro tiempos, dos ascendentes y dos descendentes, y esto compone un ciclo completo llamado "ciclo Otto", el cual nos describe el comportamiento del motor bajo parámetros de presión y temperatura. El ciclo toma ese nombre como homenaje al ingeniero que lo diseñó originalmente.

En la siguiente gráfica podemos observar el comportamiento del ciclo ideal de cuatro tiempos. Como podemos apreciarlo en la figura 1.1

La gráfica del ciclo Otto esta dada en un sistema coordinado presión-volumen donde es fácil ver como se hace tanto la compresión como la expansión desde un punto de vista gráfico, con ello entendemos con más claridad lo que ocurre dentro de cada cilindro del motor, si embargo es necesario explicar cada uno de los puntos del ciclo en cuanto a lo que físicamente sucede cada vez que encendemos el motor del automóvil y lo hacemos trabajar.

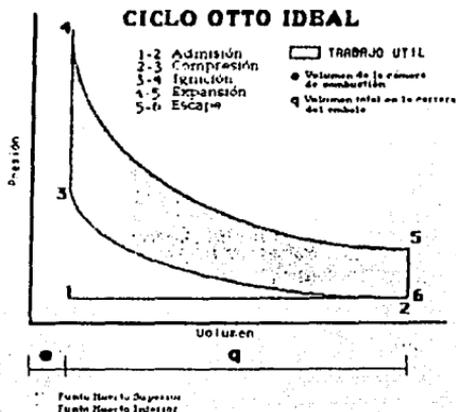


Figura 1.1 del ciclo ideal de Otto

Dentro del ciclo, en el primer tiempo (ADMISION), el émbolo es impulsado hacia abajo por el cigüeñal, absorbiendo la mezcla de aire-combustible que ha sido atomizado previamente en el carburador ó en el elemento designado para ello y que pasa a través de la válvula de admisión cuando ésta se encuentra abierta. Cerca del límite inferior de la carrera del émbolo punto muerto inferior (PMI). La válvula es cerrada por el mecanismo que enlaza las válvulas con el cigüeñal giratorio, este mecanismo llamado árbol de levas esta sincronizado a una relación de 2:1 vueltas con respecto al giro del cigüeñal esto para efectos de tener en correcta sincronía el llamado tiempo de encendido, que es sencillamente que alguna de las válvulas se abra justo al tiempo que el émbolo ó pistón esta en el PMI ó en el punto muerto superior (PMS). En este preciso instante el cigüeñal

vuelve a impulsar el pistón hacia arriba del cilindro comenzando con esto la carrera del segundo tiempo (COMPRESION), presionando la mezcla a un reducido espacio (CAMARA DE COMBUSTION) en el extremo superior del cilindro, esta compresión del gas es llevada a rangos ideales de 10:1 respecto a la presión atmosférica. En este punto se produce la ignición aprovechando el aumento en la temperatura del gas debido a la compresión y que ayudará a mejorar la combustión que es inducida a través de una bujía - dispositivo alimentado con pulsaciones eléctricas de alto voltaje para producir un arco eléctrico en el momento apropiado -. La mezcla arde instantáneamente y la llama se propaga con una gran velocidad a lo largo de la cámara de combustión formando una onda radial en tres dimensiones, hasta que finalmente se consume toda la mezcla. Si bien la combustión es rápida, no es exactamente una explosión. En ocasiones, debido a partículas incandescentes de carbón en el cilindro o al empleo de combustible de mala calidad, toda la mezcla se enciende antes o después del momento indicado o para llamarlo mejor en el tiempo indicado.

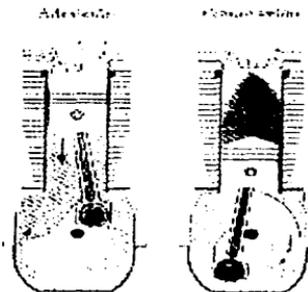


Figura 1.2 tiempo de admisión y tiempo de compresión

Este fenómeno se le llama detonación o auto encendido, produciendo temperaturas excesivas y violentas presiones que provocan grandes daños en poco tiempo al motor. En una eficiente combustión esto no sucede y toda la mezcla arde suave y limpiamente. El gas caliente no daña al émbolo ni al cilindro, pero la elevada presión que se origina, proporciona una gran potencia en el extremo superior del émbolo, impulsándolo hacia abajo y dando inicio a la carrera del tercer tiempo (TIEMPO DE POTENCIA O Expansión) casi al final de esta, el mecanismo de distribución abre una válvula de escape para que los gases producidos durante la combustión o gases de escape puedan salir. En el cuarto tiempo (ESCAPE), casi todo el gas es expulsado por la carrera ascendente del émbolo y se reinicia el ciclo nuevamente con apertura de la válvula de admisión un instante después de que la válvula de escape se cierra, este tiempo entre el cierre de la válvula de escape y la apertura de la válvula de admisión se realizan casi simultáneamente, a este movimiento se le llama traslape valvular.

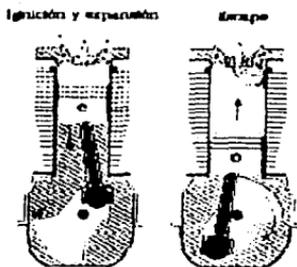


Figura 1.3 tiempo de expansión y tiempo de escape

### 1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MÁQUINAS (M.C.I).

En la mayoría de los motores se utilizan varios cilindros para proporcionar una marcha más suave, con tiempos de encendido más frecuentes. Aunque esto no determina una clasificación general de los motores, en la actualidad es un determinante en cuanto al diseño de los sistemas de suministro de combustible. Dentro de las configuraciones podemos encontrar el diseño radial que ha sido desarrollado para proporcionar una gran potencia, con los cilindros dispuestos en forma de estrella alrededor del carter central. Los cilindros de estos motores tienen la particularidad de encontrarse siempre en número impar sean 5, 7 o 9, uno de los cuales accionará una biela maestra sobre la que pivotan todas las demás. Se tiene mayor potencia si se colocan más de una estrella de cilindros colocada una detrás de otra o en tandem y desfasadas entre sus huecos.

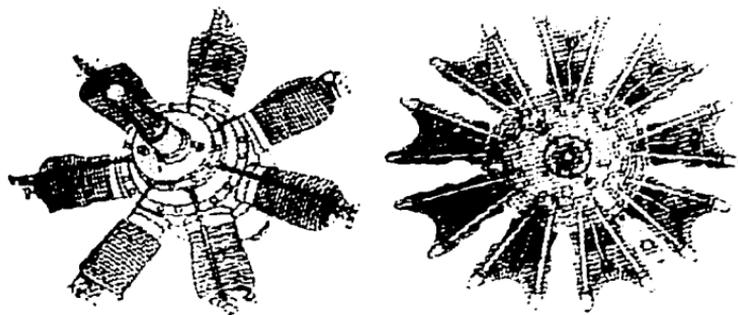


Figura 1.4 configuración en estrella o radial

Esta disposición mejora la refrigeración, dado que el aire fluye entre las amplias y apretadas aletas que proporcionan una gran superficie por la que se

disipa el exceso de calor. Además de esta configuración se han diseñado muchas otras, todas ellas diseñadas de acuerdo a las necesidades de las áreas de aplicación, por ejemplo podemos encontrar motores con cilindros en línea y en posición vertical invertidos, motores con configuración de los cilindros en V y en V invertida, con configuración en W, en abanico o en fan, en H, en X, en configuración en Y, en configuración Y invertida, configuración de cilindros opuestos y posición horizontal también conocidos como motores bóxer, en línea horizontal y vertical

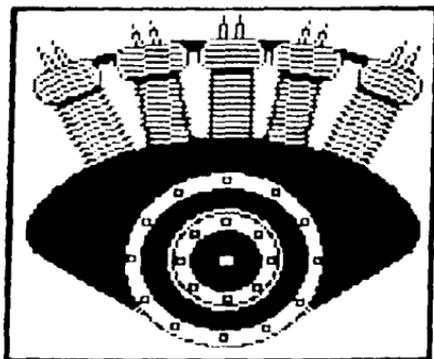


Figura 1.5 configuración en abanico

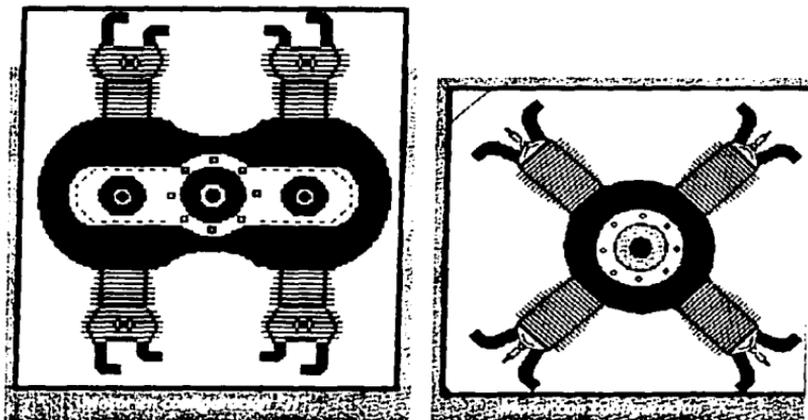


Figura 1.6 configuración en H y en X

Otra forma de clasificación es la refrigeración, la mayoría de los motores que se equipan en los aviones pequeños y ligeros son enfriados por aire pero en la actualidad algunos motores pequeños son refrigerados por líquidos, aunque motores grandes y enfriados por aire son montados también en automóviles, la diferencia entre ambos radica en el hecho de que en los motores grandes la mayor parte del volumen de aire requerido para el enfriamiento de los cilindros es forzado a circular a través de las aletas de enfriamiento, esto se logra a través de una turbina que hace fluir el aire forzado alrededor de la máquina. La refrigeración por agua hace más silencioso el motor y algunos ingenieros sostienen que también más eficaz. Sin embargo, estos necesitan un sistema de tuberías, una bomba hidráulica y un intercambiador de calor (RADIADOR) aumentado por consiguiente el número de piezas y el espacio requerido para contenerlos, teniendo también riesgos de fugas de líquido refrigerante. Los

motores refrigerados por aire en algunos casos son considerados superiores cuando operan en condiciones de frío y calor extremos.

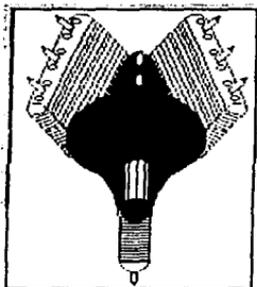


Figura 1.7 configuración en Y

También pueden clasificarse de acuerdo a la distribución de combustible.

No es suficiente conducir la gasolina o cualquier otro combustible desde el depósito hasta el cilindro. Para que un motor de gasolina funcione adecuadamente debe recibir una mezcla perfecta de aire combustible (MEZCLA ESTEQUIOMETRICA) de aproximadamente 15 partes de aire por una de combustible en volumen (aproximadamente 9 a 1 en la relación de compesión), y este proceso exige de un carburador o bien de un sistema de inyección de combustible.

El carburador se encarga de regular el flujo de combustible y permite que se mezcle con el aire que penetra a través del colector de admisión, llevando la mezcla hasta los cilindros. Por otro lado un sistema de inyección de combustible gradúa las exactas necesidades del motor y suministra dosis extremadamente pequeñas de combustible a cada cilindro, mejorando considerablemente el consumo

del mismo y haciendo el proceso más limpio. Como una generalidad, se utiliza una mezcla rica en combustible en el momento del arranque y una mezcla débil durante la marcha mínima (sin carga) o ralenti y una mezcla de aire-combustible aproximada de 7 a 1 durante un funcionamiento normal (con carga). En los sistemas de inyección el control de la proporción aire combustible se realiza en forma automática.

## 1.2 INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.

Al encontrarnos rodeados de vehículos en nuestras ciudades, nos encontramos en contacto con la más alta tecnología automotriz, y nos encontramos tan habituados a ellos que se han vuelto comunes y pasan desapercibidos ante nuestros ojos.

Sin embargo, para quienes necesitamos estar actualizados con la tecnología que nos rodea, es necesario saber no solo los avances más recientes si no también conocer los principios básicos de funcionamiento, por ello veremos a continuación una reseña y los principales sistemas de inyección de combustible.

### 1.2.1 RESEÑA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.

Desde ya algunos años en nuestro país nos hemos ido habituando a escuchar sobre sistemas de inyección electrónica de combustible en motores a gasolina como por ejemplo: "motor de 6 en V con EFI" o "sistemas de inyección TBI", y aun más nos hemos acostumbrados a utilizarlos, incluso muchos hemos conducido vehículos con estos sistemas. Pero la mayoría de nosotros no sabemos realmente

como estos han sido desarrollados a través de los años, por ello vamos a ver como ha sido su desarrollo.

Para conocer la historia de los sistemas de inyección de combustible debemos remontarnos a una historia de casi 100 años, tres continentes que incluye a entusiastas manufactureros, inventores, ingenieros y diseñadores.

Todo comenzó con el ingeniero llamado Franz Burger quien uso el primer sistema de inyección práctico a mediados de 1880, acopló una pequeña bomba de pistón a una máquina estacionaria de un solo pistón que era producida por la Charter Gas Engine Company. La bomba que era impulsada por una eslabón que se acoplaba a un brazo y a una leva que se movía a la velocidad del volante inercial de la máquina. La bomba era forzada a promover una cierta cantidad de combustible a intervalos de tiempo según la velocidad del motor, hacia un tocos inyector de boquilla para atomizar el combustible dentro de la corriente de aire de la admisión. El combustible era repartido través de la válvula de admisión en la bomba, a la entrada de la línea de combustible, la válvula era activada por un gobernador mecánico, no se podía hacer algo más simple que esto. Podemos verlo en la siguiente figura 1.8 :

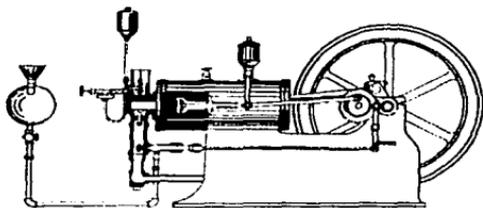


Figura 1.8 motor de la compañía Chaeter Gas Engine

La gasolina se mezclaba en el aire mientras se mantenía el ritmo de funcionamiento del motor y la cantidad de combustible requerido se controlaba de acuerdo con la velocidad de la máquina. Aunque es cierto que otros contribuyeron a concebir y dar forma a estos sistemas, y quizás alguien antes que Burger fabricó algún sistema similar, este es el primero en ser realmente práctico para su aplicación comercial y por lo tanto disponible para ser mejorado de acuerdo con las necesidades a las que posteriormente se aplicaría.

Los siguientes avances de los sistemas de inyección de combustible fueron hechos para aplicaciones en el área de la aviación. Los hermanos Wright en su primer aeroplano, el avión "Kitty Hawk" usaron un sistema de inyección muy ruidoso en el primer vuelo motorizado en 1903. En lugar de una bomba usaron la gravedad para alimentar por goteo desde un tanque en la cabeza de la máquina hasta la entrada del ducto del aire donde estos se mezclaban (el aire y el combustible).

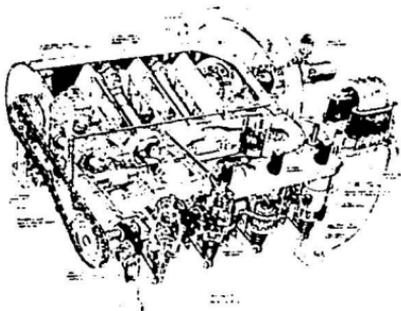


Figura 1.9 motor original del avión Kitty Hawk de los hermanos Wright.

Al paso de los años el Ingeniero León Levavasseur descubrió que aumentando la presión de inyección se mejoraba muchísimo la atomización y fabricó un sistema para variar mecánicamente el impulso del pistón de la bomba para mejorar el control en la carga del combustible, esto se tradujo en mayor potencia por cada centímetro cúbico de la máquina. Al mejorar la atomización contribuyó para hacer mejores diseños y aumentar la eficiencia. El control del pistón mejora la eficiencia que se desprende del uso de la potencia bajo el régimen de "la variación de la demanda". Pero a pesar de las mejoras que se dieron en los sistemas de inyección de combustible la competencia entre el diseño de los carburadores contra y éstos se hizo más seria con la producción en masa de estos últimos para los automóviles durante los años que siguieron.

El constructor alemán de partes eléctricas Robert Bosch comenzó un trabajo preliminar en los sistemas de inyección para la aviación justo antes de la primera guerra mundial. Durante la primera guerra mundial no se consideraba el desarrollo de la aviación como secundaria debido a otras necesidades. La compañía de Bosch se dio cuenta de que la inyección de combustible era una alternativa muy seria contra la inyección por carburador, así después de la guerra estos sistemas se extendieron a usos civiles en el campo de la aviación. En 1925 Stromberg desarrolló un carburador "flotante" en donde el flujo de combustible era regulado por un diafragma montado en el, reaccionando a la demanda de la máquina, esto lo indicaba un medidor de presión absoluta (MAP o de vacío de la máquina).

Al mismo tiempo se seguía la investigación y desarrollo de estos sistemas, para solucionar el problema de la repartición de combustible en la máquina se

desarrolló un sistema secuencial de inyección que funcionaba con una bomba rotatoria que entregaba a ciertos intervalos de tiempo el combustible en inyectores individuales para cada cámara de combustión de cada cilindro, esto dio paso a los sistemas de inyección de combustible para los motores de automóviles.

Después de la segunda guerra mundial especialmente en los vehículos de carreras, se comenzó a usar los sistemas que antes se desarrollaron para los aviones, pero estos sistemas se encontraban aun en plena infancia. La primera razón para que se adoptaran los sistemas en los automóviles fue que a diferencia de los motores de aviación los motores para autos funcionan con rangos relativamente bajos de revoluciones por minuto y de demanda de potencia, ya que estas máquinas requieren gran eficiencia según las RPM's.

El diseñador italiano ingeniero Ottavio Fuscaldò en 1940 diseñó y puso en funcionamiento en un Alfa Romeo el primer inyector de combustible controlado por un solenoide, variando la presión de acuerdo con la velocidad del motor, y operando el inyector a intervalos de tiempo eléctricamente. Esto constituyó la primera mejora en los sistemas electrónicos de inyección de combustible. Justo después de la segunda guerra mundial Mercedes y Bosch, con su extensa experiencia en el tiempo de la guerra desarrollaron y comercializaron un motor de cuatro cilindros en línea con inyección directa de combustible, el automóvil 170V. Este sistema era otra adaptación del sistema original de diesel de alta presión. Y así el sistema progresó hasta los usados en 1952 en el que ya se usan controles mecánicos de vacío. El resultado de esta investigación se vio en 1957, Mercedes produjo y comercializó un sistema mecánico de vacío, sincronizado de inyección en el puerto de las lumbreras.

Al igual que Mercedes y Bosh, otras compañías desarrollaron también sus sistemas de inyección Strongberg, Bendix, Rochester, Zora Arkus-Duntov, y otros comenzaron la desenfadada carrera por mejorar los sistemas de inyección de combustible, pero como llegamos a los sistemas electrónicos, bueno Bendix en 1961 desarrolló los que pudiera ser el primer sistema electrónico de inyección de combustible cuando construyó su sistema Electrojector el cual era designado como "una unidad de modulación electrónica que determina un rango de pulsos al inyector en respuesta a una señal eléctrica de entrada de acuerdo con las condiciones de monitoreo de motor".

Esta primera unidad electrónica utilizaba la tecnología de los tubos de vacío o bulbos, pero el tiempo de respuesta y la fragilidad de los tubos de vacío forzó a los fabricantes a cambiar esta tecnología por la moderna y de moda tecnología de estado sólido o de transistores, este nuevo sistema de estado sólido se hizo realidad en tan solo un año en 1962 Chrysler y Rambler los implementaron pero experimentaron muchos problemas que solo el paso del tiempo y la tecnología resolvería, y claro que los resolvió ahora estos sistemas llenos de tubos y bombas se transformaron en lo que hoy conocemos como cajas negras, estas son las computadoras de abordo que no solo monitorean las señales de los sensores o periféricos del motor, controlan la inyección y marcha del mismo, si no también hacen otras funciones como controlar transmisiones, tracciones, tiempo de apertura de válvulas e incluso varían su funcionamiento.

El paso del tiempo y la tecnología nos han dado lo que hoy en día es tan común la inyección electrónica de combustible para motores del ciclo Otto a gasolina.

## 1.2.2 TIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INYECCION DE COMBUSTIBLE.

Al igual que en el tiempo de los carburadores en el que existían muchos y diversos tipos de estos mecanismos y sistemas de control, en los sistemas de inyección electrónica de combustible también existen diferentes tipos de sistemas tanto para el suministro como para el control y monitoreo del funcionamiento del motor.

Primeramente veremos los tipos de sistemas de alimentación de combustible que se han desarrollado y posteriormente el tipo de sistemas de control que imperan en los vehículos modernos.

Dentro de los sistemas de suministro de combustible inyectado al interior del motor podemos clasificarlos en tres tipos básicos que son utilizados en México por los productores automotores. En esencia estos tres tipos de sistemas son iguales en todos los modelos y marcas existentes en la actualidad, la forma de diferenciar unos de otros es, como ya sea ha mencionado antes, el tipo de control que se coloca o se diseña sobre el sistema típico básico y que describiremos a continuación:

Los sistemas típicos básicos son:

Sistema de inyección por los puertos ó multipuertos. (también llamado multipunto).

Sistema de inyección directa.

Sistema de inyección en el cuerpo del acelerador.

Cabe mencionar que algunos fabricantes llaman a algunos sistemas como EFI (Electronic fuel injection) sin importar que sistemas se encuentre bajo el cofre de sus modelos, debido a que hace algunos años existían sistemas mecánicos y mecánicos-eléctricos de inyección, algunos otros los llaman como el tipo de control que utilizan, por ejemplo NISSAN llama al sistema de inyección de su motor tipo E-16E (el tipo de motor que utiliza el modelo tsuru III) ECCI, por tanto es necesario conocer los tipos básicos de sistemas de inyección para saber y reconocer de que mecanismo se trata.

#### 1.2.2.1. SISTEMA DE INYECCION POR LOS PUERTOS (MPI o EMPI).

En este sistema los inyectores son colocados al final de la lumbrera de admisión, solo un poco arriba de la válvula de admisión, generalmente están montados en asientos labrados sobre la cabeza del motor, aunque también pueden ir montados en el múltiple de admisión esto para que puedan introducir el combustible directamente en la parte que deja libre la válvula al abrirse y tener acceso al interior del cilindro. El inyector debe atomizar la gasolina sobre la válvula que abre y cierra de 4 a 50 veces por segundo, según la velocidad de motor. Esta atomización continua es suficiente, siempre y cuando se controle con precisión la cantidad de combustible, el cual viaja a través de un tubo que distribuye la gasolina a cada uno de los inyectores, este tubo es llamado riel de inyección.

Para reducir la emisión de contaminantes se gradúa, de acuerdo con las condiciones cambiantes de motor, la cantidad de combustible que llega a los cilindros. El sistema electrónico lleva a cabo esta función. Por ejemplo, GM instaló

un sistema híbrido en uno de sus motores V8. La inyección es sincronizada, pero los inyectores funcionan por pares; uno inyecta sobre una válvula abierta y otro sobre una válvula cerrada. En los sistemas sincronizados el combustible se envía a presiones bajas (de 2.4 a 2.8 kg/cm<sup>2</sup>) a los inyectores, los cuales se abren por la acción de los solenoides en el momento preciso.

Una computadora pequeña regula el tiempo que el inyector permanezca abierto, y esto determina la potencia del motor, el consumo de combustible y la cantidad de contaminantes producidos. La computadora está conectada con los sensores que registran la presión del aire en el múltiple de admisión, la temperatura del aire y del agua así como la posición del acelerador.

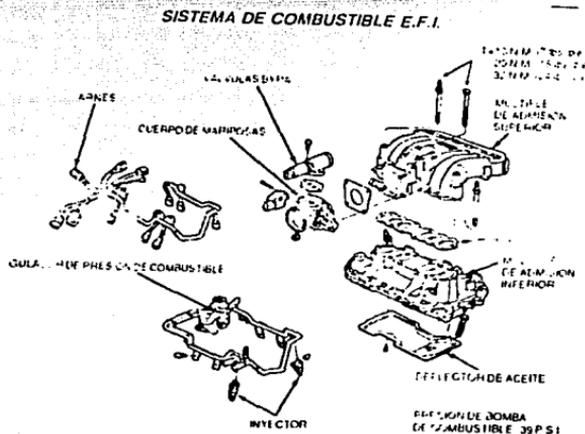


Figura 1.10 instalación típica de un sistema de inyección multipuertos

### 1.2.2.2. SISTEMA DE INYECCION DIRECTA (DFI).

El sistema de inyección directa funciona de manera similar al sistema de inyección por los puertos, sin embargo en este caso los inyectores están colocados en asientos labrados en la cabeza del motor, pero esta vez se ubican directamente sobre la cámara de combustión de tal forma que la tobera del inyector esta dentro de la misma cámara de combustión, esto trae como consecuencia un mejor control en el manejo de la optimización de la gasolina y un mejor rendimiento de motor, aunque es necesario aumentar la presión de combustible que puede llegar hasta los  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  en el riel, por lo que es necesario tener más precauciones al manipular estos sistemas, ya que a esa presión el combustible se vuelve aun más volátil y peligroso, aunque con las precauciones debidas no debe existir ningún problema.



Figura 1.11 sistema de inyección directa note que el inyector esta directamente en la cámara de combustión

### 1.2.2.2. SISTEMA DE INYECCIÓN POR EL CUERPO DEL ACELERADOR (TBI).

Como vimos antes los sistemas EFI, MPI, EMPI Y DFI utilizan varios inyectores, uno para cada cilindro, sin embargo en el sistema TBI se utiliza un solo inyector (o dos como máximo) que esta ubicado en un cuerpo central parecido a un carburador, (de hecho esta montado cual fuera un carburador y es utilizado muy comúnmente para transformar motores carburados en motores inyectados), se encuentra sobre una base por arriba del múltiple de admisión, esto ha permitido ahorrar componentes como cables, mangueras etc.

El inyector central atomiza el combustible a presiones altas de  $3.5\text{kg/cm}^2$ , y este a su vez es literalmente absorbido por los cilindros debido a una baja de presión dentro de la cámara de combustión al igual que lo hacen los motores con carburador pero mejorando notablemente la eficiencia y el rendimiento del motor.

En general excepto por lo antes mencionado su funcionamiento es similar a los anteriores, aunque hay que tener cuidado al identificar este tipo de montaje puesto que en algunos sistemas MPI ó EMPI el lugar donde se encuentra el papalote de aceleración ó cuerpo de aceleración tiene toda la apariencia de un carburador ó un TBI.

Esto lo podemos apreciar en la figura 1.12 en la que se ve un sistema TBI tradicional y que tiene un enorme parecido con un carburador, de hecho esta

montado en un múltiple de admisión de la misma forma en la que los carburadores se encuentran colocados.

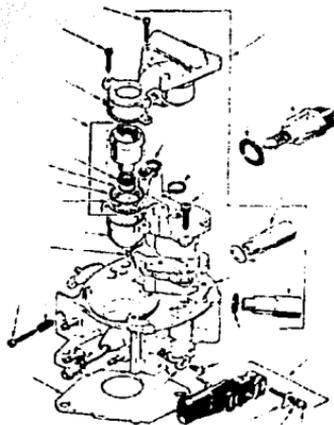


Figura 1.12 configuración de un sistema TBI, note el parecido con un carburador tradicional

### 1.2.2.3. LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Ahora veremos que también los sistemas de inyección electrónica de combustible pueden diferenciarse por el tipo de sistema de control del sistema típico básico aunque esto depende mucho del fabricante ya que puede ser directamente del fabricante del vehículo ó de algún fabricante externo.

Estos sistemas de control dependen básicamente de los sensores que actúan y mandan información a la computadora del auto, de la importancia ó jerarquía de alguno de estos. Estos sensores mandan información a la computadora del estado del motor, sus componentes durante el funcionamiento y de las condiciones cambiantes durante las cuales esta funcionando, ello permite a la computadora evaluar y corregir algunos parámetros necesarios para mantener ciertas condiciones como la mezcla aire-combustible que puede ser variada de pobre a rica (más cantidad de gasolina en relación con la cantidad de aire y viceversa) de acuerdo con la demanda del motor, aunque también varía otras funciones vitales para que el motor pueda quemar el máximo de gasolina con la mayor eficiencia posible para obtener potencia máxima del motor, la menor emisión de contaminantes y la menor pérdida de combustible, como es el tiempo de encendido, la presión de combustible, el retorno de los gases de escape y la sincronización y tiempo de apertura de las válvulas. Otro punto importante en las diferencias entre sistemas es que la computadora es capaz de almacenar códigos que describen fallas o componentes que están fallando, estos códigos de fallas difieren de acuerdo con que sistema se utiliza por ello creemos necesario identificar unos sistemas de otros, los códigos de fallas más comunes se pueden encontrar dentro de los anexos que se encuentran al final de este trabajo de tesis.

Como ya mencionamos el nombre y funcionamiento dependen de los constructores de dichos sistemas. A continuación mencionaremos los tipos más usados en México y que están siendo utilizados en el mundo entero:

#### 1.2.2.4. SISTEMAS BOSCH.

Bosch fabrica varios sistemas que son utilizados por varias empresas automotrices como por ejemplo VW, dentro de los cuales es muy importante ó de gran relevancia el sensor de oxígeno (EGO) que Bosch llama sensor LAMDA estos sistemas son:

- Bosch K jetronic
- Bosch L jetronic
- Bosch jetronic

Por otro lado Ford tiene sus propios sistemas de control y por ende procedimientos adecuados para verificarlos, entre los más recientes y más utilizados en sus vehículos tenemos:

- Ford EEC (ELECTRONIC ENGINE CONTROL)
- Ford EECI
- Ford EECII
- Ford EECIII
- Ford EECIV

Los sistemas Ford EECII, III y IV tienen posibilidades de autodiagnóstico.

Por su parte GM produce sus propios sistemas de control como Ford:

- GM CCC (C<sup>3</sup>)
- GM C4

Los cuales cuentan con posibilidades de autodiagnóstico.

### 1.3 FUNCION DE LAS MICROCOMPUTADORAS EN EL AUTOMÓVIL

Sin importar donde se usen, todas las microcomputadoras de automóviles son de construcción y operación similares. Están para controlar el funcionamiento del motor y algunas colocadas dentro del compartimiento de pasajeros donde está protegida contra averías por efecto del calor, humedad y vibraciones.

Actualmente, la microcomputadora ha tomado carta de naturaleza y admirablemente desempeña su cometido en un automóvil. Las funciones del automóvil en que hoy en día influye la electrónica incluyen la suspensión, el frenaje, el calentamiento y los sistemas de control del motor. En cuanto a aplicaciones futuras, el campo es bien amplio y propicio. En la lista de lo que se espera esta a la cabeza tales cosas como multiplexión, dirección hidráulica electrónica, transmisiones completamente electrónicas (más allá de convertidores de retención) y sistemas de guía y navegación con la ayuda de computadora.

Los elementos que típicamente contiene un sistema de control electrónico consisten en una variedad de sensores, acondicionadores y alambres relacionados que se unen dentro de un procesador central llamado computadora o microcomputadora (una versión más pequeña de una computadora).

En contra de lo que se cree generalmente, las computadoras no pueden hacer milagros. Pero si pueden hacer pasar voltajes eléctricos por circuitos electrónicos miniatura (llamados circuitos integrados) con una rapidez, precisión y confiabilidad increíble. Las computadoras de automóviles usan esta habilidad de manejo de voltaje en dos formas: para ejecutar trabajos de proveer información.

Las computadoras logran el trabajo controlado dispositivos eléctricos o mecánicos llamados accionadores (más tarde nos referiremos a los mismos) y proveen información mediante imágenes visuales de autodiagnóstico, agrupaciones de instrumentos electrónicos, etc.). Si esto no le parece impresionante, considere el tiempo que toma a usted leer esta frase ( 8 segundos), una microcomputadora típica podría haber hecho más de 2000 ajustes en la relación de aire y combustible de un motor de inyección. Es verdaderamente notable cuando se considera especialmente que cada ajuste individual basado en una corriente de datos de cambio constante, tiene que recibirse analizarse e interpretarse antes de que suceda algo.

Entonces ¿Cómo lo hace? Para comprender cabalmente cómo opera un sistema de control electrónico, ayudará a descomponer el sistema en tres partes: entrada (sensores), procesamiento ( microcomputadora) y salida (accionadores).

### 1.3.1. COLECTORES DE DATOS.

La microcomputadora toma decisiones a base de la información que recibe de los sensores, por lo cual cada sensor que se usa en un sistema en particular tiene que desempeñar una misión específica ( p.e., observa la posición del estrangulador, velocidad del vehículo, presión del múltiple) y juntos, estos sensores proveen suficiente información para ayudar a la computadora a formar el cuadro completo del funcionamiento del vehículo. Hasta cuando existe una variedad de diseños de sensores diferentes, todos caen dentro de una o dos categorías de funcionamiento: sensores de referencia de voltaje o sensores generadores de voltaje.

Los sensores de referencia de voltaje ( $V_{ref}$ ) proveen la entrada a la computadora modificando o controlando una señal de voltaje predeterminada, esta puede ser un valor de referencia de 5 ó 9 voltios, se genera y envía a cada sensor por un regulador de voltaje de referencia situado dentro del procesador. Debido a que la computadora "Sabe" que se ha mandado cierto valor de voltaje puede interpretar indirectamente tales cosas como movimiento, temperatura, posición de los componentes, etc., a base de la información recibida. Por ejemplo considere el funcionamiento del sensor de la posición de estrangulador (TPS). Durante la aceleración, la computadora sigue el movimiento de la placa del estrangulador monitoreando el cambio de señal del voltaje de referencia de vuelta por el TPS (tipo de resistor variable conocido como potenciómetro rotatorio que cambia la resistencia del circuito a base de la rotación del eje del estrangulador). Según varía la resistencia TPS, la computadora está programada para responder en forma específica a cada cambio de voltaje correspondiente.

Además de los resistores variables, hay dos sensores de referencia de voltaje de uso común que son interruptores y termistores. Los interruptores se usan para indicar la posición de los componentes y los termistores para convertir la temperatura en una señal de voltaje.

La otra categoría de sensores de la que hablamos, dispositivos generadores de voltaje, incluye tales componentes como el interruptor de efecto hall, sensor de bióxido de zirconio (sensor de  $O_2$ ) y sensor piezoeléctrico (sensor de golpeteo), con capacidad para producir su propia señal de voltaje.

### 1.3.2. COMO SE PROCESAN LAS SEÑALES.

Hasta este punto, hemos observado cómo se generan las señales de entrada. Ahora veremos cómo estas señales se procesan, comenzando con un procedimiento llamado conversión de señales. La mayoría de los sensores de entrada se diseñan para producir una señal de voltaje que varía dentro de una gama dada. Una señal de este tipo se conoce como una señal analógica. Lamentablemente, la computadora no entiende las señales analógicas. Solamente puede leer señales digitales (una señal que sólo tiene dos valores "encendido/apagado", "voltaje/bajo o no voltaje), sin nada entre ambos.

Para contrarrestar este problema de comunicaciones, todas las señales analógicas de voltaje se convierten en un formato digital por un dispositivo conocido como un convertidor de analógico a digital (convertidor A/D). El convertidor A/D está colocado en una sección del procesador llamada el condicionador de señales de entrada (considere al condicionador de entrada como el traductor de señales de la computadora).

Pero, no todos los sensores producen señales analógicas, algunos sensores como el interruptor de efecto Hall produce una señal de onda digital o cuadrada que puede ir directamente a la microcomputadora como entrada. El término "onda cuadrada" se usa para descubrir la apariencia de un circuito digital después de haber sido trazado en un gráfico. Los cambios abruptos en las condiciones del circuito (voltaje/ no voltaje) resultan en una serie de líneas horizontales y verticales que se conectan para formar un trazado de configuración cuadrada.

De todos modos algunos sensores producen señales de voltaje de onda cuadrada o digitales y no requieren conversión. Esto le permite comunicarse directamente con la

microcomputadora un sensor de efecto Hall usado para referencia de la regulación del encendido es un ejemplo de un dispositivo que produce una señal de entrada digital.

### 1.3.3. DESCIFRANDO LA CLAVE.

Para ver cómo las señales se convierten en un formato que entienda la computadora tenemos que introducir el concepto de "cifrado binario" que es el proceso que se usa en la conversión de analógico a digital. En un sentido literal, binario significa dos valores que se representan numéricamente ya sea uno (1) o un cero (0). Dado que un circuito digital procesa cifrados digitales representando dos valores (voltaje/no voltaje) asignado aun valor numérico (basado en el sistema de numeración binaria) a estas condiciones de voltaje y no voltaje acabamos con un cifrado binario en el que 1 representa el "voltaje" y un 0 "no voltaje". Aunque este no sea el sistema de numeración a que Ud. Este acostumbrado, las computadoras lo usan indefinidamente. Es mas cualquier información que pueda representarse en un cifrado binario puede ser procesada por una microcomputadora (equivalente a decir cualquier cosa).

Para tener una idea de como opera el cifrado binario, veamos como se procesan por la microcomputadora las señales del sensor de temperatura del refrigerante (CTS). El CTS es un tipo de termistor (coeficiente negativo exactamente) que controla una señal de referencia basada en cambios de temperatura (mientras más alta sea la temperatura del refrigerante más baja la resistencia y viceversa).

Al recibir la señal analógica del CTS, el acondicionador de entrada inmediatamente agrupa cada valor de señales en una gama de voltaje predeterminada y asigna un valor numérico a cada gama. En nuestro ejemplo, usaremos las siguientes gamas y valores

numéricos: 0-2 voltios = 1 y 2-4 voltios = 2 y 4 -5 voltios = 3 (suponiendo un  $V_{ref}$  de 5 voltios). Si Ud., se pregunta de donde vienen estas gamas y valores numéricos han sido escritos en la memoria de la computadora por un programador humano en el momento de desarrollo de la computadora (volveremos a esto con la referencia a los tipos de memoria).

Cuando el sensor de CTS esta caliente, su resistencia es baja y la señal de voltaje controlada que envía el retorno cae en la gama alta (4-5 voltios). Al entrar al convertidor A/D, se asigna un valor de voltaje un valor numérico de tres (basado en nuestras gamas anteriores) y está listo para una mayor traducción al cifrado binario. Sin entrar en los detalles depurados de la numeración binaria, el número tres en binario se expresa con un "11" (que no significa once). A los miles de transistores y diodos diminutos que actúan como interruptores de "conexión y desconexión" dentro de un microprocesador de orientación digital, "11" le instruye a la computadora que aplique voltaje o conecte un circuito específico por un periodo de tiempo predeterminado (basado en su programa).

Si esto parece un proceso bastante complicado para seguirlo solamente para determinar la temperatura del motor, tenga en mente que todo se hace en menos de lo que se toma abrir y cerrar los ojos.

Además de la conversión A/D, algunas señales de voltaje requieren amplificación antes de que puedan ser transmitidas a la microcomputadora. Para ejecutar esta labor, se usa un acondicionador de entrada llamado amplificador para robustecer señales de voltaje débiles (usualmente de menos de un voltio).

#### 1.3.4. DIRECTOR DEL PROGRAMA.

Después de que se ha generado la entrada, acondicionado y pasada a la microcomputadora, está lista para ser procesada para el fin de ejecutar un trabajo o exhibir información. La porción de la microcomputadora que recibe la entrada del sensor y maneja todos los cálculos (toma decisiones), se llama microprocesadora. Para que la microprocesadora tome las decisiones más informadas concerniente al funcionamiento del sistema, la entrada del sensor está suplementada por la memoria. Juntas, la microprocesadora y la memoria forman la porción de la microcomputadora de la procesadora (el término procesadora se usa para describir la verdadera caja de metal que contiene la computadora y sus componentes integrantes).

La memoria de una computadora retiene los programas y otros datos, tales como calibraciones del vehículo a los cuales se refiere la microcomputadora, al ejecutar los cálculos. Para la microcomputadora, el programa es una serie de instrucciones o procedimientos que tiene que seguir. El programa incluye la información que le dice a la microprocesadora cuando debe de recuperar datos de entrada (basado en la temperatura, tiempo, etc.), como procesar la entrada y lo que debe hacer una vez que esté procesada.

La microprocesadora trabaja con la memoria de dos maneras: puede leer información de la memoria o cambiar información en la memoria "escribiendo" o almacenando nueva información. Para escribir información en la memoria, se asigna un número a cada ubicación de memoria (escrito en cifrado binario) llamado una dirección. Estas direcciones se numeran en secuencia, empezando con cero y las usa la microprocesadora para recuperar datos y escribir nuevas informaciones en la memoria.

Durante el procesado, la microcomputadora a menudo recibirá más datos que pueda manejar inmediatamente. En éstos casos algunas informaciones tendrán que almacenarse temporalmente o "escribirse" en la memoria hasta que las necesite la microprocesadora.

Cuando esté lista, la microprocesadora tiene acceso a la ubicación apropiada de la memoria (dirección) y se le envía una "copia" de lo que se ha almacenado. Al enviar una copia, la memoria retiene la información original para el uso futuro si se desea.

Fundamentalmente hay tres tipos de memoria en uso en las microcomputadoras de automóvil de hoy. Son una memoria sólo para lectura (MSL), memoria de acceso aleatorio (MAA) y memoria de uso continuo (MUC).

La memoria sólo para lectura se usa durante la operación de la computadora para almacenar informaciones temporales. La microcomputadora puede escribir, leer y borrar informaciones de MAA en cualquier orden y por eso es que se califica como aleatoria. La única desventaja de MAA, no obstante, es que una vez que se gira la llave del encendido desconectando, se pierde toda la información.

Para las informaciones que tienen que retenerse permanentemente, se usa la memoria sólo para lectura. La MSL le permite a la computadora el acceso y uso de informaciones almacenadas, pero eso es todo, la microprocesadora no puede escribir en o borrar informaciones de la MSL debido a que MSL es un tipo de memoria permanente (no se perderá cuando se desconecte de la electricidad), puede usarse para almacenar informaciones necesarias para el funcionamiento de vehículo. Un ejemplo de dos tipos de informaciones almacenadas en MSL son las tablas de calibración y las de consulta.

Las tablas de calibración contienen información acerca de un vehículo específico que le permite a la microcomputadora dictar a la medida el rendimiento para cada diseño de automóvil. Tales partidas como tipo de transmisión, relación final, tamaño del motor volumen de los cilindros, desplazamiento etc, le dan a la microcomputadora un valor único en el vehículo.

Por otra parte las tablas de consulta contienen informaciones sobre la forma en que deben trabajar el vehículo. Por ejemplo, los ingenieros determinan la relación ideal del aire y combustible que debe ser a una velocidad dada, carga, temperatura del motor, etc., y programan esta información en las tablas de consultas para encontrar una respuesta apropiada.

El tipo de memoria final que buscaremos se conoce como una memoria de uso constante MUC por la Ford y una memoria no volátil por la GM. Para los fines de análisis, nos referimos a MUC en un sentido genérico. MUC es un tipo de memoria relativamente reciente que forma la base de una estrategia de aprendizaje adaptivo. Lo mismo que MAA, la microprocesadora puede leer, escribir y borrar información de MUC, pero a diferencia de MAA, No se pierde cuando se apaga el motor. Esta característica le permite a la microcomputadora "aprender" de experiencias anteriores y moldear a la medida de operación de la computadora según los hábitos de conducción específicos de una persona (pare y siga, carretera abierta, etc.) la característica de estrategia adaptiva de MUC permite también que la microcomputadora haga las correcciones necesarias y por el desgaste y obsolescencia de algunos componentes del vehículo.

Quando se trata de un vehículo que tenga una estrategia de aprendizaje adaptivo, es importante recordar que se necesitará un periodo de aprendizaje en las instalaciones siguientes:

- Siempre que se interrumpa el suministro de potencia a la procesadora (p.e. quitando un fusible o desconectando el acumulador), al desconectar el encendido no se afecta la memoria del tipo MUC.
- Cuando se cambie un componente es posible, que el vehículo funcione deficientemente.

Por un periodo corto mientras se reajusta la computadora por el nuevo componente. Este periodo usualmente dura unos 8 Kms., pero si usted no explica esto a sus clientes, no tengo a quien decirle a quién culparán por la deficiencia en el funcionamiento (variaciones de intensidad, marcha mínima en frío, vacilación), una manera de salvar su reputación y evitar esta situación es borrar la memoria o probar el vehículo en el camino (cinco millas por lo menos) antes de entregárselo al cliente.

La memoria de la computadora puede borrarse desconectando el acumulador siguiendo las instrucciones específicas del fabricante. En el sistema C-3 DE Gm, por ejemplo tirando del fusible ECM por diez segundos borrará informaciones aprendidas previamente sin ocasionar una falla completa de potencia especialmente si su cliente tiene un radio de sintonización electrónica, con un reloj digital y canales prefijados que tienen que volver a programarse cada vez que se pierde potencia.

#### 1.4. COMPONENTES PERIFÉRICOS.

La operación global del motor se basa en una computadora para controlar las diversas funciones del motor bajo las condiciones cambiantes en las que este

opera. La computadora a la cual llamaremos UCE (unidad electrónica de control) se apoya en una serie de componentes que le envían información acerca del medio ambiente y estado actual del motor, llamados sensores así como aditamentos que cumplen con las ordenes que la UEC lanza como resultado de la información de aquellos llamados accionadores.

Los sensores actúan como circuitos aislados y específicos en los cuales se reportan datos a la UEC de acuerdo con los cambios en las condiciones específicas del circuito como puede ser una caída de tensión, una pulsación, una frecuencia o una resistencia. Lo anterior es debido a que los componentes electrónicos trabajan con fracciones de 1 voltio, por lo que son muy sensibles a corrientes eléctricas, por ello no debe aplicar voltaje de batería a ninguno de ellos, ni siquiera el voltaje de un multimetro común cuando se realiza una revisión a menos que lo pida específicamente un manual especializado, algunos componentes como el sensor de oxígeno se dañaran con cualquier paso de corriente que no es el adecuado.

#### 1.4.1.1. SENSORES.

Dentro de esta categoría se incluirán los componentes generadores de voltaje: interruptores eléctricos, termistores potenciómetros, generadores de frecuencia digital, tiristores, etcétera, es decir, todos aquellos componentes de los cuales la UEC recibe algún tipo de información o señal para trabajar sobre la base de ella.

Cada uno de estos componentes tiene establecido dentro del programa de la computadora un rango normal de funcionamiento, es decir, la UEC conoce los límites mínimo y máximo en que debe operar cada uno de los componentes. Estos límites se modifican proporcionalmente conforme cambian las condiciones de funcionamiento del motor, por ejemplo:

*Si el sensor de velocidad indica que el vehículo marcha a 100 kph, el sensor de RPM no debe indicar que no hay movimiento del cigüeñal.*

Cuando algo así ocurre la computadora lo detectará y generará un código de falla indicando ya sea el VSS (sensor de velocidad) o el sensor de RPM, según datos auxiliares proporcionados por terceros sensores.

Existen dos tipos de señales de voltaje generadas en los sensores:

**DIGITAL:** impulsos binarios "0 V - 5 V - 0 V"

**ANÁLOGA:** voltaje infinitamente variable entre 0 y 5 V

A continuación nombraremos los diferentes tipos de sensores así como función dentro del funcionamiento del motor.

#### **SENSOR DE POSICION DEL ESTRANGULADOR**

##### **TPS (THROTTLE POSITION SENSOR)**

**TIPO:** POTENCIOMETRO

**SEÑAL :** ANALOGO

**LOCALIZACIÓN:** UNIDO AL EJE DE LA MARIPOSA EN CONTRAPARTE AL CHICOTE

Este sensor indica a la computadora la posición en la que se encuentra la válvula de mariposa que restringe el paso del aire al interior del motor por lo cual es llamada estrangulador.

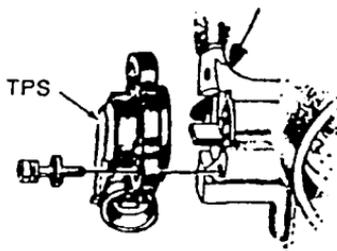


Figura 1.13 sensor TPS

#### SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA RGE

EVP (EGR VALVE POSITION SENSOR)

TIPO: POTENCIÓMETRO

SEÑAL : ANÁLOGO

LOCALIZACION: SOBRE LA VÁLVULA RGE (SOBRE EL MOTOR)

Este sensor indica la posición del diafragma de la válvula RGE para que la UCE calcule la cantidad de gases del escape que están recirculando para ser quemados completamente.

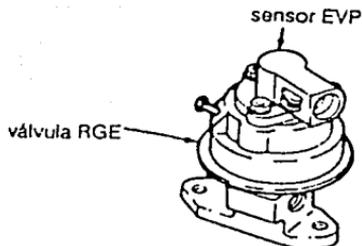


Figura 1.14 sensor RGE

## SENSOR DE OXÍGENO (EGO)

O<sub>2</sub> SENSOR

TIPO: GENERADOR DE VOLTAJE

SEÑAL : ANÁLOGO

LOCALIZACIÓN: EN EL TUBO DE ESCAPE ENTRE EL MULTIPLE Y EL CATALIZADOR

Este sensor es capaz de detectar la cantidad de oxígeno que está saliendo del motor en los gases de la combustión, ello sirve a la UEC a determinar si la mezcla aire-combustible es pobre (poco combustible y demasiado aire) o rica (demasiado combustible y poco aire).

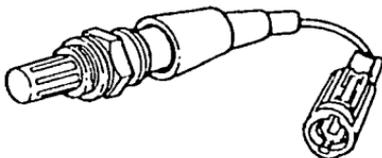


Figura 1.15 forma típica del sensor EGO o sensor de oxígeno

**SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE**

**COOLTANT TEMPERATURE SENSOR**

**TIPO:** SENSOR O INTERRUPTOR

**SEÑAL :** EN SENSORES ANÁLOGOS, EN INTERRUPTORES DIGITALES

**LOCALIZACIÓN:** INSERTADO EN EL BLOQUE DEL MOTOR

Este sensor permite saber la temperatura a la cual se encuentra el líquido de refrigeración, esto es importante debido a que la temperatura es un condicionante para poder calcular la mezcla aire-combustible óptima.

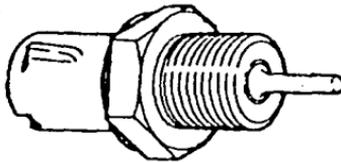


Figura 1.16 sensor de la temperatura del refrigerante

**SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DEL MULTIPLE (MAT)**

**MAINFOLD AIR TEMPERATURE**

**TIPO:** SENSOR

**SEÑAL :** ANÁLOGO

**LOCALIZACIÓN:** INSERTADO SOBRE EL MULTIPLE DE ADMISIÓN CUYA PARED TRASPASA.

Este tipo de sensor ayuda a la UCE a conocer la temperatura del aire que se encuentra en el múltiple de admisión para calcular mejor el tiempo de energización de los inyectores, esto debido a que el aire caliente contiene menos oxígeno que el aire frío.

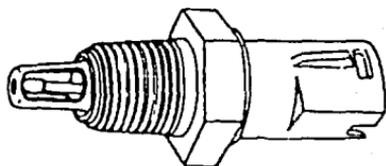


Figura 1.17 sensor MAT

**SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE CARGA (ACT)  
AIR CHARGE TEMPERATURE.**

Este es el nombre de otro tipo de sensor para tomar lecturas del aire que entra al motor, su funcionamiento es idéntico que el sensor MAT.

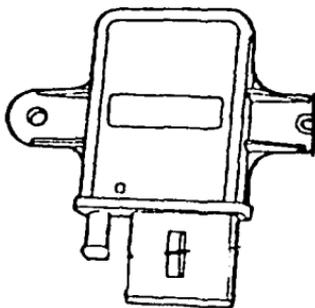


Figura 1.18 forma del sensor ACT

## **SENSOR DE VACÍO (VAC)**

**VAC SENSOR-VACUM SENSOR**

Este sensor toma lecturas de la carga del motor y lo compara con la presión barométrica, dando como resultado un valor semiprocesado.

## **SENSOR LA PRESIÓN BAROMÉTRICA**

**BAROMETRIC PRESSURE SENSOR (BARO)**

**TIPO: SENSOR**

**SEÑAL : ANÁLOGO**

**LOCALIZACIÓN: SOBRE LA CONCHA DE UNA DE LAS LLANTAS  
DELANTERAS**

Este sensor indica la cantidad de presión atmosférica existente en el lugar donde se encuentra el motor en funcionamiento, debido al cambio en la cantidad de oxígeno que hay en el ambiente de acuerdo a la altitud, por ejemplo al nivel del mar el aire contiene más oxígeno por lo tanto se requiere menos combustible para quemar el mismo volumen de aire.

## **SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MULTIPLE (MAP)**

**MAINFOLD ABSOLUTE PRESSURE**

**TIPO: SENSOR**

**SEÑAL : ANÁLOGO**

**LOCALIZACIÓN: SOBRE UNA DE LAS CONCHAS DE LAS LLANTAS  
DELANTERA.**

Este sensor proporciona información acerca de la carga del motor, es decir, del esfuerzo que el motor está entregando cuando se le requiere.

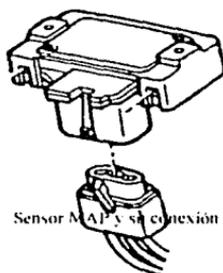


Figura 1.19 sensor MAP

#### SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)

VEHICLE SPEED SENSOR

(SENSOR MECÁNICO)

TIPO: GENERADOR DE PULSOS VOLTÁICOS

SEÑAL : ANÁLOGO O DIGITAL

LOCALIZACION: EN EL CHIRRIÓN DEL VELOCÍMETRO

Este sensor proporciona a la UEC el dato de la velocidad a la que se desplaza el vehículo, esta información es muy importante para el funcionamiento de muchos sistemas.

#### SENSOR ÓPTICO

TIPO: SENSOR

**SEÑAL :** DIGITAL  
**LOCALIZACIÓN:** ENTRE EL EXTREMO DEL CHICOTE EN EL  
TABLERO DE INSTRUMENTOS Y SU MONTURA.

Este sensor interpreta el movimiento del chicote del acelerador para saber que velocidad se está aplicando el chicote.

### SENSOR DE RPM

**TIPO:** GENERADOR DE VOLTAJE, ÓPTICO O EFECTO HALL

**SEÑAL:** ANÁLOGO CON CONVERTIDOR DIGITAL

**LOCALIZACIÓN:** MONTADO AL LADO DE CUALQUIER ELEMENTO GIRATORIO

Este elemento da a la UEC información acerca de la velocidad de giro del motor, las RPM.

Vemos en seguida en la figura 1.20 el esquema de funcionamiento del sensor de RPM y como entra su señal a la computadora del automóvil.

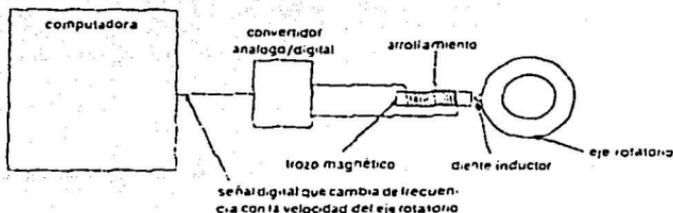


Figura 1.20 esquema del sensor de RPM

## SENSOR DE FLUJO DE MASA DE AIRE ( MAF)

### MASS AIR FLOW SENSOR

TIPO:	RESISTENCIA
SEÑAL:	FRECUENCIA O VOLTAJE ANÁLOGO
LOCALIZACIÓN:	ENTRE EL FILTRO DE AIRE Y EL ESTRANGULADOR

Este tipo de sensor emite un voltaje que representa tanto el volumen de aire como la altitud SNM y la humedad.

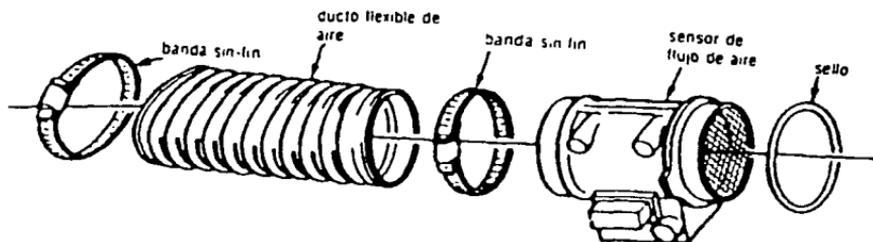


Figura 1.21 esquema del sensor de RPM

## MEDIDOR DE PALETA DE FLUJO DE AIRE (VAF)

### VANE AIR FLOW METER

TIPO:	COMBINACIÓN DE POTENCIÓMETRO E INTERRUPTOR
SEÑAL:	ANÁLOGO Y DIGITAL
LOCALIZACIÓN:	ENTRE EL FILTRO DE AIRE Y EL ESTRANGULADOR

Este sensor puede medir el volumen de aire y la temperatura del mismo, además trabajo en conjunto con el sensor de presión barométrica para saber la cantidad exacta de oxígeno que entra al múltiple de admisión.

### SENSOR DE GOLPETEO (KS)

#### KNOCK SENSOR

TIPO:	SENSOR
SEÑAL:	ANALOGO
LOCALIZACION:	MONTADO EN EL BLOQUE DEL MOTOR

Este es un sensor en estado sólido que genera un voltaje de corriente alterna cuando es sometido a vibración. Cuando el motor golpetea con mayor intensidad que cierto nivel el sensor genera un voltaje mayor para que la UEC atrase el tiempo de encendido o empobrezca la mezcla.

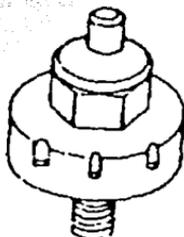


Figura 1.22 sensor de golpeteo clásico

## CAPITULO II

### II.-PROCESO DE DISEÑO DEL EQUIPO DE LIMPIEZA PARA INYECTORES DE COMBUSTIBLE.

El proceso de diseño es la culminación de las ideas que surgieron de la mente en un momento dado, después de darle un sentido lógico a estas ideas es necesario seguir ciertos pasos para llegar a un diseño definido que es fruto de este seguimiento y materializa las imágenes que un día estuvieron solo en nuestra imaginación.

#### 2.1 IDENTIFICACION DE LA NECESIDAD

Con los niveles de contaminación elevándose cada vez más y nuestros automóviles moviéndose todo el día, es necesario tenerlos en excelentes condiciones de trabajo, esto se puede hacer realizándoles periódicamente una afinación a los motores. Pero eso ya no es como en los viejos tiempos en que el trabajo más fácil era quitar, desarmar, y limpiar perfectamente el carburador para tener una eficiente inyección y consumo en el combustible del auto, este procedimiento podía hacerse fácilmente en una cuantas horas el fin de semana. Hoy en día todo ha cambiado, los automóviles modernos deben ser afinados usando máquina especiales y computadoras para el diagnostico de fallas probables y para ello es necesario llevarlo a un taller especializado y esperar mucho tiempo sin saber que se le esta haciendo en realidad a nuestro auto o si el especialista hace la limpieza y cambio de partes correctamente (o si realmente lo hace). Desafortunadamente la limpieza de los inyectores de combustible es la parte mas

cara y delicada de una afinación es por ello que es necesario llevar el coche hasta un taller que cuente con un laboratorio de inyectores o un sistema de limpieza en plena marcha o también llamados "boyas", ya que estos equipos son caros y se necesita un compresor de aire para poder aumentar la presión del líquido limpiador. Por lo demás es relativamente fácil de realizar como es el cambio de bujías, cambio de filtro de aire y de gasolina, revisar el nivel de los líquidos vitales etc., nada complicado para alguien que guste de tener su vehículo en perfecto estado.

Como sabemos que en estos días la generalización de estos sistemas de inyección de combustible, la falta de tiempo para llevar el auto al taller y esperar a que lo entreguen a media semana cuando las actividades diarias ocupan gran parte de nuestro tiempo, hemos pensado en un producto que puede realizar el trabajo de limpieza de inyectores en el motor del vehículo en unos cuantos minutos para un buen trabajo de afinación para el fin de semana para el automovilista en general y también los grandes talleres (y pequeños). Enfocados a tener una herramienta más pequeña, más ligera, práctica, eficiente y sobre todo más barata, y por si fuera poco portátil.

## 2.2 PROPUESTA DEL DISEÑO DE LIMPIADOR DE INYECTORES

Mi propuesta para el limpiador de inyectores se basa en los conceptos de ligero, portátil, barato de fabricar y de diseño sencillo para su rápida fabricación. Esto es que se elaborará la pieza en aluminio, (el cual se verá en la sección de selección de material), con insertos de válvula y conexiones de uso común para su

ensamble rápido y bajo costo, además de proporcionar las partes de repuesto muy fácil.

Ahora el limpiador consta de 5 partes a saber:

1. Cuerpo principal.
2. Inserto adaptador.
3. Manómetro.
4. Válvula de paso.
5. Conexión de salida.

A partir de la conexión de salida se toman otros elementos que son de uso corriente como mangueras y conexiones finales las cuales son variadas debido a que no todos los vehículos cuentan con los mismos tipos de entradas a sus sistemas de combustible.

Todas estas partes deberán ser ensambladas y desensambladas fácilmente y con rapidez para su limpieza y transportación.

El inserto adaptador está basado en la entrada de las latas de líquido limpiador para inyectores que se encuentran en el mercado, esta entrada es similar a las válvulas schrader de los rieles de inyección, pero cuenta con otro tipo de cuerda y tamaño, esta entrada es normalizada para todas las marcas de limpiadores a presión en el mercado.

El cuerpo principal de aluminio, deberá estar diseñado para mantener la presión de la lata de limpiador que esta presurizada a 60 psi aproximadamente, esta presión debe mantenerse para que pueda correr la máquina de combustión

interna del vehículo y limpiar los inyectores en marcha. El cuerpo debe mantener también los elementos que se insertan en el para su funcionamiento.

El manómetro de uso corriente, y este servirá para ver a que presión se trabajó desde la lata del limpiador, esto es vital ya que los diferentes sistemas de combustible funcionan dentro de una gama de presiones específicas para cada sistema que van desde los 35 psi hasta 45 psi incluso a 50 psi en los sistemas de alta presión. El manómetro a utilizar es de uso corriente para aire y líquidos no sumergido en aceite y con escala de 0 a 300 psi.

La válvula de paso nos ayudará a regular la presión que entra al sistema, está válvula es de uso corriente e irá atornillada al cuerpo principal.

La conexión de salida se utilizará para conectar la manguera conectora y la entrada especial dependiente de sistema en cuestión a limpiar.

Lo que a continuación veremos será el diseño conceptual de cómo será el limpiador de inyectores en la realidad.

## 2.3DESARROLLO DEL DISEÑO

Para el desarrollo del diseño es necesario seguir cierto procedimiento, el cual se describirá a continuación:

El diseño es un proceso interactivo, no hay secuencia universal asumida de pasos que permitan que un diseño sea adecuado, sin embargo el punto de partida

- d) Barato.
- e) De calidad.

¿Por qué?

El producto debe cumplir con lo anterior para cubrir las necesidades del cliente, pero para lograrlo debemos observar el desarrollo de cómo se fabricará el producto, esto en términos de ingeniería debe cumplir con:

Facilidad y rapidez de maquinar.

Simplificar componentes (adaptar los que sean más comerciales y de rápida obtención).

En términos comerciales el producto debe ser de bajo costo de producción para que sea de fácil acceso al consumidor y con un excelente control de calidad que es llevado desde la concepción misma del diseño hasta la terminación del producto en sí.

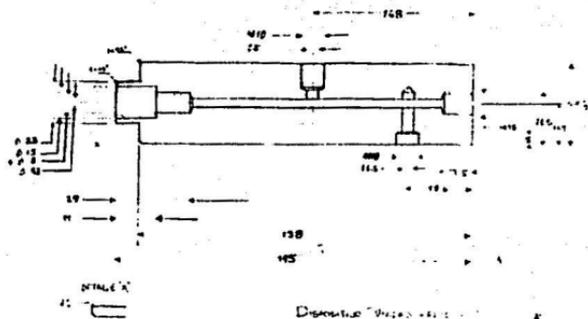


Figura 2.1 dibujo del concepto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

siempre es la necesidad del mercado o una idea, siendo el paso final un producto que satisfaga la necesidad o que integre la idea inicial entre estos dos puntos. Existen una serie de pasos que intervienen y forman el llamado proceso de diseño, muchos diseñadores han escrito el proceso en tan solo tres pasos, algunos otros lo describen en hasta veinticinco pasos.

Una de las formas más simples que hemos encontrado para elaborar un diseño es desarrollado en cuatro pasos que integran el proceso de diseño, los cuales son:

- a) Diseño conceptual.
- b) Cálculo de tubería.
- c) Diseño final.
- d) Validación del diseño.

Después de haber descrito cada paso, iniciamos el proceso del diseño que nos atañe iniciando con la identificación de las necesidad de diseñar este producto y continuando con los cuatro pasos de diseño anteriormente descritos.

### 2.3.1 DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño del concepto se ha hecho teniendo en cuenta y como norma tres puntos esenciales los cuales nos dan la pauta a seguir para llegar al resultado que deseamos:

- a) Fácil
- b) Rápido.
- c) Pequeño.

Agregamos dos mas que definirá el nivel en el que será colocado nuestro producto en el mercado contra la competencia:

- d) Barato.
  - e) De calidad.
- ¿Por qué?

El producto debe cumplir con lo anterior para cubrir las necesidades del cliente, pero para lograrlo debemos observar el desarrollo de cómo se fabricará el producto, esto en términos de ingeniería debe cumplir con:

Facilidad y rapidez de maquinar.

Simplificar componentes (adaptar los que sean más comerciales y de rápida obtención).

En términos comerciales el producto debe ser de bajo costo de producción para que sea de fácil acceso al consumidor y con un excelente control de calidad que es llevado desde la concepción misma del diseño hasta la terminación del producto en sí.

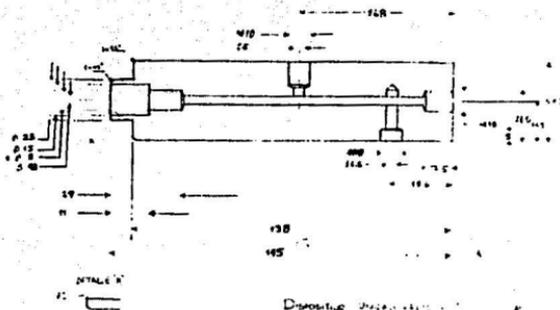


Figura 2.1 dibujo del concepto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.3.2 CÁLCULO DE TUBERÍA

Para poder fabricar el limpiador de inyectores es necesario que hagamos ciertos cálculos para poder llegar a nuestro objetivo.

Comenzaremos con los cálculos de presión para saber que diámetro de tubería llevará el cuerpo principal, después haremos los cálculos de tiempos de maquinado de las demás partes del cuerpo principal.

### 2.3.2.1. Cálculos de presión

Este cálculo nos servirá para determinar el diámetro del barreno central del cuerpo principal. Para ello veremos las condiciones:

Presión inicial = 45 psi

Cantidad de líquido =  $379.64 \text{ cm}^3 = 0.37964 \text{ Lt}$

Tiempo del traslado del fluido = 10 min = 600 seg

Diámetro inicial del barreno = 0.33 cm

Diámetro final = ?

Para el caudal tenemos que si necesitamos que pasen 0.37964 Lt en 600 seg, entonces el caudal será:

$379.64 \text{ Lt} / 600 \text{ seg} = 0.63273 \text{ cm}^3 / \text{seg}$

Caudal inicial =  $0.63273 \text{ cm}^3 / \text{seg}$

Caudal final =  $0.63273 \text{ cm}^3 / \text{seg}$

ahora tenemos que  $Q_1 = Q_2$

pero  $Q = AV$

si tomamos las condiciones iniciales tendremos que  $Q_1 = 0.63273 \text{ cm}^3 / \text{seg}$  y que

$$A_1 = 34.2120 \text{ cm}^2$$

Entonces V será igual a :

$$V = Q/A \text{ veamos:}$$

$$V = 0.63273 \text{ cm}^3/\text{seg} / 34.2120 \text{ cm}^2 = 0.018494 \text{ cm /seg}$$

Ahora bien si  $Q_1=Q_2$  entonces sabemos que :

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ despejando } A_2:$$

$$A_2 = A_1 V_1 / V_2$$

Por lo tanto :

$$A_2 = 34.2120 \text{ cm}^2 ( 0.018494 \text{ cm/seg} ) / 0.79916 \text{ cm/seg}$$

$$A_2 = 34.2120 \text{ cm}^2$$

$$\text{Pero } A = 3.1416 (r^2)$$

$$\text{Entonces } r^2 = A / 3.1416$$

Por lo tanto :

$$r^2 = 34.2120 \text{ cm}^2 / 3.1416 = 10.88999^{1/2} = 3.2999$$

por lo cual sabemos que para mantener la presión constante el diámetro debe ser constante también.

### 2.3.3. DISEÑO FINAL

El diseño final es derivado del diseño de concepto, aunque con algunos cambios que mejoran el diseño.

El producto final tiene las partes siguientes:

1. Cuerpo principal.

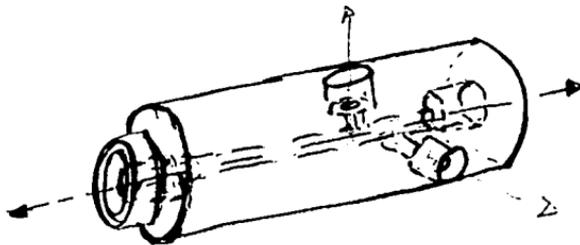


Figura 2.2 cuerpo principal.

2. Inserto adaptador.

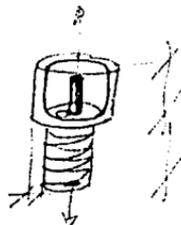


Figura 2.3 inserto adaptador.

3. Manómetro.



Figura 2.4 manómetro.

#### 4. Válvula de paso.

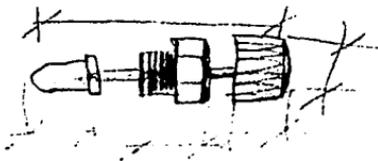


Figura 2.5 válvula de paso.

#### 5. Conexión de salida.



Figura 2.6 conexión de salida.

Como ya vimos el cuerpo principal esta hecho de una barra de aluminio, en la cual perforamos todo su interior longitudinalmente y también hacemos barrenos laterales para atornillar ahí las diferentes partes que una vez unidas darán forma al limpiador de inyectores.

Como también ya se menciona las válvulas y el manómetro son de uso corriente y fácil adquisición así como su instalación y mantenimiento.

Veamos como queda finalmente el cuerpo principal del limpiador de inyectores en la figura 2.7.

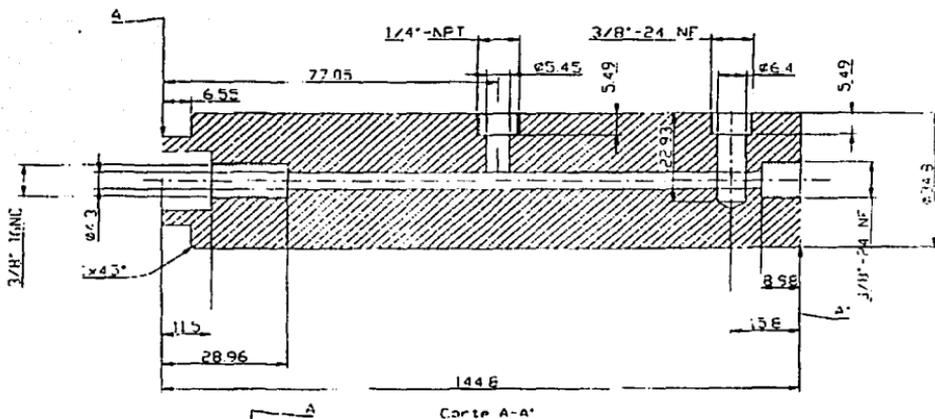
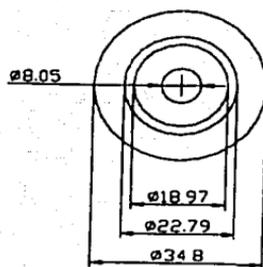


Figura 2.7 cuerpo principal.

Como es posible apreciar la configuración del cuerpo principal es muy sencilla, esto se pensó así para su fácil manufactura además de que la mayor parte del material es sólido para soportar tanto el transporte como los malos manejos del mismo.

Veamos una vista frontal y el corte del cuerpo para tener una mejor apreciación del diseño final.



Vista Frontal

Figura 2.8 vista frontal

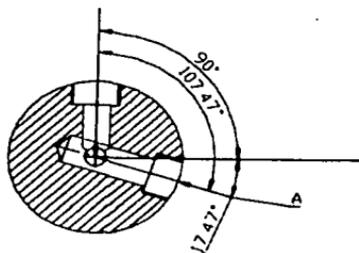
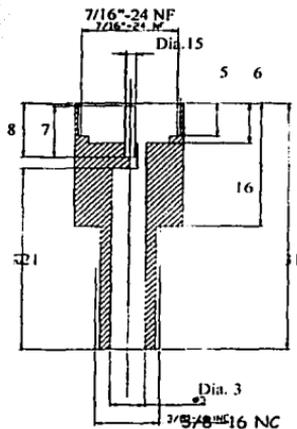


Figura 2.9 corte seccional

De la misma forma construiremos el inserto adaptador que servirá para interconectar la lata presurizada de líquido limpiador con el cuerpo principal, veamos como será este aditamento en la figura 2.10.



CÓMPL. A-A'

Figura 2.10. inserto adaptador.

Es fácil ver que el inserto también es de un diseño muy sencillo, aunado a esto se puede apreciar que existe un pequeño agujero junto al vástago de la válvula dentro del inserto, está hecho para permitir el paso del fluido desde la lata hasta el canal inferior del inserto adaptador, veámoslo mejor en la figura 2.11.

En ella apreciamos que el agujero adicional esta desplazado del centro en donde insertaremos el vástago más adelante en la construcción, a pesar de que parezca algo burdo el funcionamiento no deberá ser afectado en lo mas mínimo.

También incluimos los dibujos completos al final de este capítulo.

Veamos el inserto:

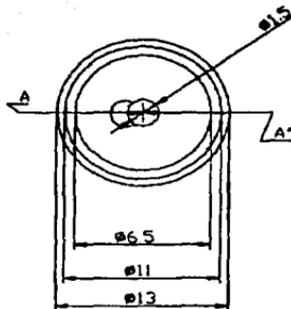


Figura 2.11. vista frontal del inserto adaptador.

#### 2.3.4. VALIDACIÓN DEL DISEÑO

El control del diseño se llevo conforme a lo estipulado en los requisitos que emanan de la norma ISO9000 la cual se divide en lo siguiente:

##### 1. Planeación del diseño y desarrollo.

Cronograma del proceso el cual se encuentra al final de esta sección.

##### 2. Interacciones técnicas.

Estas se realizan en el capítulo III cuando interactúan entre el diseño y la manufactura.

##### 3. Datos de entrada del diseño.

Son los requerimientos del diseño que son tomados en cuenta en la propuesta del diseño en este capítulo.

#### 4. Resultados del diseño.

Los resultados del diseño los veremos en el capítulo IV y se presentan en la efectividad del equipo respecto a los resultados en el laboratorio de gases.

#### 5. Revisión del diseño.

La revisión del diseño esta documentada por la firma del responsable del diseño, el cual puede observarse en el anexo 4.

#### 6. Verificación del diseño.

Esto se comprueba en el proceso de pruebas que se realizan en el capítulo IV

#### 7. Validación del diseño.

Cuidados del equipo y posibles correcciones las cuales podemos observar en la siguiente tabla:

Pieza,	Falla,	Detección	Acción correctiva
Manómetro,	Fuera de escala (uso equivocado),	Visual,	Verificar presiones de trabajo en el anexo 2
Válvula de paso,	Fugas,	Visual (utilizar líquido detector de fugas),	Utilizar cinta teflón
Conexión de salida,	Fugas,	Visual (utilizar líquido detector de fugas),	Utilizar cinta teflón
Inserto adaptador	Fugas	Visual (utilizar líquido detector de fugas)	Utilizar cinta teflón

Cuerpo principal	Trasroscado	Visual	Refrescar roscas de acuerdo con el proceso de fabricación
------------------	-------------	--------	---

2.12. tabla de posibles fallas del equipo.

Este cuadro fue derivado de la herramienta llamada "Análisis de modo y efecto del diseño", la cual se utiliza en los sistemas de calidad que satisfacen los requerimientos de las normas QS 9000.

Con estas etapas cubiertas al final de este trabajo, la validación del diseño será completa con las comparaciones graficas donde se observa que el diseño es válido y funciona de acuerdo con lo que se esperaba al comenzar el diseño.

# CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN  
 DISEÑO DE UN LIMPADOR DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE  
 PARA MOTORES A GASOLINA DEL CICLO OTTO.

	2000-2001		
	Ma	Ab	May
<b>1. Recopilación de la información.</b>			
Materiales.	■		
Conceptos utilizados para diseño y manufactura.			
<b>2. Implementación de la información al diseño.</b>			
Definición e implementación en el diseño.		■	
Conocimiento de equipo e instrumental.			■
<b>3. Preparación del diseño a la manufactura.</b>			
Transferencia del diseño al taller de manufactura.			■
Manufactura.			
<b>4. Validación del diseño en base a pruebas físicas.</b>			
Validación en base a normas QS 9000 e ISO 900			■
Elaboración de pruebas			
Validación por comparación de resultados			

## **CAPÍTULO III**

### **III.- MANUFACTURA DEL EQUIPO DE LIMPIEZA PARA INYECTORES**

La manufactura del equipo es en realidad pasar a tres dimensiones lo que formulamos y diseñamos en dos dimensiones en el papel y hacerlo como lo habíamos visto solo en la mente, para los ingenieros es de suma importancia partir de la teoría a la practica, es decir, entrar a la fabricación.

#### **3.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL**

En el proceso de diseño hemos contemplado el aluminio como base para la construcción del cuerpo principal del limpiador de inyectores debido a sus propiedades mecánicas y a su excelente resistencia contra la corrosión.

El aluminio posee características mecánicas que describiremos a continuación:

Numero atómico: 13

Masa atómica: 26. 974

El aluminio tiene una estructura cúbica de caras centradas con las características siguientes:

Constante de la red: 4.0413 Å

Radio atómico : 1.4286 Å

Distancia entre átomos: 2.858 Å

### 3.1.1. DENSIDAD

El aluminio de pureza 99.996 % tiene la densidad de 2.699 gr/cm<sup>3</sup> a 20° C. La densidad aumenta ligeramente cuando baja la pureza del metal: por ejemplo, la densidad de un Al de 99.5 % es de 2.705 gr/cm<sup>3</sup> a 20° C.

En el punto de fusión la densidad es:

- $\rho$  del Al sólido a 660 °C = 2.55 kg/m<sup>3</sup>
- $\rho$  del Al líquido a 660 °C = 2.382 kg/m<sup>3</sup>

que corresponde a una contracción volumétrica del 6,6 % durante la solidificación.

La densidad del Al líquido en función de la temperatura viene dada por:

$$\rho_l = 2.382 - 0,000273(\cdot 660)$$

### CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Punto de fusión 660,24 ° C para el Al de 99.996 %

Calor de fusión 92 cal/gr aproximadamente.

Los valores dados por distintos autores son muy divergentes.

Punto de ebullición 2056 °C bajo 760 mm de Hg.

Conductividad térmica para el Al comercial A5, se admite:

$$C \text{ a } 20^\circ \text{ C} = 0,52 \text{ cal cm/cm}^2$$

Esta cifra puede considerarse válida hasta prácticamente los 200° C.

### 3.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO

Las propiedades mecánicas intrínsecas del aluminio son:

Módulo de elasticidad:	6 700 kg/mm <sup>2</sup>
Módulo de torsión:	2 700 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson:	0,34
Compresibilidad a 20°C	1,4 x 10 <sup>3</sup> por mega bar.

Las características mecánicas del aluminio varían mucho según la naturaleza de las impurezas y su porcentaje, así como la naturaleza de la deformación y el recocido final.

Para el aluminio refinado más puro de 99.999 %, se ha hallado sobre hilo de 1.5 mm recocido 113 horas a 130°C:

Carga de rotura: 5.4 kg/mm<sup>2</sup>

Alargamiento : 62%

### 3.1.3. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ALUMINIO.

Reacción de oxidación del aluminio.

El aluminio es un metal eminentemente oxidable:



Sin embargo, es inalterable en el aire ya que se recubre en frío, de una delgada película protectora de alumina anhídrida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  muy adherente y compacta, cuyo volumen es 1.28 veces la del metal que proviene.

Una película reciente de alumina natural tiene un espesor de 0.01  $\mu$ ; en frío, es necesario que transcurran más de un año para que llegue a tener 0.1  $\mu$ .

Por calentamiento de aire seco, se llega a una oxidación más rápida a 500°C.

- Sobre Al de 99.999% la capa reciente de 0.01  $\mu$  alcanza 0.07  $\mu$  en 12 horas, para estabilizarse hacia 0.90  $\mu$  después de 48 horas:

- Sobre Al de 99,5 %, la capa de oxido alcanza 0.6  $\mu$ m de espesor después de 250 horas a 500 ° C y continua creciendo.

Para obtener combustión del aluminio (empleado en pirotecnia) es necesario inflamarle en una llama bajo forma de polvo o en hilo muy fino.

Acción de los ácidos y las bases sobre el aluminio.

El proceso de ataque del material por parte del medio puede ser químico o electroquímico.

La corrosión química proviene en todos los casos de la reacción química directa del metal y del medio ambiente; por ejemplo, se trata de la reacción entre un gas y un metal; reacción entre oxígeno y el aluminio.

A veces se llama corrosión seca.

Abarca también la corrosión por líquidos no electrolitos: líquidos orgánicos, ácidos anhídridos, etc.

La corrosión electroquímica corresponde a los procesos en los que existe una corriente eléctrica, resultante de un desplazamiento de electrones de una parte del metal a otra y formación de zonas anódicas y catódicas.

Debido a que el cuerpo del limpiador no excede en su operación los 25° C y el agente limpiador utilizado se considera no agresivo para el aluminio debemos considerar el aluminio como ideal para constituir el cuerpo principal del limpiador.

### 3.2 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA MANUFACTURA.

Para la manufactura de nuestro limpiador de inyectores nos apoyaremos en algunas máquinas y también algunas herramientas que son comunes en cualquier taller y que son fáciles de conseguir en cualquier establecimiento, exceptuando claro el torno paralelo que si bien es una herramienta cara existe en la mayoría de los talleres tanto automotrices como de maquinados.

Estas herramientas la usaremos para realizar todos lo procesos de la fabricación de las partes del limpiador, estos procesos serán:

- Torneado.
- Barrenado.
- Machueado.

Para cilindrar y dar la forma básica del cuerpo principal utilizaremos un torno paralelo de 12 pulgadas de bancada con un chuck de tres mordazas.

El torno cuenta con los accesorios normales como son porta buriles, broqueros y sus respectivas llaves.

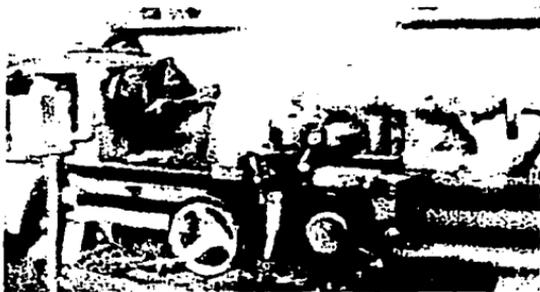


Figura 3.1 torno paralelo de 12 " de bancada.

Además en el torno usaremos:

- Butil de cobalto de 1/4" para el cilindrado exterior, con un portabutil a la derecha.
- Un porta butil para interiores.



Figura 3.2 portabutil para interiores.

Con un butil de cobalto de 3/16".



Figura 3.3 butil de cobalto de 3/16".

Para el barrenado además del torno tenemos un taladro de banco con el que haremos las perforaciones laterales del cuerpo principal que son la que alojarán a la válvula de paso y el manómetro.

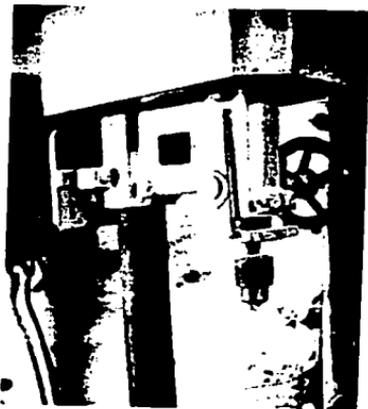


Figura 3.4 taladro de banco.

Para el barrenado tendremos que usar varios tipos de brocas como son:

- Broca de centros de 1/4".
- Broca de 11/32".
- Broca de 7/16".
- Broca de 9/16".



Figura 3.5 broca de centros.



Figura 3.6 brocas para el barrenado.

El machueleado será la el ultimo de los pasos a seguir para elaborar nuestro limpiador, para ello usaremos tres tipos de machuelos.

- Un machuelo de 3/8"-24 NF de acero rápido.
- Un machuelo de 3/8"-16 NC de acero rápido.
- Un machuelo de 1/8"-27 NPT.

Que son las cuerdas que utilizan los componentes de uso corriente que se ensamblarán en el cuerpo principal.

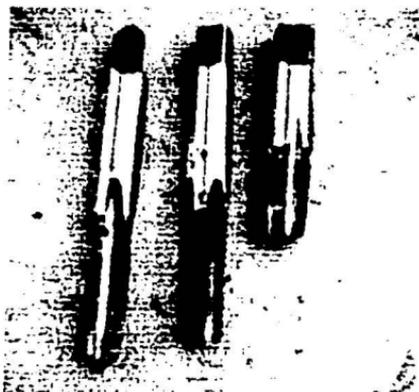


Figura 3.7 machuelos NPT, NC, NF .

Teniendo estas sencillas herramientas podemos comenzar a trabajar directamente sobre el material, y llevar a cabo cada una de o procesos antes mencionados.

### 3.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PIEZA

En este capítulo seguiremos el proceso con el cual se ha manufacturado el limpiador de inyectores al que se refiere este trabajo de tesis.

En especifico nos referiremos al cuerpo principal y al inserto adaptador que son las piezas que sean fabricado, el resto de las partes son de uso corriente

en el mercado, esto se eligió así pensando en el reemplazo fácil y económico para el usuario, como para nosotros los que hemos diseñado este artículo nos ha dado la facilidad de adaptar elementos de uso común a un aparato totalmente nuevo en el mercado.

A continuación describiremos paso a paso el proceso de fabricación del cuerpo principal:

Comenzamos tomando nuestra barra sólida de aluminio y la colocamos en el torno paralelo.



Figura 3.8 montaje en torno.

Continuamos con el cilindrado de la barra hasta alcanzar un diámetro de  $1\frac{3}{8}$ ", para ello utilizamos un buril de cobalto de  $\frac{1}{4}$ ".



Figura 3.9 cilindrado

Hacemos el cilindrado en todo lo largo de la pieza.



Figura 3.10 cilindrado de la pieza.

Una vez terminado el cilindrado llevamos el buril hasta el extremo de la pieza y comenzamos a cilindrando un escalón u hombro en esta.

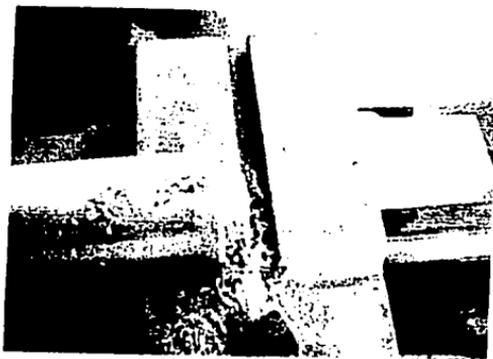


Figura 3.11 cilindrado del hombro.

Hasta llegar a un diámetro de  $7/8$ " y un escalón de  $3/8$ ".

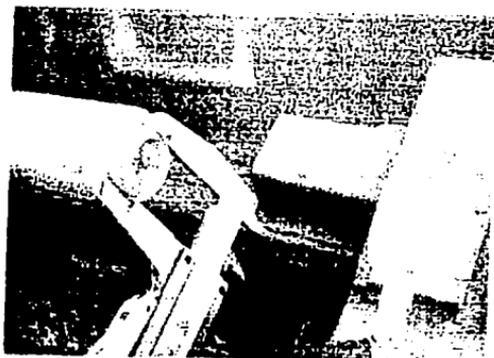


Figura 3.12 medición del hombro.

En este punto del cilindrado del hombre hacemos un chaflán de  $1 \times 45^\circ$  en el diámetro mayor de la pieza.



Figura 3 13 Chaflan

Una vez terminado el escalón colocamos una broca de centros de  $1/4''$  de diámetro para marcar el centro del diámetro de la pieza

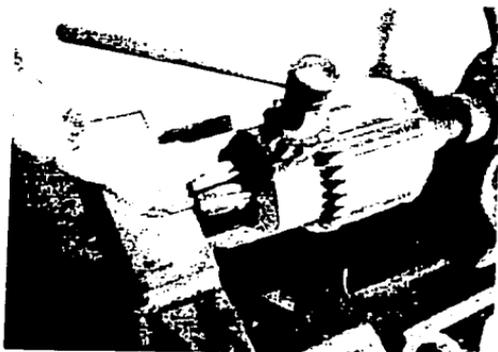


Figura 3 14 broca de centros.

Comenzar a barrenar lo que será la entrada del inserto adaptador marcando el centro.

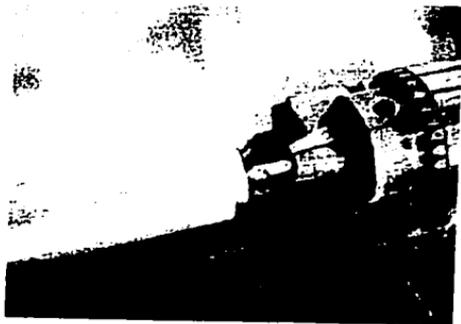


Figura 3 15 marcado de centro.

En seguida comenzaremos a barrenar el alojamiento del inserto con una broca de 9 /16" de diámetro



Figura 3 16 barrenado

a una profundidad de 9 1/6".

Con un buril de 3 /16" para interiores desbastamos hasta alcanzar 1.5 mm de diámetro.



Figura 3 17 desbaste interior

Con el vernier verificamos la medida del diámetro

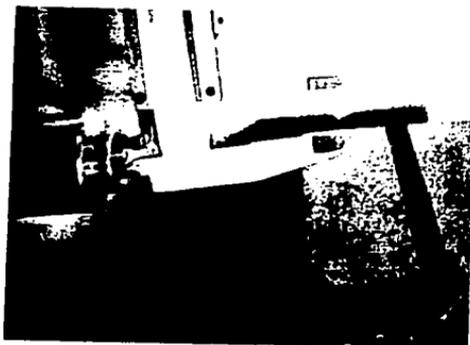


Figura 3 18 medición de diámetro interior.

Al hacer este paso la pieza quedará así.

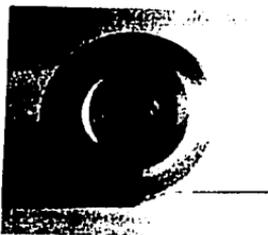


Figura 3.19 vista de los barrenados.

Colocamos nuevamente el broquero para usar una broca de  $7/16$ " de diámetro para barrenar a una profundidad de  $1\ 1/4$ " a partir del borde de la pieza.

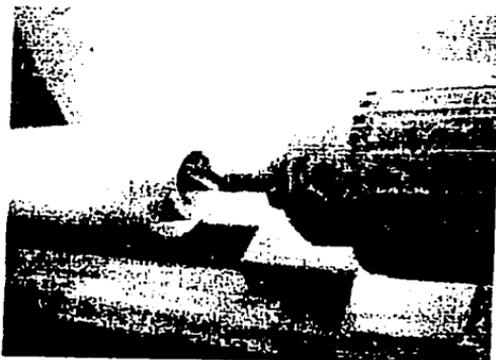


Figura 3.20 barreno interior

Verificamos la profundidad con el vernier la profundidad.



Figura 3.21 medición de profundidad

Con la pieza en su lugar y el broquero montado instalamos una broca de 3/16" para realizar un barreno pasado a todo lo largo de nuestra barra de aluminio.

Ahora giramos la pieza y hacemos el barreno trasero a una profundidad de 1/2".

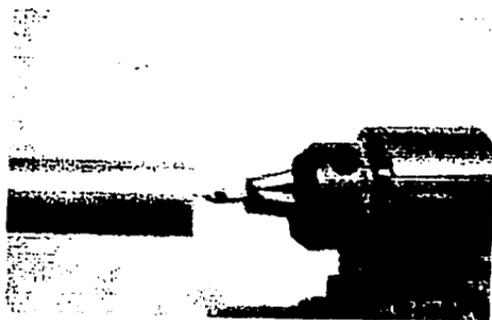


Figura 3.22 marcando para barreno trasero.

Es hora de pasar al taladro de banco para perforar lateralmente el cuerpo principal.

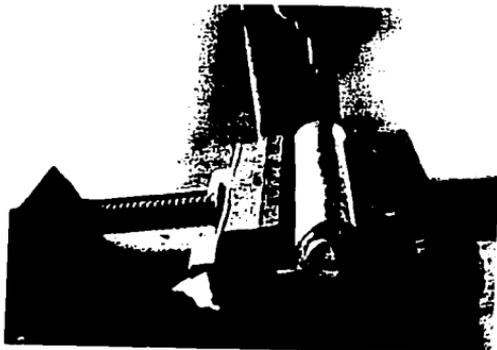


Figura 3.23 montaje en taladro de banco.

Hora colocamos una broca de centros para marcar el punto donde barrenaremos el que será el alojamiento del manómetro.



Figura 3.24 colocación de broca de centros.

Ahora hacemos la marca con la broca de centros.

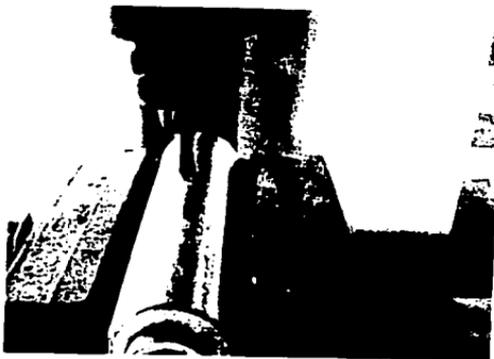


Figura 3.25 marcado del barreno interior.

Colocamos una broca de  $11/32$ " de diámetro para barrenar a una profundidad de  $1/2$ ".



Figura 3 26 barrenado lateral

Al necesitar dos agujeros iguales solo tenemos que girar la pieza y colocarla en la posición adecuada para el segundo barreno que será para alojar la válvula de paso.



Figura 3 27 barrenado lateral inferior.

Continuamos con el machueado de los barrenos, para ello haremos tres tipos de cuerdas diferentes comencemos con esta:

Es la cuerda donde se colocará el inserto adaptador es conveniente comenzar con ella mientras esta montado el cuerpo principal en el torno. Con un machuelo de 3/8"-16 NC.

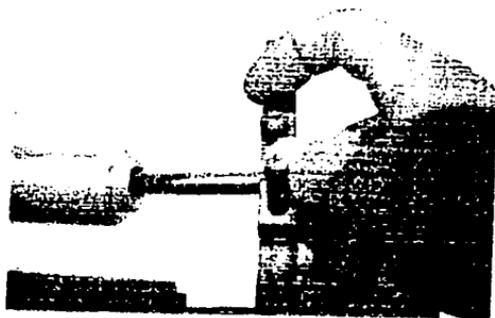


Figura 3.28 machueleado interior.

Aun en el torno giramos la pieza para hacer la cuerda trasera que será la que aloje a la conexión de salida. La cuerda es 3/8"-24 NF.

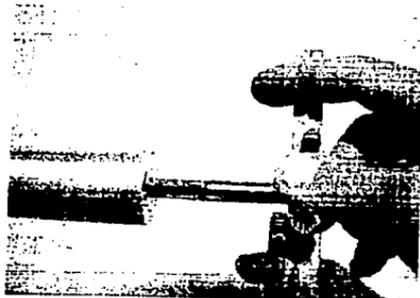


Figura 3.29 barrenado inferior.

Ahora trasladamos la pieza al tornillo de banco y hacemos el machueado en el agujero donde se colocará el manómetro y para ello tomamos el machuelo NPT.



Figura 3.30 machueado NPT.

Ahora pasamos al barreno donde estará la válvula de paso. Este usa la cuerda de 3/8"-24 NF



Figura 3.31 machueado recto.

Es importante mencionar que es necesario lubricar los machuelos al estar haciendo cuerdas, esto es para evitar que se atasquen y permitir además que la rebaba salga sin afectar el trabajo, para ello ponemos grasa en el machuelo hasta donde llegará la profundidad de la cuerda con esto lubricaremos y sacaremos la rebaba sin ningún problema.



Figura 3.32 machuelos.

Para la manufactura del inserto tomamos una barra de could rol de 13 mm de diámetro y 31mm de largo, y la colocamos en el torno paralelo.



Figura 3.33 colocación en el torno.

Cilindramos hasta llegar a un diámetro de 3/8" y un largo de 15 mm. Todo esto en el torno.

Posteriormente con una broca de 3mm barrenamos hasta una profundidad de 22mm.



Figura 3.34 barrenado.

Ahora giramos la pieza en el trono y hacemos un barrenado con una broca de 10mm hasta llegar a 5 mm



Figura 3.35 barrenado.

Ahora hacemos otro barreno en la misma posición pero de 1/16" para colocar ahí un inserto y formar una válvula.



Figura 3.36 barreno de 1/8".

Ahora tenemos que hacer un machueleado recto de 7/16"-24 NF, que es el tipo de cuerda que usan las válvulas de la latas de limpiador que se comercializan en México.



Figura 3.37 machueleado.

Después vamos a colocar el inserto especial que es solo una barrita de could roled de 2mm de diámetro y 8 mm de largo.



Figura 3.38 inserto especial.

Con la ayuda de un punzón metemos el inserto especial en el barreno de 1/8", es necesario introducirlo con cuidado y a la vez con fuerza ya que el barreno tiene un diámetro menor lo cual es hecho a propósito para tener un ajuste moderado entre las piezas.



Figura 3.39 colocación del inserto especial.

A continuación deberemos hacer una cuerda de 3/8"-16 NC.



Figura 3.40 hacemos una cuerda exterior con una tarraja.

De ésta forma terminamos el inserto adaptador, el cual deberá quedarnos de esta forma.



Figura 3.41 inserto adaptador terminado.

## **CAPITULO IV**

### **IV. - PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO**

Para las pruebas del dispositivo necesitaremos elegir varios vehículos para realizarles un análisis de gases de escape en un laboratorio antes de realizar la limpieza de los inyectores de combustible, sin embargo, la sola limpieza de estos no es suficiente para garantizar la disminución de las emisiones contaminantes, por ello debemos efectuar todo un proceso de afinación al motor para que garanticemos que bajan los gases emitidos al ambiente, posterior a ello se realizaran nuevos análisis de gases a los vehículos y comprobaremos que el dispositivo funciona al limpiar los inyectores de combustible.

#### **4.1 PROCESO DE AFINACIÓN DE MOTORES A GASOLINA CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE**

Como hemos visto anteriormente en la afinación se deben seguir un cierto proceso muy adecuado para hacer el trabajo con rapidez y eficiencia, también vimos que el paso más importante en una afinación para motores a gasolina con inyección electrónica de combustible es el del lavado de los inyectores, y como también pudimos observar, este paso se realizaba anteriormente quitando los inyectores del riel de inyección, montarlos en un equipo muy grande y que además requería de un compresor para proporcionar de presión al flujo de limpiador que debía pasar por los inyectores para su limpieza y también necesitaba una instalación eléctrica para hacer abrir y

cerrar la válvula de aguja del inyector, por supuesto esto requería de mucho tiempo y trabajo que ahora es innecesario con nuestro equipo además de ser un procedimiento por demás sencillo y el mejor para efectuar la mejor limpieza del sistema de inyección del automóvil ya que al hacerlo en tiempo real, es decir, en el momento y lugar en el que el sistema realiza su trabajo, en plena marcha.

Como en todo proceso debe seguirse una serie de pasos bien definidos y en este caso con mucha precaución, recordemos que estos sistemas son muy sensibles a cualquier variación en el voltaje por mínima que esta sea o por un corto circuito que por descuido o accidente se produzca entre el polo positivo y el negativo de la alimentación del vehículo, por este motivo debemos realizar todos los pasos de este procedimiento con gran cuidado para evitar ocasionar daños a los sensores periféricos o a la microcomputadora misma.

Será más sencillo desarrollar el trabajo si llevamos un orden fácil y progresivo, ahora los enumeramos para después explicar con detalle cada uno de ellos:

Extraer los códigos de fallas.

Desconectar la bomba de combustible.

Liberar la presión del riel de inyección.

Taponar u obstruir la línea de retorno de gasolina al tanque de combustible.

Instalar el equipo de limpieza.

Realizar la limpieza en plena marcha.

Retirar el equipo de limpieza.

Liberar el retorno de gasolina al tanque de combustible.

- Conectar la bomba de combustible.
- Reestablecer la presión en el riel de inyección.
- Cambio o limpieza de bujías.
- Sustitución de filtros.
- Suavizar la marcha en ralentí bajo.
- Corregir en caso de existir fugas en el sistema.

Debemos comenzar siempre, en cualquier vehículo por extraer de la memoria de la microcomputadora los códigos de fallas que esta haya grabado durante el funcionamiento del automóvil ello permitirá encontrar con mayor rapidez cualquier falla en el sistema y no perder tiempo revisando sistemas que no presenten signos de mal funcionamiento, aunque es bueno revisarlos si se sospecha de alguna falla eléctrica o mecánica.

#### **4.1.1. PROCEDIMIENTO PRÁCTICO DE AFINACIÓN.**

Deben seguirse los próximos pasos lo más adecuadamente posible, esto evitará errores y pérdida de tiempo, además de hacer el trabajo más fácil, rápido y eficiente:

**Extraer los códigos de fallas:**

El extraer los códigos de fallas es un procedimiento bastante sencillo para las marcas GM, FORD, CHRYSLER y NISSAN, para VW es necesario realizar un procedimiento especial el cual llamaremos "análogo" por que se realiza con un multímetro de este tipo.

Todos los vehículos modernos tienen un modo de auto chequeo que da una vista rápida a los códigos que se han registrado últimamente en la

computadora, excepto VW, los códigos de fallas pueden verse en una luz indicadora que se encuentra, ya sea en el tablero de instrumentos, o en el panel de controles del aire acondicionado (como presentan algunos autos GM), ésta luz porta la leyenda "CHECK ENGINE". El procedimiento es el siguiente:

-Se coloca la llave en posición de ON, (con el circuito de corriente cerrado) y se regresa su posición de OFF (circuito de corriente abierto), se repite nuevamente este paso, para la tercera vez que se repita el procedimiento debe dejarse la llave en posición de ON (con el circuito de corriente cerrado), dejando con "corriente" el auto.

-La luz en el tablero comenzará a parpadear de esta manera:

Enciende tres veces, se apaga por uno o dos segundos, enciende, este es un código, tres parpadeos (3), apaga, (1) significan: código 31.

Espere tres o cuatro segundos y comenzará a parpadear de nuevo para indicar otro código.

Es necesario verificar los códigos por lo menos dos veces para estar seguros de que son los correctos y anotarlos para ser buscados en las tablas donde aparece su descripción.

Al efectuar el paso a) no se borra la memoria de la computadora así que puede repetirse este paso las veces que sea necesario para verificar los códigos extraídos.

Después de extraer los códigos correctos y terminar el procedimiento de afinación deberá borrar la memoria de la computadora, con el fin de que registre nuevas fallas y no se sature esta última.

Para borrar la memoria desconecte la terminal positiva de la batería durante diez o quince segundos, con eso será suficiente.

Por último revise el significado de cada código extraído, ya que algunas marcas y modelos de automóviles dan como primer código uno que significa inicio de secuencia de autochequeo (88 en Chrysler) y el último código significa fin de secuencia de autochequeo (55 en Chrysler). Todos los procedimientos se describen mas adelante.

Desconectar la bomba de combustible:

Desconectaremos la bomba de combustible con él fin de que no de flujo de este ni de presión al riel de inyección ya que el equipo de limpiador y la lata de solvente ocupan su propia presión para el trabajo que se realiza sin flujo de combustible.

Para desconectar la bomba puede hacer dos cosas:

- 1.- Como la mayoría de los autos modernos utilizan bombas eléctricas sumergidas en el tanque o externas puede quitar el fusible que protege a la bomba y da corriente de la caja de fusibles que normalmente se encuentra en la parte baja del tablero de instrumentos.

2.- Pudiera ser que la bomba se desconecte con interruptor ya sea en la parte interna de alguna salpicadera trasera o en algún compartimiento bajo el tablero de instrumentos.

**NOTA:** En el caso de que el automóvil contara con una bomba mecánica, deberá desconectar de ella tanto la manguera que viene del tanque combustible como la que va hacia el riel de inyección, por supuesto deberá taponar la primera.



Figura 4.1. desconexión de la bomba quitando el fusible de la caja.

Liberar la presión del riel de inyección:

Para liberar la presión del riel de inyección puede hacer dos cosas:

1.- Desconectar la ignición y hacer funcionar la marcha del vehículo durante cuatro o cinco segundos y hasta en tres o cuatro ocasiones.

2.- En los sistemas multipunto, inyección en los puertos, por lumbreras y directa, existe en el riel de inyección una válvula como la que usan los neumáticos llamada válvula schrader, oprimiendo el vástago central saldrá un

chorro de combustible liberando la presión del riel, pero deberá tener cuidado de no dejar que sea salpicado el motor por el combustible.

En los sistemas TBI puede desconectar el arnés de la conexión de corriente del inyector central o par de inyectores y después hacer la parte final del paso 1.

Taponar u obstruir la línea de retorno al tanque de combustible:

Es necesario taponar la línea de retorno al tanque de combustible con el fin de que llegue hasta este solvente de limpieza que será suministrado al riel de inyección, para este puede colocar un taquete dentro de la manguera de retorno y apretarlo con una abrazadera, teniendo cuidado de no dejar alguna fuga que pudiera ocasionar algún accidente o colocar un tapón especial.



Figura 4.2. línea de retorno de combustible al tanque



Figura 4.3. instalación del tapón en la línea de retorno.

Instalar el equipo de limpieza.

La instalación del equipo es de lo más sencillo, solo hay que colocar el equipo en un lugar alto en el compartimiento del motor, y conectar la manguera de salida en el riel de inyección ya sea a través de la válvula schrader o en la línea directamente, para la válvula schrader deberá quitar el vástago interior que esta atornillado al cuerpo de la válvula misma, para la línea solo desconecte la manguera de alimentación y coloque en su lugar la línea de salida del limpiador de inyectores.

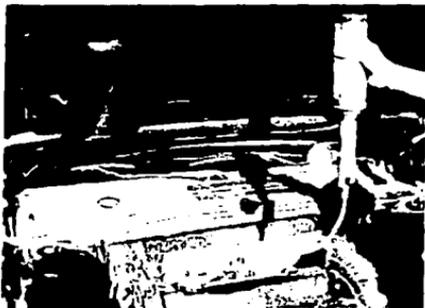


Figura 4.4. instalación del equipo



Figura 4.5. conexión en la válvula schrader.

Realizar la limpieza en plena marcha:

Para la limpieza de los inyectores es necesario poner en marcha el vehículo, solo hay que encenderlo con la llave. La limpieza tarda aproximadamente entre 15 y 18 minutos o hasta que la lata de limpiador se termine esto según el grado de suciedad que presenten los inyectores, esto no quiere decir que el equipo sea ineficiente, en realidad es exactamente igual de eficiente que el de tipo estacionario (y más pequeño), además de ser muy fácil de transportar y puede ser usado, por consiguiente en cualquier momento y lugar, claro que hay que esperar un poco más para la limpieza de los inyectores en pleno funcionamiento pero esto se compensa por que no tenemos que utilizar un lugar fijo además de no tener que transportar a todos lados un compresor de aire.

El equipo consiste en un conector con rosca especial para que solo la entrada roscada de la lata de limpiador pueda ser atornillada en el, después en el mismo elemento se encuentra una válvula para que sea posible regular la

presión de limpieza de diferentes tipos de sistemas de inyección de combustible, ya que estos usan diferentes niveles de presiones para su trabajo de pulverización del combustible. A continuación inmediatamente después, encender el auto, puede ver el nivel de presión que estamos regulando en un manómetro que esta en el cuerpo principal del limpiador, que puede estar en libras por pulgada cuadrada ó en kilogramos por centímetro cuadrado, o bien en la mayoría de los casos se encuentran ambas escalas, las cuales se encuentran en un rango de 0 a 300 PSI ó kilogramos, no más alto ya que la máxima presión de limpieza que de ante mano hay que decir que es superior a la de trabajo es de 40 libras por pulgada cuadrada, o hasta 60 PSI en los sistema CIS de alta presión.

Después de este manómetro, hay una válvula de paso que permite el transito del líquido limpiador hacia el riel de inyección a través de la manguera de un diámetro adecuado para que la presión no disminuya y esta termina en una conexión intercambiable para los diferentes tipos de rieles de combustible, la cual conectamos previamente al riel. Ahora solo hay que regular la presión de acuerdo al sistema que se este limpiando. Estas presiones las podemos encontrar en una tabla dentro del anexo 4.

Solo debemos esperar a que el motor se detenga, entonces podemos desconectar el equipo.

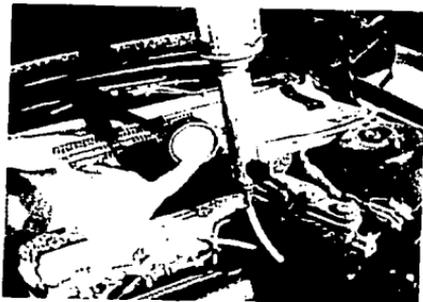


Figura 4.6 realización de la prueba en plena marcha.

Retirar el equipo de limpieza

Retirar el equipo y colocar las mangueras o elementos que se desconectaron antes de instalar el equipo.

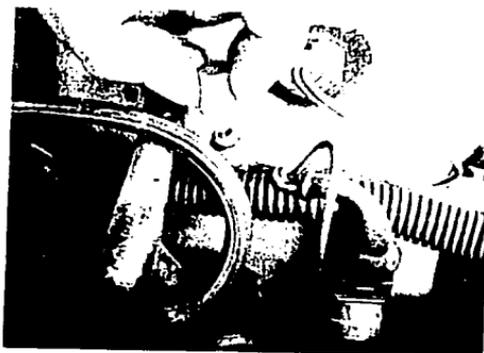


Figura 4.7. al desconectar el equipo colocar protección a la válvula schrader.

Liberar el retorno de gasolina al tanque de combustible:  
Quitar el tapón especial y colocar la línea correspondiente.

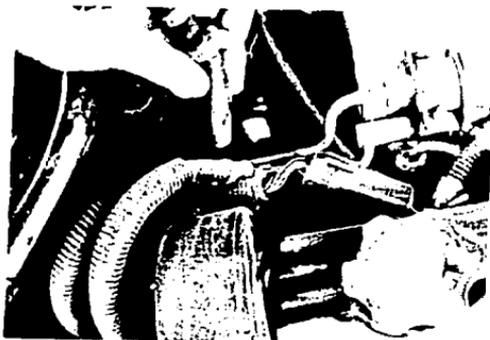


Figura 4.8. retirar el tapón especial

Conectar la bomba de combustible.

Solo realizar los pasos a la inversa de la forma en que se desconectó la bomba.



Figura 4.9. reinstalación de la línea de retorno.

Reestablecer la presión en el riel de inyección:

Para reestablecer la presión en el riel de combustible es necesario poner la llave de ignición en la posición de ON sin poner en marcha el motor durante 10 segundos aproximadamente, con ello se reestablece la presión en el sistema.

Cambio o limpieza de bujías:

Es necesario cambiar las bujías del motor para una mejor combustión, sin embargo la condición de las bujías nos podrá decir un poco más del estado interno de la máquina, veamos la teoría del cambio de bujías.

Como veremos en las figuras 4.10. y 4.11 con la llave para bujías retiramos cada una de ellas para examinar su condición y de acuerdo a ello comparamos su estado con la teoría del cambio de bujías.

Siendo esto de gran ayuda tanto para determinar si es necesario cambiar las bujías usadas por unas nuevas o solo una limpieza es suficiente para el buen funcionamiento del motor de nuestro vehículo



Figura 4.10. retirando las bujías

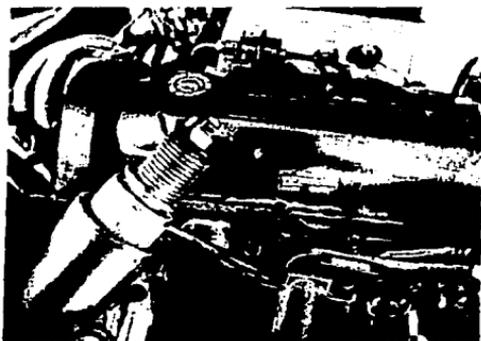


Figura 4.11. inspección del estado de las bujías.

#### 4.1.2 TEORÍA DEL CAMBIO DE BUJÍAS.

Las bujías viven en el corazón del motor, directamente dentro de la cámara de combustión, consecuentemente las trazas de productos secundarios de la combustión que se van acumulando pueden decirle muchas cosas sobre la eficiencia del motor.

Es necesario hacer una revisión del estado de las bujías para establecer las causas de una mala eficiencia. Después de extraer las bujías de su posición obsérvelas, si estas tienen una apariencia casi igual, revise la calibración, deben estar dentro de las especificaciones y las esquinas de los electrodos deben estar planas y cuadradas. Los electrones saltan mejor de una esquina afilada que de una redonda reduciendo el voltaje necesario para iniciar la chispa.

Asimismo busque evidencias de que en efecto la bujía esta eléctricamente disparado: una apariencia de metal desnudo y brillante en las esquinas de los electrodos.

Ahora veremos los casos en los que las bujías pueden indicarnos que algo pasa con el óptimo funcionamiento del motor:

#### 4.1.2.1. NORMAL.

Una bujía de un motor con un funcionamiento normal mostrará unos depósitos de color café claro y un electrodo limpio y con los bordes afilados.



Figura 4.12.normal

#### 4.1.2.2. RECALENTADA.

Una bujía que ha estado funcionando muy caliente, tendrá electrodos con apariencia glaseada y también puntitos brillantes en el material aislante.



Figura 4.13. recalentada

#### 4.1.2.3. ELECTRODO DAÑADO.

El recalentamiento causado por las detonaciones o un tiempo de sincronización indebido puede derretir y erosionar los electrodos metálicos.



Figura 4.14. electrodo dañado.

#### 4.1.2.4. AISLANTE QUEBRADO.

Las detonaciones severas pueden fracturar el aislante de cerámica, lo que a su vez puede dañar el electrodo, cerrándose así la calibración del mismo.



Figura 4.15. electrodo quebrado.

En caso de ser posible limpiar las bujías puede hacerlo con un cepillo de alambre.



Figura 4.16. limpieza de bujías

#### 4.1.3 SUSTITUCIÓN DE FILTROS.

Aunque los autos modernos estén protegidos más que nunca antes por sistemas de autodiagnóstico y a prueba de fallas, el mejor sistema de protección es el mismo que en los vehículos de antes.

No podemos considerarlos de alta tecnología, pero los filtros son los guardianes de la mayoría de los sistemas del automóvil, atrapando los contaminantes del aceite, la suciedad en el sistema de combustible y cerrándoles el paso a los abrasivos que tratan de llegar hasta el interior del sistema de inducción.

Considerando su importancia, y lo fácil que es brindarle mantenimiento o reemplazarlos, es valioso hacer una inspección de rutina en los filtros del vehículo, con la idea de hacer que el auto funcione mejor.

Durante un periodo más largo, el tiempo que le tome le pagar dividendos mayores que cualquier otra rutina de servicio.

#### 4.1.3.1. EL FILTRO DE AIRE.

El filtro de aire siempre suele estar sobre el carburador o el cuerpo del acelerador, debajo de una cubierta fácilmente accesible, asegurada por una tuerca mariposa. Cada dos años, simplemente se zafa la tuerca mariposa, se alza la cubierta, se desmonta el viejo elemento de filtro, se limpia el interior del purificador y se instala un nuevo filtro. Quien viva en un lugar donde no haya polvo ni suciedad en el aire, revise el filtro cada año. Los sitios muy polvorientos acortan este intervalo considerablemente y, si el vehículo normalmente transita por caminos sin pavimentar, cada tres meses debería de hacerlo.

En muchos casos, la cubierta del filtro esta sostenida por abrazaderas cargadas a resorte, y tendrá que usar un destornillador para abrirlas y

volverlas a cerrar. Algunas cubiertas de filtros también contienen una sección del sistema de inyección de combustible, así que deberá desenchufar un conector de alambre para tener espacio para trabajar. Cuando lo haga, inspeccione el retenedor cuidadosamente de manera que no rompa un reborde plástico al sacarlo. Cuando de nuevo enchufe el conector, tenga cuidado de no flexionar ninguna terminal.

Inspeccione el filtro, y si sólo hay un área de polvo, opuesta al conducto de la admisión del aire, simplemente golpee el filtro contra el banco de trabajo para quitarle el polvo suelto, entonces dele vuelta al elemento y reinstálelo. Desde luego, quien viva en un área donde haya mucha arena elevada por el viento, podrá ver que tal vez esta no oscurezca el elemento. En este caso, sostenga una lámpara encendida en el interior del elemento. Si el filtro está limpio, se deberá ver brillar la luz en forma de líneas uniformes a través de los pliegues. De nuevo, obtenga un elemento de filtro exacto al especificado para su auto. Si un filtro es solo ligeramente más pequeño, no se acomodará en el purificador debidamente y el aire no filtrado podría pasar al interior del motor entre el elemento y la cubierta.

Cuando esté cambiando el filtro, mire también dentro de la cubierta para que halle un pequeño filtro de malla usado en motores antiguos con carburadores, para limpiar el aire de la admisión para el sistema PCV (sistema de ventilación positiva de la caja del cigüeñal). Si está sucio, sáquelo e instale uno nuevo.

Al mismo tiempo, revise el conducto conectado a la cubierta del purificador de aire. Desde luego, debe estar conectado a ambos extremos, y

también debe estar libre de desgarraduras. Un conducto para el aire caliente en un purificador de aire con termostato que está roto o suelto, podría dejar que el aire frío penetre y afecte el manejo, hasta que el motor se caliente. Un conducto roto o suelto desde el purificador del aire hasta el carburador o el cuerpo del acelerador permite que el aire sin filtrar penetre.

En autos con sensores para el flujo del aire, esas roturas permiten que entren flujos de aire sin medir, lo que podría ocasionar una mezcla de combustible muy pobre, presentándose un problema de manejo difícil de rastrear.

#### 4.1.3.2. FILTRO DE COMBUSTIBLE.

El filtro de combustible está usualmente debajo del capó, y si se sigue el conducto de combustible desde el carburador o inyectores, lo hallará. No está debajo del capó, entonces estará debajo del vehículo, como en algunos modelos, justamente delante del tanque. En esos casos, habrá que alzar el extremo trasero del auto para tener acceso.

Muchos fabricantes de autos no recomiendan intervalos específicos para la sustitución del filtro de combustible. Sin embargo, incluso aunque no se manifiesten problemas de funcionamiento, es una buena idea cambiar el filtro de combustible cada dos años.

Hay ciertas medidas que tomar en los autos de alta tecnología con inyectores de combustible, porque es necesario liberar la presión del sistema, de 1 a 4.22 kg/cm<sup>2</sup> (15 a 60 libras/pulgada<sup>2</sup>), dependiendo del tipo de sistema,

antes de que pueda cambiar el filtro. Esto es diferente a los sistemas con carburadores, que funcionan a presiones modestas de 0.21 a 0.42 kg/cm<sup>2</sup> (3 a 6 libras/pulgada<sup>2</sup>), con poca o ninguna presión residual. Sin embargo, no debe atemorizarle el trabajar con las presiones mayores de la inyección de combustible.

Si el sistema de combustible tiene una válvula de servicio del tipo usado en neumáticos (llamada válvula Schrader), instalada para simplificar la conexión del medidor de presión, simplemente quite la tapa envuelva una toalla alrededor de la válvula para atrapar el rocío de combustible, y presione el pistón. Use gafas de seguridad. Cuando la gasolina deje de ser atomizada, la presión se habrá reducido. Este mismo arreglo se usa en los modelos Honda con inyección de combustible (un tapón roscado que puede ser quitado para instalar el medidor de presión). El tapón está en el riel de combustible (la tubería) y cuanto hay que hacer es sostener la conexión con una llave mientras se afloja el tapón con una segunda llave, libere la presión del sistema antes de abrir la conexión de una línea de combustible. Tenga a mano un extintor de incendio, envuelva la conexión con una toalla para que recoja el combustible que se derrame.

También podrá desmontar el fusible de la bomba de combustible, luego que haga girar el motor durante 10 segundos. Con la bomba desmontada, la presión se disipará. Esto pudiera meter un código de problema en la computadora del motor, pero no importa porque la luz de "Revisar motor" no deberá parpadear. Para borrar ese código, puede desconectar la batería durante 10 ó 12 segundos (este no es una mala idea de seguridad general cuando se desconectan los conductores de combustible o se hace funcionar una válvula

Schrader debajo del capó). No obstante, la mayoría de las computadoras del motor tienen excelentes programas que incluyen cierto aprendizaje. Esto significa que la computadora ajusta sus controles al estilo de manejo del conductor. Si desconectara la batería, se borraría esa información y le tomará 160 Km (100 millas) de manejo para que la computadora volviera a aprenderla. Hay otros métodos para reducir la presión del sistema. En los modelos Chrysler con sistemas de inyección en el cuerpo del acelerador, no hay una válvula Schrader, de modo que hay que desenchufar el conector de alambre del inyector y hacerle llegar corriente al inyector con cables de puente (uno al positivo de la batería y el otro a tierra) durante unos segundos, hasta que el inyector se abra lo suficiente, ó revise en el manual el diagrama eléctrico para que halle la localización de la tierra de la bomba de combustible. También puede rastrear desde la parte de abajo del auto, en la parte trasera, la conexión eléctrica de la bomba a la tierra (típicamente se trata de un alambre negro), y desconectarla. Desde luego, la desconexión de la tierra puede ser una de las formas menos convenientes de detener la bomba para aliviar la presión del sistema al hacer girar el motor, pero esta técnica puede ser usada virtualmente en cualquier automóvil.

Finalmente, hay otro método universal.

Muy gradualmente afloje una línea de combustible o la abrazadera de una manguera en una junta, bien envuelta en una toalla, y deje que fluya el combustible.

Esto es lo que nosotros hacemos, pero somos cuidadosos y siempre tenemos un extintor de fuego a mano.

El procedimiento exacto para sacar el viejo filtro varía, pero debe ser obvio.

Las conexiones de norma que se atornillan entre sí son usadas más ampliamente, tanto en los carburadores como en los sistemas de inyección.

Simplemente sostenga una conexión mientras afloja la otra (debe resultar obvio cual es la que debe sostener). Muchos motores con inyección de combustible tienen conexiones en el filtro que tienen la forma de un banjo. Una tuerca pasa a través del banjo con juntas en la parte superior e inferior. Las juntas deben ser reemplazadas cuando se cambie el filtro.

Si el filtro está sujeto con abrazaderas a unas mangueras, afloje las abrazaderas y vuélvalas a usar, solo si son del tipo que tienen un tornillo de ajuste. Con las otras, incluyendo las de muelle de alambre, desheche las abrazaderas e instale nuevas. A veces la única forma de quitar una abrazadera consiste en romperlas con un alicate cortador.

En la mayoría de los autos GM con carburadores, el filtro está en una protuberancia del carburador. Desconecte la línea y quite la conexión de la línea para tener acceso.

Un filtro de combustible barato y poco eficiente puede permitir que la suciedad dañe algunos componentes caros, así que no corra riesgos. Si no halla un buen filtro en la casa de piezas de repuesto que se adapte a su auto, vale la pena que invierta un poco más de dinero y adquiera el original en la agencia. Una vez hecho los pasos anteriores estamos listos para poner en marcha el motor y

comprobar la mejora en su funcionamiento, enseguida veremos que herramientas y equipo necesitamos para realizar todo el proceso de afinación. Al final solo nos queda suavizar la marcha mínima.

#### 4.1.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Ya se ha enfatizado que todo trabajo que realicemos debe ser hecho con eficiencia, y para ello no es necesario solamente con conocer el funcionamiento de los sistemas de inyección y los demás componentes que los constituyen, también es necesario tener la experiencia para realizar el trabajo con calidad, y la experiencia nos ha enseñado que para cada trabajo existe una herramienta adecuada y especialmente diseñada para realizarlo.

Si bien es cierto en todo lugar especializado donde se realice el trabajo de afinación para motores a gasolina con inyección electrónica de combustible se cuenta con una infinidad de herramientas con igual número de aplicaciones y propósitos. Desafortunadamente en numerosas ocasiones (demasiadas) tenemos la mala costumbre de "adecuar" las herramientas utilizándolas en propósitos para las que no fueron fabricadas, por ejemplo utilizamos llaves allen para aflojar tornillos con cabeza tipo tork o usamos las pinzas mecánicas ó de presión como una llave de estrías. Esto es totalmente erróneo y aunque lo sabemos seguimos haciéndolo.

Pensando en la calidad con que debemos hacer no solo una afinación, si no todos los trabajos en los que estemos involucrados, para que, en este caso tener muchísima precaución para no dañar los componentes relacionados con el buen funcionamiento del automóvil, así como conexiones y cableado, debemos

hacer mención de las herramientas y material necesario para poder hacer una afinación de motor a cualquier vehículo de cualquier marca y de cualquier tipo de sistema de inyección que estos usen.

#### **4.1.4.1. HERRAMIENTAS.**

Vamos a ver enseguida las herramientas necesarias para nuestro trabajo, y veremos también una pequeña explicación de su uso, principalmente aquellas herramientas de las que su uso no es tan obvio o requiere cuidados especiales en su aplicación:

#### **4.1.4.2. EQUIPO DE LIMPIEZA EN PLENA MARCHA.**

Este equipo de limpieza de inyectores en plena marcha es de tipo portátil aunque no por ello su empleo y trabajo es de menor calidad respecto a los de tipo estacionario que necesitan un compresor de aire para aumentar la presión de trabajo en el equipo, esto disminuye el tiempo necesario para realizar la limpieza a unos diez minutos aproximadamente para todo el proceso.

Vemos que se puede desconectar la manguera de salida del cuerpo principal esto nos ayudará tanto al mantenimiento como para el transporte del equipo.

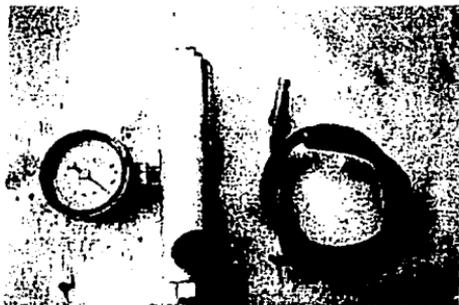


Figura 4.17. Equipo de limpieza.

Además este que es un implemento especial requerido para el trabajo de afinación, son necesarias las herramientas que nunca deben faltar para hacer un buen trabajo con calidad y eficiencia como son las siguientes:

#### 4.1.4.3. DEASTORNILLADORES:

De estos se necesitarán de tipo plano y de tipo phillips para abrir las abrazaderas tanto para los conductos de aire como para los de gasolina.



Figura 4.18 desarmadores.

#### 4.1.4.4. LLAVE PARA BUJÍAS:

Nos servirán para quitar y poner las bujías que sean reemplazadas o limpiadas, así como para ajustarlas.



Figura 4.19 llave para bujías.

#### 4.1.4.5. COMPROBADOR DE CHISPA:

Es importantísimo utilizar este implemento ya que si comprobamos la existencia de corriente en los cables para bujías como se hacía antiguamente colocando el cable cerca del monoblock para que la corriente salte, en los autos modernos con computadora a bordo es posible causar un daño enorme no solo a este vital elemento si no también a otros componentes del sistema. Aunque esto ya lo habíamos dicho nunca está demás reiterarlo por ser una medida de seguridad de gran importancia.



Figura 4.20 comprobador de chispa.

#### 4.1.4.6. CALIBRADOR DE LAMINAS:

Para calibrar la abertura de los electrodos de las bujías y para la apertura de los sistemas de proximidad como el efecto hall o el sensor de proximidad es necesario usar un calibrador con laminas de plástico para no dañar los componentes magnéticos de estos sistemas sin embargo en los vehículos más modernos esto no es necesario ya que cuentan con encendido sin distribuidor.



Figura 4.21 calibrador de laminas.

#### 4.1.4.7. PINZAS AISLADAS:

Elas son útiles para desconectar los chupones de los cables de bujías.



Figura 4.22 pinzas aisladas.

#### 4.1.4.8. RECIPIENTE CON ROCIADOR:

Nos será útil para encontrar fugas de corriente entre cables al suavizar la marcha mínima.



Figura 4.23 rociador.

#### 4.1.4.9. TAPON PARA LINEA:

Al desconectar el retorno de combustible del riel de inyección es necesario taponar esta salida del riel para evitar fugas y asegurar que el líquido limpiador se haya consumido por los inyectores.

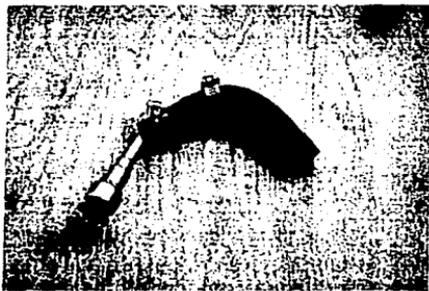


Figura 4.24 tapón para línea de combustible.

#### 4.1.4.10. MATERIAL:

Así como es necesario usar las herramientas adecuadas para realizar cualquier trabajo también es necesario utilizar el material pertinente.

Estos materiales deben ser exactos ya que cada parte esta diseñada para usar ya sea una refacción o indicaciones específicas.

Ahora nombremos el material que necesitamos, estos son:

#### 4.1.4.11. LÍQUIDO LIMPIADOR PARA INYECTORES.



Figura 4.25 lata de líquido limpiador.

#### 4.1.5 SUAVISANDO LA MARCHA MINIMA.

Después de realizada la afinación en plena marcha es necesario suavizar la marcha en ralentí ya que después de haber cambiado algunos filtros en especial el de aire pudieran ser que el motor se revolucione más de lo normal, esto debido básicamente a que entra más aire de lo necesario, entre más aire adquiera más rápido funcionará el motor y el flujo del aire controla el vacío. Al permitir que cierto volumen de aire pase por la placa de estrangulación, las revoluciones por minuto pueden conservarse en un nivel saludable, incluso para acelerar, no "presionamos el combustible", si no que "presionamos el aire" al abrir más una placa de estrangulación. El combustible es añadido un instante después en respuesta al mayor flujo de aire que ha ingresado. Por este motivo es necesario hacer notar el grandísimo error que normalmente se comete cuando tratamos de "bajar" las revoluciones por minuto en cualquier vehículo ya que lo hacemos, ya sea, minimizando la alimentación de combustible, esto es un

error; o atrasando en tiempo de encendido, esto también es un error, ya que nos olvidamos que existe en todos los automóviles un tornillo para controlar la marcha mínima ya sea en motores carburados o en motores con inyección electrónica de combustible.

Ahora, si su motor utiliza un filtro de aire a distancia, dentro de una caja, revise todo desde ese punto y hasta la placa de estrangulación. En la caja del filtro de aire, revise todas las conexiones de las mangueras y asegúrese de que todas las abrazaderas estén bien firmes. Siga el tracto de entrada hacia la placa de estrangulación, apretando todas las abrazaderas conforme lo hace, si hay un medidor del flujo de aire en la línea del conducto, tenga aun más cuidado cuando revise las conexiones en busca de alguna fuga.

Los tractos de ingreso con forma de tubos, que son grandes, espirados y de goma, pueden muy fácilmente sufrir de grietas entre las espirales en la parte inferior del tubo, generalmente no son visibles, a menos que se retire un extremo del tubo y lo pliegue hacia atrás para ver bien por debajo. Si los controles del motor miden el flujo de aire por medio de un sensor de presión absoluta múltiple (MAP), este tipo de fuga no debe afectar la calidad de la marcha en vacío. Pero el agujero necesita ser sellado o de otro modo el polvo y la basura encontraran su camino hacia el interior. Si el motor utiliza un sensor de flujo de aire, ese tipo de fuga tiende a revelarse de forma audible, cuando el motor ejerce el par hacia delante, sobre sus monturas, y abre la grieta en espiral.

Entonces, el motor recibe una bocanada de aire que no es medida y aumenta las revoluciones por sí solo. El control de la velocidad en vacío puede

tratar de capturar el aumento repentino de la velocidad cerrando el canal de paso. Entonces, cuando el motor regresa a su posición normal y la grieta en la espiral se cierra, la velocidad en vacío es muy baja. En respuesta, los controles de vacío pueden abrir el canal de nuevo para aumentar la marcha. Esta situación puede convertirse en una condición clínica que genera una marcha en vacío rodante y torpe.

Si no le importa un poco ensuciar el área de su motor, otra forma rápida para revisar el tracto de ingreso en busca de fugas en el funcionamiento es, simplemente, rociar el limpiador en aerosol alrededor de las conexiones y la entrada múltiple mientras el motor trabaja. Si obtiene un cambio de rpm mientras rocía, significa que los vapores se están introduciendo de algún modo. Así que tendrá que buscar para encontrar la fuga. No rocíe cerca del distribuidor - si tiene uno- por que hay una posibilidad de que el solvente se incendie.

Cuando alcance a la última abrazadera dentro del tubo de estrangulación, desatornillela y retire el tracto de entrada. Mire hacia el interior con una linterna, si la suciedad esta tan espesa que es un milagro que la placa de estrangulación pueda moverse, ha encontrado una de las causas principales de su torpe marcha en vacío. Además del canal de paso de aire de la marcha, una pequeña cantidad de aire debería ser capaz de pasar a través de la placa de estrangulación. Cuando los vapores del PVC ensucie el interior del tubo con el paso del tiempo, la función del paso de aire resulta seriamente afectada.

Con el canal y el interior del tubo limpios, vuelva a colocar el tracto de ingreso y encienda el motor. Si el motor no utiliza un medidor de flujo de aire, puede retirar el tracto con el motor funcionando y rociando un poco más de

limpiador dentro del tubo para eliminar los residuos. Mueva la estrangulación un par de veces. Entonces, apriete las abrazaderas y deje que el motor marche en vacío, de modo que el sistema de administración pueda volver a aprender los parámetros necesarios para aumentar el flujo de aire por las placas de estrangulación.

Si su motor no utiliza un medidor de flujo de aire, probablemente se ahogue cuando retire el tracto de ingreso del tubo. Vuelva a encenderlo y sólo retire un poco el extremo del tracto de goma -con uno o dos dedos- para rociar un poco más de limpiador por el tubo. El motor vacilará un segundo, pero esta bien. Cualquier cosa que haga, no rocíe limpiador dentro del tubo antes del medidor de aire. "Mataría" al medidor.

Las estructuras de estrangulación de uno y dos puntos no suelen ensuciarse mucho porque se colocan sobre el motor y los vapores del PVC fluyen bajo ellos. Sin embargo, si la(s) placa(s) se ve(n) verdaderamente sucia(s) está bien rociarles un poco de limpiador. Solo asegúrese no ahogar el inyector de combustible que se ubica justo sobre la placa.

El supuesto de que nadie haya jugado con la configuración básica de la marcha (el tornillo podría estar sellado) y no haya nada con la programación del módulo de control del tren de poder (la luz que indica mal funcionamiento nunca haya encendido), eso cubre los controles básicos de la marcha en vacío. A menos que el fabricante haya presentado un programa de mejora, los sistemas de administración de motor de la actualidad son muy inteligentes para seguir así solos de aquí y continuar brindando una marcha en vacío suave hasta la próxima vez que el conducto de estrangulación requiera limpieza.

Cuando se considera el número de accesorios unidos al cinturón que cuelga del típico motor de la actualidad -en adición a todas las cargas eléctricas y mecánicas- es una maravilla que los pistones continúen trabajando. Es por ello que algunos vehículos tienen alternadores de 120 amperios y fusibles de 140 amperios.

En la fría y lluviosa temperatura de la noche, su alternador trabaja horas extras para generar suficientes amperios y lograr impulsar todo. El problema es que también está tratando de evitar que el motor gire. Aquí es donde en realidad brilla el control de velocidad en vacío. Tan pronto como la salida del alternador disminuye un cierto nivel, el nivel del regulador de voltaje hace lo suyo y el sistema de administración del motor atiende la necesidad de aumentar la rpm de la marcha para conservar el voltaje del sistema de carga entre 13.5 y 15 voltios.

Sin embargo si una señal se pierde a través del circuito cerrado o abierto, o por una conexión intermitente, es posible que obtenga una marcha torpe o baja. Aquí es donde realmente necesita el manual de servicio específico, los diagramas de alambreado del vehículo, porque hay muchas variaciones en formas y funciones como para que sea posible discutir el sistema en términos generales. Algunas cosas simples que puede hacer, aun así, incluyen una inspección visual en búsqueda de conexiones corroídas -o incluso quemadas- en las terminales del alternador y la batería. Observe las condiciones de todas las uniones de los fusibles alrededor de la batería y busque bujías dañadas. Asegúrese de que el cinturón (o cinturones) de accesorios esté firme y sin desgastes.

Cada vez que el compresor de aire acondicionado se activa en la marcha, la velocidad del motor descendería un par de centenares de rpm si no fuera por los controles de velocidad en vacío que mantienen la situación nivelada. De nuevo, las conexiones intermitentes y uno o dos interruptores de presión defectuosos podrían provocar los controles de clima entren y salgan de ciclo. Una carga baja o contaminada de refrigerante podría provocar lo mismo.

Algunas veces hay un interruptor de presión que "monitorea" el sistema de dirección, especialmente en motores de cuatro cilindros. Durante una apretada maniobra de estacionamiento, cuando el volante presiona los "cohetes", los controles de motor toman las riendas y activan el control de la velocidad en vacío, de forma que el motor no se detenga o disminuya al punto de que falle el encendido. Una mala conexión o una fuga en el interruptor afectarían este sistema y posiblemente provocarían un vacío oscilatorio. Aumentos periódicos en el sistema de dirección son de mucha ayuda en la prevención de interruptores bloqueados y orificios.

Un motor con alto kilometraje, que está cansado y gastado ya no puede producir un saludable vacío de 18 a 10 pulgadas Hg en marcha (esto es, con la placa de estrangulación cerrada). Esto significa que el motor PAM siempre leerá el motor como si estuviera bajo carga (o en vacío bajo) e informará -sólo cumple con su trabajo- a la computadora del tren de poder que hay que añadir más combustible cuando el sensor de oxígeno reciba la rica mezcla en el flujo de emisiones, solicitará una mezcla más ligera. La estrategia común es abrir la válvula de paso de aire para permitir una entrada mayor de esté. Pero un motor que esté a punto de jadear puede "soltarse" en forma intermitente lo que provocará un vacío.

Puede tener algún problema para respirar cuando esté frío, pero una vez que se enfríe cuando se halla expandido los anillos del pistón, los empaques y otros equipos parecidos mostrará un vacío de ingreso perfectamente saludable.

Corregir en caso de existir fugas en el sistema:

Solo en caso de existir fugas de lo contrario solo falta realizar las pruebas en el laboratorio.



Figura 4.26 motor después de la afinación

#### 4.1.6 DETECCIÓN DE CÓDIGOS DE FALLAS.

Al realizar el proceso de afinación de un motor de combustión interna del ciclo Otto moderno no solo es necesario la limpieza física de los diferentes sistemas y componentes, a este respecto surge una pregunta. ¿Que componentes del sistema debemos revisar para que el proceso de afinación tenga un funcionamiento correcto?, esto nos lo dirá la computadora del vehículo que gracias a su constante monitoreo registra en su memoria todos aquellos problemas que pudieran surgir, ya sea por el manejo del motor o el fallo de alguno de los componentes de este. La computadora solamente responde a la entrada (o el cambio de la información de entrada) de los muchos sensores que controlan los sistemas fundamentales de los motores. A menos que todos los sistemas básicos del motor funcionen adecuadamente, los controles electrónicos tienen información inadecuada para administrar las emisiones y el sistema de combustible del motor adecuadamente.

Antes de proceder a las pruebas de los sistemas de control electrónicos haga los siguientes chequeos generales siguientes:

1. Que el motor este en una buena condición mecánica, indicado por una prueba de vacío o compresión.
2. La batería este limpia y libre de corrosión en las conexiones, en buena condición y totalmente cargada.
3. sistema de arranque y sistema de carga operando adecuadamente.
4. Todos los fusibles y fusibles de enlace estén intactos.

5. Todos los conectores eléctricos estén libres de corrosión y conectados firmemente.
6. Todas las líneas de vacío estén en un buen estado, correctamente en su ruta, e instaladas firmemente.
7. Los sistemas de provisión de combustible y aire estén libres de restricciones y trabajando adecuadamente.
8. La PCV (respiración positiva del carter), EGR (recirculación de los gases de escape), EVAP (sistema de control de evaporación de las emisiones) y los otros sistemas de emisiones trabajen correctamente y mantenidos como se requieren.
9. La condición y nivel del anticongelante estén bien, que el termostato este en su lugar y que la temperatura de funcionamiento sea la adecuada.
10. la condición y nivel del aceite del motor estén bien.
11. El sistema de ignición este en buena condición sin ninguna señal de cruce de chispa, fallo de disparo, vías de carbón, corrosión, o desgaste.
12. El tiempo base y la marcha mínima estén de acuerdo con las especificaciones encontradas en la VECI (etiqueta de información para el control de las emisiones del vehículo).
13. La computadora entra en operación de ciclo cerrado.

Los sistemas de computadoras no solamente controlan el combustible del motor, ignición y funcionamiento de emisiones en un intento de lograr un rendimiento óptimo, pero en la mayoría de los sistemas ellos también tienen un aspecto de diagnóstico incorporado. Cuando la computadora detecta una avería almacena un código de problema en su memoria. El código puede comúnmente ser

recobrado desde la memoria de la computadora siguiendo cierto procedimiento. Un código de problema no indica necesariamente la causa exacta de un problema, pero lo dirigirá al componente, circuito o el sistema particular, que puede simplificar del diagnóstico.

#### 4.1.6.1. MODOS DE OPERACIÓN.

El control de manejo del motor por la computadora toma lugar en dos modos, "ciclo abierto" y "ciclo cerrado". La computadora debe ser capaz de entrar desde la operación de "ciclo abierto" a " ciclo cerrado", a fin de adecuadamente chequear y controlar los sistemas para el control del motor.

Ciclo abierto es el modo operativo del sistema cuando el vehículo es primero puesto en marcha y el motor y el sensor de oxígeno se estén calentado. Hasta que todos los criterios requeridos se cumplan, tal como tiempo y temperatura, la computadora permanecerá en ciclo abierto. Esto significa que todos los controles de funciones de la computadora permanecerán fijos a los ajustes predeterminados del fabricante.

Ciclo cerrado es el modo operativo normal de un motor caliente y un sensor de oxígeno lo suficientemente caliente para generar una señal de trabajo a la computadora (el sistema también espera una cantidad predeterminada de tiempo antes de entrar en ciclo cerrado todavía cuando el motor y el sensor de oxígeno estén ya a la temperatura de operación).

En algunos vehículos, unos minutos en marcha mínima ocasionan que el sensor de oxígeno se enfríe lo suficiente para permitir que el sistema regrese a ciclo abierto; en estos vehículos, el sistema puede que intercambie entre ciclo abierto y cerrado según la temperatura de sensor de oxígeno sube y baja.

#### 4.1.6.2. RECUPERANDO LOS CÓDIGOS.

Hay una variedad de métodos de recuperación de códigos, dependiendo del fabricante. La mayoría de los sistemas trabajan conjuntamente con una luz en el tablero que se ilumina cuando una avería se detecta y un código se almacena. La luz se marca -"CHECK ENGINE", "POWER LOSS", "SERVICE ENGINE SOON" - o algo similar, y se usa para destellar el código(s) almacenado en la computadora cuando manualmente se acciona el conector de diagnóstico, si la computadora del vehículo permite acceso para recuperar códigos en esta manera.

En otros modelos, el código puede ser accedido conectando un voltímetro al conector de diagnóstico y contando los movimientos de la aguja o en un led (diodo emisor de luz) en la computadora misma.

**Nota:** cuando la batería se desconecta, los vehículos con computadora y sistemas de memoria pueden perder todos los datos de la memoria. Problemas de maniobrabilidad pueden existir hasta que los sistemas de aprendizaje de la computadora hayan completado un ciclo de aprendizaje.

#### 4.1.6.3. RECUPERANDO CÓDIGOS CHRYSLER, DODGE.

**Nota:** la luz CHECK ENGINE ubicada en el tablero de instrumentos, destellará por tres segundos como una prueba de luces cuando el motor se pone en marcha. La luz se enciende y se queda encendida cuando hay un problema en el sistema EFI (inyección de combustible electrónica).

El diagnóstico automático de información contenido en la SBEC o SMEC (computadora) puede accederse a través de la llave de ignición o con una herramienta especial llamada DRBII. Esta herramienta es adjunta al conector de diagnóstico en el compartimiento del motor para leer los códigos y parámetros en la pantalla digital de exhibición. La herramienta es cara y la mayoría de los mecánicos domésticos prefieren usar el método alternativo. La desventaja con el método de ignición alterna es que no acceden todos los códigos disponibles para la exhibición. La mayoría de los problemas pueden resolverse o ser diagnosticados bastante fácil.

Para obtener los códigos usando el método de llave de ignición, primero ponga el freno de estacionamiento y ponga la transmisión en estacionamiento (automático) o neutral (manual).

Lleve la velocidad del motor a aproximadamente 2500 rpm y lentamente deje que la velocidad baje a marcha mínima.

Cicle el sistema de aire acondicionado, si esta equipado, brevemente, entonces lo apaga.

Si el vehículo se equipa con una transmisión automática, ponga su pie en el freno, seleccione cada posición en la transmisión (reversa, baja, etc. y ponga la palanca en estacionamiento). Esto permitirá que la computadora obtenga cualquier código de avería que pueda enlazarse a cualquiera de los sensores controlados por la transmisión, sistema de aire acondicionado o velocidad del motor.

Para mostrar los códigos en el tablero (POWER LOSS o CHECK ENGINE) gire la llave de la ignición a encendido, apagado, encendido, apagado y finalmente encendido (sin arrancar el motor). Los códigos comenzaran a destellar. La luz destellará el número del primer dígito entonces pausará y destellará el número del segundo dígito. Por ejemplo: 23. circuito del sensor de la temperatura del cuerpo de inyección, será indicado por dos destellos, entonces una pausa seguida por tres destellos más.

Ciertos criterios deben encontrarse para que un código de avería pueda ser entrado en la memoria del controlador del motor. Los criterios pueden ser una serie específica de rpm del motor, entrada o temperatura de voltaje al controlador. Es posible que un código de avería para un circuito controlado particular no pueda entrar en la memoria a pesar de un desperfecto. Esto puede ser por que un criterio de código de avería no se haya encontrado. Por ejemplo, el motor debe operar entre 750 y 2000 rpm a fin de chequear el circuito de sensor MAP (sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión) correctamente. Si la velocidad del motor se levanta encima de las 2400 rpm los circuitos de salida del sensor MAP se ponen a tierra y no permitirán que un código de avería sea admitido en la memoria. Entonces nuevamente, exactamente lo opuesto podría

ocurrir: un código que entra en la memoria que sugiere un desperfecto dentro de otro componente que no es controlado por la computadora. Por ejemplo, un problema de presión de combustible no puede registrar una avería directamente pero en vez, ocasionará un problema de una mezcla de combustible rica / pobre. Consiguientemente, esto ocasionará un código almacenado en la computadora por el sensor de oxígeno. Esté consciente de la interrelación de los sensores, circuitos y la relación general del control de las emisiones y sistemas de inyección de combustible.

La tabla en el último capítulo es una lista de códigos típicos de problemas que pueden encontrarse mientras este diagnosticando el sistema.

#### **4.1.6.4. LIMPIANDO CÓDIGOS CHRYSLER. DODGE.**

Los códigos de problemas pueden ser limpiados desconectando el cable negativo de la batería por lo menos 15 segundos.

#### **4.1.6.5. RECUPERANDO CÓDIGOS FORD, LINCOLN Y MERCURY.**

Los códigos de diagnósticos para el sistema EEEC- IV se arreglan de tal manera que una serie de pruebas deben completarse a fin de extraer TODOS los códigos desde el sistema. Si una porción de la prueba se desempeña sin las otras, puede haber una oportunidad que el código del problema resaltaré un problema en el vehículo particular permanecerá almacenado en el PCM (módulo de control de la potencia del motor) sin ser detectado. Las pruebas comienzan primero con la llave encendida, motor apagado (KOEO) seguido por una sincronización de prueba de la

computadora entonces finalmente con una prueba del motor en marcha (ER). Aquí hay una descripción breve de los procedimientos de cómo extraer códigos del sistema EEC-IV seguida por la prueba real.

#### 4.1.6.6. PRUEBA RÁPIDA-LLAVE ENCENDIDA MOTOR APAGADO (KOE0).

Las pruebas siguientes todas incluyen la llave encendida, motor apagado.

##### 4.1.6.6.1. CÓDIGOS DE PRUEBA AUTOMÁTICA:

Estos códigos se acceden en el conector de prueba usando un cable de tipo puente y un voltímetro analógico o la herramienta de diagnosticar de la fabrica llamada comprobador STAR. Estos códigos se llaman también códigos duros.

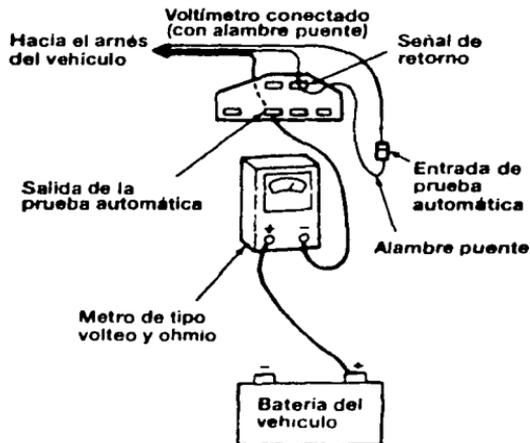
##### 4.1.6.6.2. CÓDIGOS DE PULSOS SEPARADORES:

Después de los códigos duros iniciales, el sistema destellará un código 11 (pulso separador) (1990 y más antiguo) o el código 111 (1991 y actuales) y entonces destellará una serie de códigos blandos.

##### 4.1.6.4.3. CÓDIGOS DE LA MEMORIA CONTINUA:

Estos códigos indican una avería que puede o no estar presente en el momento de la prueba. Estos códigos comúnmente indican un fracaso intermitente. Códigos de la memoria continua se almacenan en el sistema y ellos destellarán después de los códigos duros normales. Estos códigos pueden ser de

dos dígitos (1988 hasta 1990) o códigos de tres dígitos (1991 hasta la actualidad). Estos códigos pueden indicar problemas crónicos o intermitentes. También llamados códigos blandos.



7.3 Para extraer códigos en un Ford con el sistema EEC - IV, conecte un voltímetro como se muestra y, usando un alambre puente, haga un puente en el conector de prueba automática a la clavija de señal de regreso (terminal 2)

Figura 4.27. Conexión para autodiagnóstico

#### 4.1.6.6.4. MOTOR EN MARCHA (ER).

Prueba en marcha. Estas pruebas hacen posible que el PCM pueda captar un código de diagnóstico de un problema que no puede colocarse mientras el motor este en modo de KOEO. Estos problemas comunmente ocurren durante

condiciones de manejo. Algunos códigos son detectados por condiciones de marcha caliente o fría, algunos se detectan a rpm bajas y algunos se detectan con el acelerador cerrado o el acelerador completamente abierto.

#### **4.1.6.6.5. PULSO DE CÓDIGO I.D.**

Identificación: estos códigos indican el tipo de motor (4,6 u 8 cilindros) o el módulo correcto y el acceso al modo de prueba automática, DE.

#### **4.1.6.6.6. PRUEBA L TIEMPO REGULADO DEL MOTOR:**

Esta prueba del motor en marcha determina el tiempo base y comienza el proceso de permitir que el motor almacene códigos de marcha.

#### **4.1.6.6.7. PRUEBA DE MENEIO:**

Esta prueba del motor en marcha chequea el sistema del cableado hacia los sensores y los actuadores.

Ponga el freno de estacionamiento, la palanca de cambios en estacionamiento (neutro en los vehículos con transmisión manual), bloquee las ruedas y apague todas las cargas eléctricas (aire acondicionado, radio, ventilador de la calefacción, etc.) Asegúrese que el motor este calentado a la temperatura de operación (sí es posible).

Desempeñe las pruebas de KOEO :

1. Gire la llave de la ignición a la posición apagada por lo menos 10 segundos.
2. Ubique el conector de prueba adentro del compartimiento del motor. Instale los alambres del voltímetro en la batería y el pasador en el número 4 STO (circuito de salida de prueba) de conector de prueba. Instale un alambre puente desde la terminal de prueba a la terminal número 2 del STI(entrada del comprobador automático).
3. Gire la llave de ignición a la posición de encendido (sin poner el motor en marcha) y observe los barridos e la aguja del voltímetro. Por ejemplo el código 23. la aguja barrera una vez, pausará por 1/2 segundo y barrera nuevamente. Habrá una pausa de dos segundos entre dígitos y entonces habrá tres barridos distintos de la aguja para indicar el segundo dígito del número del código. En código de tres dígitos, la sucesión es la misma excepto que habrá una sucesión adicional de números (barrida) para indicar el tercer dígito del código. Códigos adicionales serán separados por una pausa de cuatro segundos y entonces barridos indicados en el voltímetro. Esté consciente que la sucesión de código puede continuar adentro de los códigos continuos de memoria.

Nota: los modelos más modernos destellarán la luz CHECK ENGINE en el tablero en lugar del voltímetro.

#### 4.1.6.6.8. INTERPRETANDO LOS CÓDIGOS CONTINUO DE LA MEMORIA.

Después de que los códigos de la KOEO se notifiquen, habrá una pausa corta y cualquier código almacenado en la memoria continua aparecerá en orden. Recuerde que el separador del código es 11, o 111 en modelos 1991 y más modernos. La computadora no entrara en el modo de memoria continua se leen igual que los códigos iniciales o códigos duros. Registre en estos datos y continúe la prueba.

#### 4.1.6.6.9. DESEMPEÑO LA PRUEBA ER (MOTOR EN MARCHA).

1. Remueva el alambre puente desde el conector de diagnóstico de prueba para comenzar la prueba.
2. Corra el motor hasta que la temperatura normal de operación se alcance.
3. Apague el motor por lo menos 10 segundos.
4. Instale el alambre puente en el conector de diagnóstico de prueba y ponga el motor de marcha.
5. Observe que la luz CHEK ENGINE o el voltímetro destelle el código de identificación del motor.
6. Este código indica la 1/2 del número de cilindros del motor. Por ejemplo, 4 destellos representan un motor de 8 cilindros, o 3 destellos representan un motor de 6 cilindros.
7. Dentro de 1 a 2 segundos después del código de identificación, gire el volante por lo menos 1/2 vuelta y libérela. Esto almacenara cualquier código de problema con la presión del interruptor de la dirección asistida.

8. Apriete el pedal del freno y libérela. Nota: desempeñe el procedimiento del pedal del freno y el volante en sucesión inmediatamente (1 a 2 segundos) después que los códigos de ID se destellen.
9. Observe todos los códigos y regístrelos en un pedazo de papel. Este seguro de contar los barridos o destellos muy cuidadosamente según usted los anota.



Figura 4.28. Observe la conexión del cable puente.

En algunos modelos el PCM pedirá una prueba de chequeo de la respuesta dinámica. Esta prueba rápidamente chequea la operación de los sensores TPS (sensor del ángulo de apertura del acelerador), MAF (sensor de flujo de masa de aire) o MAP (sensor de presión absoluta del múltiple de admisión) en acción. Esto será indicado por un código 1 o un barrido solamente de la aguja del voltímetro (un destello de la luz CHECK ENGINE). Esta prueba requerirá que el operador

simplemente abra el acelerador completamente por un segundo ("goose"). No deprima el pedal del acelerador a menos que sea solicitado.

La próxima parte de esta prueba asegura que el sistema pueda avanzar la sincronización del tiempo. Este se llama la prueba computada de la sincronización. Después que el último código ER (motor en marcha) se haya mostrado, el PCM adelantará el encendido regular una cantidad fija y lo mantendrá allí aproximadamente por dos 2 minutos. Use una lámpara de tiempo para chequear la cantidad de avance. La sincronización computada debería igualar la base que regula más de 20 grados BTDC (antes del punto muerto superior) adicionales. El avance total debería ser entre 27 a 33 grados.

Finalmente desempeñe la prueba de meneo: (esta prueba puede usarse para recrear una avería intermitente en el arnés del alambrado del sistema de cable.)

1. Use un alambre para poner a tierra el conector STI (entrada del comprobador automático) para la prueba de diagnóstico.
2. Gire la llave de la ignición a encendido (sin tener el motor en marcha)
3. Ahora desactive el modo de prueba automática (remueva el alambre puente) y entonces inmediatamente reactive el modo de prueba automática. Ahora el sistema a entrado a modo de prueba de monitoreo continuo.
4. Cuidadosamente menee, golpee o mueva cualquier cable sospechoso en el actuador de salida o sensor. Si un problema existe, un código de problema se almacenara, que indicara un problema en el circuito

que gobierna el componente en particular. Registre los códigos que se indican.

5. Próximo, entre en el modo de prueba de monitoreo continuo con el motor en marcha para chequear solamente los problemas del cable cuando el motor este en marcha. Primero comience por desactivar el conector del diagnóstico de la prueba y gire la llave de ignición a la posición de apagado. Ahora ponga en marcha el motor y permítalo que corra en marcha mínima.
6. Use un alambre puente para poner a tierra el conector STI con el conector de diagnóstico de prueba. Espere diez segundos y entonces desactive el modo de prueba y reactívelo (instale en alambre puente). Esto pondrá el motor en el modo de prueba del motor corriendo con el monitor continuo.
7. Cuidadosamente menee, golpee y remueva cualquier cable sospechoso del actuador de salida o sensor, si un problema existe, un código de problema se almacenará, que indicará un problema con el circuito que gobierna el componente en particular. Registre los códigos que se indican.

Si es necesario, desempeñe la prueba de equilibrio de cilindros.

#### 4.1.6.6.10. LIMPINDO CÓDIGOS.

Para borrar los códigos desde la memoria PCM, comience con el procedimiento de diagnóstico KOEO e instale el alambre puente en el conector de

diagnóstico de prueba. Cuando los códigos comiencen a mostrar en la luz CHECK ENGINE o voltímetro, remueva el alambre puente desde el conector de diagnóstico de prueba. Esto borrará cualquier código almacenado en el sistema.

Nota: no desconecte la batería del vehículo para borrar los códigos. Esto borrará los parámetros operativos almacenados en el KAM (mantener la memoria de la computadora viva) de la computadora y ocasionará que el motor se ponga en marcha rugosa por un periodo mientras la computadora aprende nuevamente la información.

#### 4.1.7. RECUPERANDO CÓDIGOS GENERAL MOTORS TODOS LOS MODELOS.

La luz CHECK ENGINE en el tablero de instrumentos se prenderá cuando una avería en el sistema se haya detectado, indicando que uno o más códigos perteneciendo a esta avería estén puestos en el ECM (módulo de control electrónico). Para recuperar los códigos, usted debe usar un alambre puente corto para poner a tierra la terminal de diagnóstico. Esta terminal es la parte del conector eléctrico conocido como la ALDL (línea de datos de la planta de ensamblaje) vea la figura 4.29.

Cabe mencionar que puede variar la forma del conector ALDL según el modelo de automóvil que se este trabajando, sin embargo estos conectores cuentan con la identificación de cada una de las terminales, solo hay que localizarlas y conectarlas como se ha descrito.



**7.5 En la mayoría de los modelos GM (domésticos), el conector ALDL de la línea de datos de la planta de ensamblaje está ubicado debajo del tablero, comúnmente en el lado del conductor - para extraer los códigos de problemas, hágale un puente a las terminales A y B con la ignición Encendida**

Figura 4.29. ALDL de GM.

En la mayoría de los modelos la ALDL esta ubicada debajo del tablero de instrumentos en el lado del conductor. Si la ALDL tiene una envoltura, resbálea hacia usted para removerla. Empuje un lado del alambre puente en la terminal de diagnóstico de la ALDL en la terminal B y el otro lado en la terminal de tierra A.

**Nota:** No ponga en marcha el motor con la terminal puesta a tierra, el EMC podría dañarse.



Figura 4.30. Otro tipo de ALDL.

Cuando la terminal de diagnóstico se ponga a tierra con la ignición encendida y el motor parado, el sistema entrará en modo de diagnóstico y la luz de CHECK ENGINE mostrará un código 12 (un destello, pausa, dos destellos). El código 12 destellará tres veces mostrando cualquier código almacenado, entonces destellará tres veces más, continuando hasta que el puente se remueva.



Figura 4.31. Localización del conector de autodiagnóstico.

#### 4.1.7.1. LIMPIANDO LOS CÓDIGOS.

Después de chequear el sistema desde la memoria del ECM interrumpiendo la energía de la batería. Apague el interruptor de ignición (de otra manera el ECM se dañará) desconecte el cable negativo de la batería por lo menos diez segundos, entonces conéctelo nuevamente.

#### 4.1.8. RECUPERANDO CÓDIGOS NISSAN TODOS LOS MODELOS.

Los sistemas Nissan de autodiagnóstico son similares a los sistemas Chrysler teniendo como diferencia que los modelos Nissan cuentan con un conector de diagnóstico en el compartimiento del motor. Necesitar un cable puente para poner a tierra el conector de diagnóstico colocando el cable puente entre las terminales A y B en el conector. Después coloque la llave de ignición en la posición encendido, apagado, encendido, apagado y finalmente encendido, sin poner en marcha el motor. La luz CHECK ENGINE destellará en el tablero de instrumentos los códigos que estén almacenados en la memoria del ECCS (sistema de computadora por control electrónico). Registre los códigos que se muestran.

##### 4.1.8.1. LIMPIANDO CÓDIGOS.

Para limpiar los códigos de la memoria del ECCS desconecte el cable negativo de la batería por lo menos diez segundos, con esto borrará todos los códigos de la memoria del ECCS.

#### 4.1.9. RECUPERANDO CÓDIGOS VOLKSWAGEN.

Los sistemas Volkswagen son de varios tipos, ahora veamos cada uno de ellos.

#### 4.1.9.1. SISTEMAS DIGIFANT II.

Algunos vehículos vienen equipados con el sistema digifant II para el control del motor y los vehículos vendidos en California tienen unidades de control con una capacidad de diagnóstico de averías.

Este sistema indica averías en el sistema de control del motor con la combinación de un balancín de interrupción/luz indicadora ubicada en la parte derecha del aglutinador de instrumentos. Si opera adecuadamente, la luz se prende brevemente cuando usted prende la ignición, después de un periodo corto de conducir la luz se apagará, también se prende para avisarle de cualquier código de avería que pueda estar almacenado en la memoria.

Para mostrar cualquier código de avería almacenado en la memoria, encienda la ignición (sin poner el motor en marcha) y deprima el balancín interruptor por lo menos cuatro segundos. El indicador mostrará cualquier código almacenado en la memoria con una serie de destellos. Por ejemplo, dos destellos, seguido por un destello, seguido por cuatro destellos, seguidos por dos destellos, indica un código 2-1-4-2, que significa que hay un problema con el sensor de detonación.

#### 4.1.9.2. LIMPIANDO CÓDIGOS.

Para borrar los códigos de avería de la memoria de la computadora, asegúrese que el interruptor de ignición este apagado. Desenchufe el conector del arnés del sensor de temperatura para el anticongelante.

Apriete y sujete el balancín interruptor y, con el interruptor apretado, encienda la ignición. Los códigos entonces se borrarán. Recuerde reconectar el sensor de temperatura del anticongelante, finalmente conduzca el vehículo por lo menos diez segundos.

#### 4.1.9.3. CIS-E MOTRONIC- SISTEMAS.

El sistema CIS-E motronic para el control del motor se usa en vehículos equipados con el motor 2.0 L de 16 V (código de motor 9 A). El sistema motronic combina el control de combustible del sistema CIS-E del sistema de inyección de combustible con el control de ajuste del encendido, emisiones y marcha mínima en una unidad de control.

Las funciones de los controles CIS-E motronic de la inyección de combustible y el control de la velocidad para marcha mínima son parecidos a esos usados en los sistemas CIS-E. Pero el sistema motronic usa un "circuito adaptable" en su sistema de sensor de oxígeno. El circuito adaptable permite que el sistema del sensor de oxígeno se ajuste al rango de trabajo del combustible que mide sus cambios en condiciones operativas ocasionada por tales cosas como desgaste normal del motor, fugas de vacío, cambio de altura, etc.

#### 4.1.9.4. RECUPERANDO CÓDIGOS.

El sistema de control CI-E motronic del motor puede detectar averías, almacena estas averías en forma de códigos en su memoria y, cuando sean activadas, mostrará los códigos. Cada código corresponde a una función o componente específico del sistema motronic que desee chequearse, reparar o

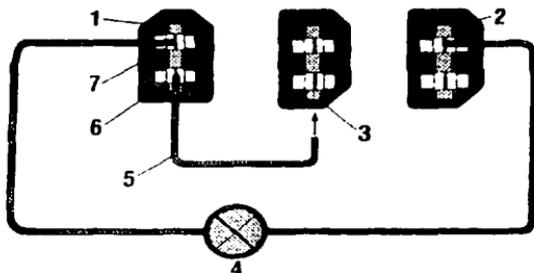
sustituir. Cuando un código se almacena la luz CHECK ENGINE se ilumina en el tablero.

Se puede acceder a los códigos de problema usando los conectores de diagnóstico (ubicado de bajo del fuelle de la palanca de cambio) para activar la memoria de la unidad de control para que muestre cualquier código almacenado una luz LED, vea la ilustración. Aquí se muestra como leer el código de problema en un sistema CIS-E motronic.

Asegúrese que el interruptor del aire acondicionado este apagado. Verifique los fusibles número, 15 (electrónica del motor), 18 (bomba de combustible, sensor de oxígeno), y 21 (luces interior) estén buenos. Inspeccione la correa de la tierra del motor (ubicada cerca del distribuidor). Asegúrese de que este en buena condición y haga una buena conexión.

Pruebe el vehículo en carretera por lo menos cinco minutos. Asegúrese de que la velocidad del motor exceda 3000 rpm por lo menos una vez, el acelerador se preme completamente hasta el piso por lo menos una vez y el motor alcance su temperatura normal de operación.

Después de la prueba del vehículo en la carretera, mantenga el motor en marcha por lo menos dos minutos antes de apagarlo. Apague el interruptor de ignición. Conecte una luz led de prueba a los conectores de diagnóstico apague el interruptor de la ignición.



7.28 Aquí se muestra como hacerle puente a las terminales del conector de diagnostico con un alambre puente y una luz LED (diodo emisor de luz) de prueba para extraer los códigos en un sistema CIS - E Motronic (el conector está ubicado debajo del fuelle de la palanca de cambio)

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1 Conector negro                             | 5 Cable puente      |
| 2 Conector azul                              | 6 Terminal negativa |
| 3 Conector blanco                            | 7 Terminal positiva |
| 4 Luz de prueba LED<br>(diodo emisor de luz) |                     |

Figura 4.32. Conexión del sistema CIS-E Motronic.

Cualquier código de avería almacenado se mostrará por la luz led como una sucesión de destellos como ya lo hemos explicado anteriormente. Una guía completa para sus códigos, sus causas, la ubicación del componente defectuoso y la reparación recomendada se contienen en las tablas anexas al final de este trabajo.

Para mostrar el código, primero, conecte un alambre puente (como lo muestra la ilustración por lo menos cuatro segundos, entonces desconéctelo). El LED destellará, indicando un código de cuatro dígitos. Para mostrar el próximo dígito, conecte el alambre puente otros cuatro segundos, entonces sepárelo, y

continué haciendo lo mismo. Repita el proceso hasta que todos los códigos se hayan mostrado.

#### **4.1.9.5. LIMPIANDO CÓDIGOS.**

Para borrar los códigos desde la memoria de la computadora después de que todos los códigos individuales se hayan mostrado como esta escrito en los pasos previos, conecte el alambre puente por más de cuatro segundos, esto borrará la memoria permanentemente de averías de la unidad de control.

### **4.2 DESARROLLO DE AFINACIÓN DE VEHÍCULO Y PRUEBA DE DISPOSITIVO.**

Para comprender que es lo que analizaremos después de la afinación y pruebas del dispositivo es necesario comprender que tipo de emisiones contaminantes salen de los vehículos y que tipo de pruebas son realizadas en el laboratorio, de esta manera podremos al final de las pruebas interpretar el funcionamiento del equipo de limpieza.

#### **4.2.1 EMISIONES.**

Las emisiones debidas a los vehículos son de dos tipos: a) Emisiones a nivel del carter donde se encuentra el aceite lubricante y b) El circuito por donde circula el carburante y los gases de escape. Las evaporaciones del carburante se observan principalmente a nivel del tanque de gasolina o del carburador, y son mayores cuando la temperatura aumenta. Estas emisiones están compuestas de

hidrocarburos (parte de combustible no quemado) y pueden alcanzar para un vehículo de gasolina no controlado, más del 30% de las emisiones totales de hidrocarburos. Los gases del escape son el producto de la combustión del carburante con el oxígeno del aire en el motor, la cual si fuera perfecta, sólo daría  $CO_2$  y vapor de agua, según la ecuación:



Los motores de vehículos ligeros pueden clasificarse en tres tipos:

- Motores de gasolina de dos tiempos y encendido controlado.
- Motores de gasolina de cuatro tiempos y encendido controlado.
- Motores de gasóleo y encendido por compresión, llamados Diesel.

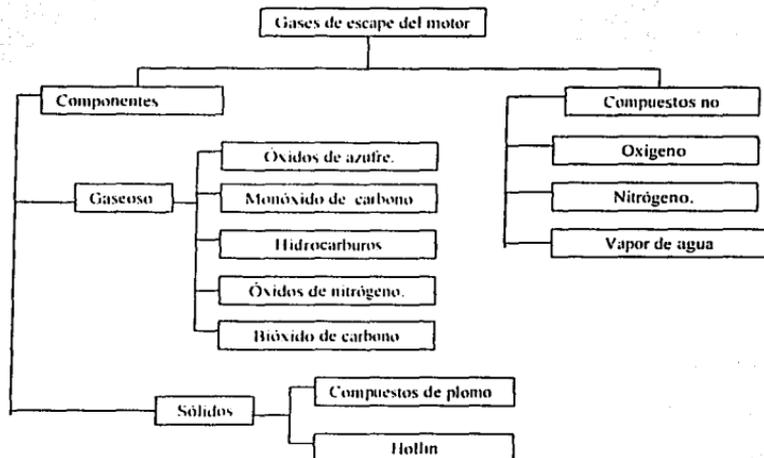


Figura 4.33 gases de combustión tóxicos y no tóxicos

De hecho la combustión es siempre incompleta y los componentes de las emisiones que se muestran en la figura dependen del tipo de motor y de las condiciones de funcionamiento del mismo.

Productos nocivos de la combustión.

Existen numerosos factores que influyen sobre la cantidad emitida de cada constituyente como:

- La relación aire-combustible en el momento de la combustión.
- El orden de encendido.
- La carga del vehículo.
- La geometría de la cámara de combustión.

Cuando la mezcla de aire-gasolina satisface la ecuación, se dice que la mezcla es estequiométrica. Cuando la cantidad de aire es excesiva, se dice que la mezcla es pobre y cuando la cantidad de aire es deficiente se dice que la mezcla es rica. La figura representa las condiciones relativas de los principales contaminantes emitidos en función de la riqueza de la mezcla.

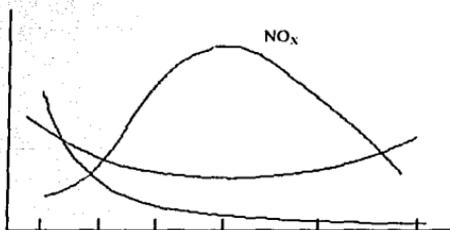


Figura 4.34 Relación entre HC, CO y  $\text{NO}_x$ .

Como se puede ver en la figura la relación que existe entre los hidrocarburos (combustible no quemado) y el monóxido de carbono ( $CO$ ) con respecto a los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), conforme se va empobreciendo la mezcla, es que son inversamente proporcionales. Esto es debido a que si la mezcla es rica, la cantidad de H.C. y  $CO$  es alta, porque a falta de suficiente aire, no se alcanza a quemar bien la gasolina en el interior de la cámara de combustión. Además no existe una temperatura lo suficientemente alta para la formación de  $NO_x$  por lo que son bajos. Ahora con forme se empobrece la mezcla se observa que los H.C. y el  $CO$  bajan, puesto que hay más aire para lograr una mejor combustión, pero la temperatura aumenta, haciendo que se eleve la cantidad de  $NO_x$ . También se observa que en la condición estequiométrica el valor de los hidrocarburos es casi igual con respecto al valor de los óxidos de nitrógeno, pero el valor del monóxido de carbono es un poco mayor.

En mezclas muy pobres la combustión es completa, lo que se traduce por una emisión reducida de  $CO$  pero importante para los HC. Las emisiones de  $NO_x$  son reducidas, en razón de las bajas temperaturas, siempre y cuando la mezcla sea muy pobre, sin embargo cabe mencionar que una mezcla de riqueza inferior a 0.8 es casi imposible de encender sin utilizar artificios para aumentar esta riqueza en el punto de encendido.

- Óxidos de nitrógeno: Aun cuando el Nitrógeno forma ocho óxidos diferentes, el interés principal a la contaminación del aire se centra en los óxidos más comunes: el óxido nítrico ( $NO$ ) y el bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ).

- Los óxidos de nitrógeno reaccionan con el agua contenida en las nubes y el oxígeno de la atmósfera para formar ácido nítrico. Este ácido junto con el ácido sulfúrico son los principales participantes en la lluvia ácida. La lluvia ácida es dañina para la vida en general, así también, provoca erosión más acelerada, especialmente a las construcciones tales como los edificios.
- Bióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ): Se produce por una acción fotoquímica en la atmósfera. Puede incrementar la susceptibilidad a las infecciones virulentas como la gripe, irrita los pulmones y causa bronquitis y neumonía.
- Monóxido de carbono: La generación del monóxido de carbono se debe a la combustión incompleta de los combustibles. Este contaminante causa daño a la hemoglobina, que se manifiesta como incapacidad de la sangre para absorber el oxígeno, lo cual afecta la facultad de ver, percibir y pensar, los reflejos se tornan más lentos, causa somnolencia e incluso inconsciencia y a veces puede causar la muerte. En las embarazadas, pone en peligro el crecimiento y desarrollo mental del feto.
- Hidrocarburos: Los hidrocarburos son los combustibles no quemado en los gases de escape, Se producen por la combustión incompleta de la gasolina. Tienen la particularidad de ser muy reactivos en la atmósfera, es decir, que reaccionan fotoquímicamente con la luz del sol para formar ozono y óxidos de nitrógeno.
- Plomo: Este elemento se adicionaba a las gasolinas para aumentar el octanaje. Pero el plomo afecta los sistemas circulatorio, reproductivo, urinario y nervioso. Además se estima que es el causante de la hiperactividad y reducción de

la capacidad del aprendizaje de los niños. Se acumula en los huesos y otros tejidos, teniendo efectos duraderos.

- **Ozono ( $O_3$ ):** El ozono que es la forma alotrópica del oxígeno, que en la naturaleza se encuentra en una molécula triatómica (tres átomos de oxígeno) y que está presente en la atmósfera, protege a la Tierra filtrando los rayos ultravioleta que provienen del Sol. Pero con la contaminación causada por automóviles se forma un tipo de ozono que baja al nivel de piso cada que hay una inversión térmica. La formación de ozono se genera como se expresa en la ecuación.



El ozono irrita las membranas mucosas del sistema respiratorio, produce además de tos, causa asfixia, mal funcionamiento de los pulmones, reduce la resistencia contra resfriados y neumonía. Puede agravar las enfermedades crónicas del corazón, asma, bronquitis y enfisema.

- **Emissiones tóxicas:** Es una amplia categoría que se incluye a diferentes compuestos que se cree, considera, o se da por sentado, sean los causantes de cáncer, problemas en la respiración y defectos en los recién nacidos.

Pruebas realizadas en un laboratorio de emisiones vehiculares.

En los laboratorios de emisiones vehiculares se realiza estudios enfocados a medir y evaluar en forma cuantitativa los contaminantes generados por el proceso

de combustión en los vehículos automotores, dichos estudios comprenden pruebas en condiciones reales de manejo como pueden ser: la inercia debida al peso del coche, la carga de camino referente a las fuerzas que se oponen al desplazamiento del vehículo (la fricción causada por la adherencia de las llantas y la resistencia del aire, todo esto bajo una temperatura y humedad controladas), así como las posibles rutas de circulación en zonas urbanas donde hay tramos con altas y bajas velocidades, altos continuos, tráfico, etcétera. Las condiciones de simulación se realizan bajo ciclos de manejo ya establecidos tales como: el norteamericano llamado FTP-75 o también conocido como EPA 75, el europeo y el ciclo japonés.

Los fabricantes de la industria automotriz requieren realizar estudios y pruebas a los nuevos modelos antes de introducirlos al mercado, mostrando al gobierno de cada país un certificado que avale que la nueva línea de autos cumplen con las normas de emisiones tanto nacionales como internacionales, donde las emisiones gaseosas reglamentadas en los automotores son: hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, bióxido de carbono, óxidos de nitrógeno.

#### 4.2.2. SELECCIÓN DE VEHÍCULO DE PRUEBA.

Para la realización de las pruebas hemos escogido 5 vehículos de las diferentes marcas que existen en el mercado, a los cuales se les hará el proceso de afinación y limpieza con el objetivo de disminuir lo más posible las emisiones contaminantes que salen del escape hacia la atmósfera, lo cual verificaremos al realizar el análisis de gases en el laboratorio de emisiones.

El primer vehículo para las pruebas será un Nissan Tsuru modelo 1998 que tiene un sistema de inyección multipunto.



Figura 4.35 primer vehículo de pruebas, Tsuru.

El segundo auto será un Volkswagen sedan modelo 2000 con sistema de inyección Bosh multipunto.



Figura 4.36 segundo vehículo, VW sedan.

El tercer automóvil será un Chrysler Spirit modelo 1991 con sistema multipunto de baja presión.



Figura 4.37 tercer vehículo de prueba, Spirit.

Como cuarto vehículo de prueba usaremos un Chevrolet Chevy swing modelo 2000 con sistema multipunto.



Figura 4.38. tercer vehículo, Chevy.

El último vehículo será un Ford F150 con sistema multipunto ECC-IV multipunto.



Figura 4.39. último vehículo de prueba, Ford F150.

#### 4.2.3. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.

Durante la realización de la prueba llevamos los vehículos al laboratorio de gases y con una sonda se toman las lecturas que a continuación se describen:

En los laboratorios de emisiones vehiculares se realiza estudios enfocados a medir y evaluar en forma cuantitativa los contaminantes generados por el proceso de combustión en los vehículos automotores, dichos estudios comprenden pruebas en condiciones reales de manejo como pueden ser: la inercia debida al peso del coche, la carga de camino referente a las fuerzas que se oponen al desplazamiento del vehículo (la fricción causada por la adherencia de las llantas y la resistencia del aire, todo esto bajo una temperatura y humedad controladas), así como las posibles rutas de circulación en zonas urbanas donde hay tramos con altas y bajas velocidades, altos continuos, tráfico, etcétera. Las condiciones de simulación se realizan bajo ciclos de manejo ya establecidos tales como: el

norteamericano llamado FTP-75 o también conocido como EPA 75, el europeo y el ciclo japonés.

Los fabricantes de la industria automotriz requieren realizar estudios y pruebas a los nuevos modelos antes de introducirlos al mercado, mostrando al gobierno de cada país un certificado que avale que la nueva línea de autos cumplen con las normas de emisiones tanto nacionales como internacionales, donde las emisiones gaseosas reglamentadas en los automotores son: hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, bióxido de carbono, óxidos de nitrógeno

**Tipos de ciclos de manejo.**

Los ciclos de manejo desarrollados por la SAE los cuales se utilizan comúnmente para el desarrollo de pruebas son el resultado de una serie de datos obtenidos a través de diferentes recorridos por zonas urbanas con rutas habituales tales como la distancia recorrida por una persona en su vehículo desde su domicilio hasta su trabajo, pasando por lugares y horarios donde se produce embotellamientos y tráfico, dichos datos fueron analizados por medio de herramientas estadísticas, dando como resultado la implementación de diferentes ciclos de recorrido. Entre los más significativos se pueden citar:

- FTP-75
- FTP-74
- HOT-505

### *Ciclo de manejo FTP-75.*

La prueba FTP-75 (EPA-75) consta de tres etapas. La primera etapa se le conoce como etapa en frío con duración de 505 segundos, la segunda etapa llamada estabilizada consta 867 segundos, posteriormente existe un reposo de 600 segundos y la última etapa llamada caliente de 505 segundos; con velocidades promedio de 34.2 km/h y una máxima velocidad de 91.8 km/h. Se realiza un muestreo para cada etapa de las emisiones contaminantes almacenándolas en bolsas especiales. Para la primera etapa se concentra una cantidad elevada de contaminantes ya que el motor empieza en frío, la segunda contiene una muestra con emisiones estables porque el motor alcanza su temperatura de operación y la tercera etapa almacena una muestra que indica la eficiencia del convertidor catalítico que se está empleando. La duración de la prueba es de 41.3 minutos y corresponde a un ciclo de recorrido típico en una ciudad de Estados Unidos de 17.86 Km (11.10 millas).

Este tipo de prueba se lleva a cabo de acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-11-1993-SCFI, que es similar al Procedimiento Federal de Pruebas (FTP) del Código Federal De Regulaciones (CFR) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos, se emplea para determinar el rendimiento de combustible en vehículos automotor.

## Curva del ciclo FTP 75



Figura 4.40 etapas de la prueba FTP -75.

### *Ciclo de manejo FTP-74.*

La prueba FTP 74 se emplea para acondicionar un vehículo previo al ciclo FTP 75, se somete a dos etapas, la primera de 505 segundos y la segunda etapa consta de 867 segundos, teniendo una duración total de 1372 segundos con un recorrido de 12.09 km, con velocidades promedio de 45.2 km/h y una máxima velocidad de 90.8 km/h. Posteriormente se deja reposar el vehículo por un periodo mínimo de 12 horas y máximo de 36 horas previas al ciclo de manejo FTP-75.

### *Ciclo de manejo HOT-505.*

Existe otro ciclo de recorrido llamado HOT-505 (EPA-505), donde el motor del vehículo se encuentra en caliente. Consta de una sola etapa de duración de

505 segundos (8.42 minutos) que es igual a la tercera etapa del ciclo FTP-75, con una distancia de 5.78 km, que es también idéntica a la primera etapa en frío. En esta etapa se tiene una velocidad promedio de 45 km/h y una máxima de 91.8 km/h, como se muestra en la figura.

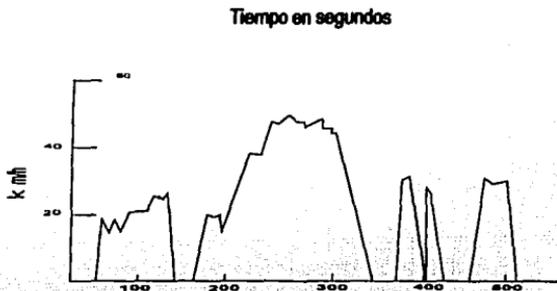


Figura 4.41 curva de ciclo de manejo HOT 505

La prueba HOT-505 se lleva a cabo de acuerdo al procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-II-1993-SCFI, que es la primera etapa de la prueba FTP-75, similar al Procedimiento Federal de Pruebas (FTP) del código Federal de Regulaciones (CFR) de la EPA de los Estados Unidos de Norteamérica.

#### 4.2.4. RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados que hemos obtenido en el laboratorio de análisis de gases representan los niveles de emisiones antes de la afinación y limpieza de inyectores de cada uno de los vehículos y para la prueba FTP-75.

A continuación tenemos los resultados obtenidos antes de la afinación:

VEHICULO	antes		
	EMISIONES FTP-75		
	CO	HC	NOx
	g/km	g/km	g/km
TSURU 98	5.5	0.65	0.54
	0.68	0.1	0.09
	0.53	0.09	0.13
SPIRIT 91	4.75	0.38	0.85
	1.04	0.11	0.29
	1.18	0.12	0.6
VW SEDAN 2000	8.87	0.66	0.56
	1.31	0.07	0.17
	1.02	0.08	0.32
CHEVY SWING 2000	3.15	0.57	0.39
	0.8	0.05	0.21
	1.6	0.2	0.27
FORD F 150	2.28	0.67	1.03
	3.87	0.25	0.36
	1.86	0.17	0.51

Los resultados que hemos obtenido en el laboratorio de análisis de gases representan los niveles de emisiones después de la afinación y limpieza de inyectores de cada uno de los vehículos y para la prueba FTP-75.

A continuación tenemos los resultados obtenidos después de la afinación:

VEHICULO	después		
	EMISIONES FTP-75		
	CO	HC	NOx
	g/km	g/km	g/km
TSURU 98	3.84	0.56	0.54
	0.64	0.09	0.11
	0.56	0.1	0.14
	1.28	0.19	0.21
SPIRIT 91	2.68	0.29	0.75
	0.98	0.11	0.28
	1.06	0.1	0.69
	1.35	0.15	0.49
VW SEDAN 2000	4.66	0.5	0.55
	0.63	0.03	0.13
	0.53	0.04	0.19
	1.43	0.13	0.24
CHEVY SWING 2000	3.54	0.44	0.29
	0.38	0.03	0.13
	1.21	0.14	0.28

	1.27	0.14	0.21
	2.64	0.56	0.73
	1.89	0.226	0.03
FORD F 150	0.66	0.13	0.23
	1.71	0.287	0.23

Los resultados obtenidos en el laboratorio de emisiones de gases y que aparecen en las tablas anteriores corresponden a la prueba de manejo FTP-75, en cada uno de sus puntos, el resultado final que se encuentra debidamente resaltado es una ponderación de todas las lecturas, esto es por que las tomas de resultados están efectuadas a diferentes distancias y velocidades de manejo.

#### 4.2.4.1. COTEJO DE DATOS.

En el cotejo de datos vamos a realizar una comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio de emisiones de gases antes y después de la afinación, para ello haremos una descripción de este procedimiento en los resultados del modelo Nissan tsuru '98 y a continuación pondremos todos los demás cotejos.

Nissan tsuru '98

Como los datos han sido tomados con la prueba de manejo FTP-75 veremos la curva nuevamente para comprender mejor la comparación numérica

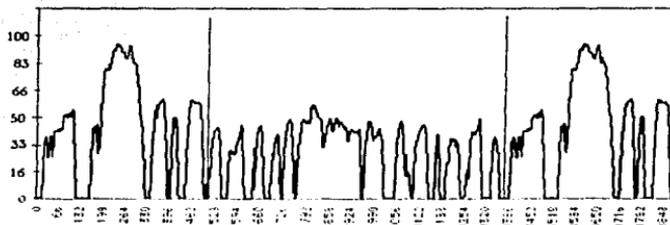


Figura 4.42 gráfica de la prueba FTP-75.

Recordando las tablas de resultados, están divididas en tres columnas, CO, HC, Nox respectivamente. También contiene tres filas que corresponden al ciclo de manejo de la prueba como se describe a continuación:

Primer fila: corresponde al recorrido de 0 a 500 segundos y de 0 a 100 Km/hr.

Aquí tenemos como lectura inicial o antes de la afinación:

12.25 g/km.

como lectura final:

9.83 g/km.

Tenemos un gradiente de 2.42% en gr/km. Ahora de acuerdo con la siguiente formula obtendremos el porcentaje que representa el gradiente.

$$(((\text{Lectura inicial} - \text{lectura final})/\text{lectura inicial}) * 100) * -1$$

Esto nos dará el porcentaje que representa el gradiente en la reducción de CO. O en el aumento de Nox ya que este se incremente al disminuir Los Hc y el CO.

Por lo tanto vemos que el porcentaje es de -19.755 g/km menos después e la afinación y limpieza de inyectores que antes de este procedimiento.

Ahora veamos que pasa con los HC en la segunda parte de la prueba de se realiza de 500 a 1380 segundos a una velocidad de 0 a 100 Km/hr :

Lectura inicial:

1.02 g/km.

Lectura final:

1.05 g/km.

Graiente:

0.03 g/km.

En porcentaje:

2.9412 % en g/km, en este caso los HC aumentaron.

Continuamos con los Nox en la tercer parte e la prueba que se realiza de 1380 a 1850 segundos a 100 km/hr.

Lectura inicial:

2.30 g/km.

Lectura final:

2.48 g/km.

Gradiente:

0.18 g/km.

En porcentaje:

7.8261 % en g/km.

Para darnos una idea general y más concisa de los resultados de las pruebas usaremos las lecturas ponderadas y directamente obtendremos los porcentajes derivados de los gradientes entre cada una de las lecturas.

CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
g/km	G/km	g/km	g/km	g/km	g/km			
9.09	1.06	1.95	6.42	1.1	2.08	-29.373	3.7736	6.6667

De esta forma podemos ver como disminuyen los CO, en este caso aumenta tanto los HC como los Nox aunque no en todos los casos sea el aumento en los HC.

A continuación los resultados de los demás vehículos de prueba.

SPIRIT' 91

CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km			
1.85	0.17	0.49	1.35	0.15	0.49	-27.027	-11.764	0

sedan 2000

CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km			
2.8	0.197	0.293	1.43	0.13	0.24	-48.928	-34.010	-18.08

Chevy swing

2000

CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km			
1.51	0.2	0.27	1.27	0.14	0.21	-15.8	-30	-22.2

Ford F

150

CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km			

2.99	0.315	0.538	1.71	0.287	0.23	-42.88	-8.88	-57.249
------	-------	-------	------	-------	------	--------	-------	---------

Podemos apreciar como los niveles bajan drásticamente de acuerdo con los vehículos esto se debe al estado general de los motores que en cada caso es diferente, pero para poder comprender aun mejor como es la disminución de los gases del escape veamos una comparación gráfica de los resultados.

#### 4.2.4.2. COMPARACIÓN GRÁFICA.

En la comparación gráfica apreciamos con mucha facilidad el comportamiento de los gases antes y después de la limpieza, se ve como disminuyen los niveles de CO, de HC y de Nox.

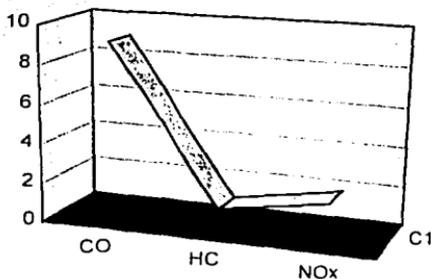


Figura 4.43 Gráfica antes de la prueba.

Utilizaremos la gráfica de tipo de líneas en perspectiva para ver el descenso de los niveles de gases con realismo.

Si bien es cierto los datos en las tablas dicen con exactitud cuanto es el porcentaje de gases que disminuyen las gráficas representan de forma más sencilla los puntos de comparación.

Veamos el comportamiento de los gases de escape en el modelo Nissan tsuru '91:

Las gráficas son del mismo tipo para tener una mejor apreciación de la disminución de las emisiones de gases.

Antes

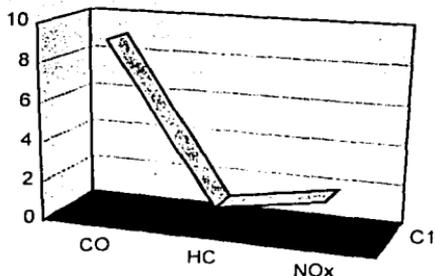


Figura 4.44 Gráfica antes, Nissan.

Después

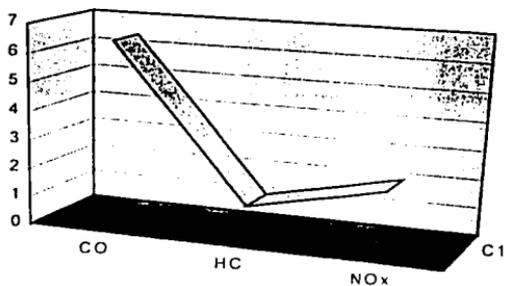


Figura 4.45 Gráfica después, Nissan.

Spirit '91

Antes

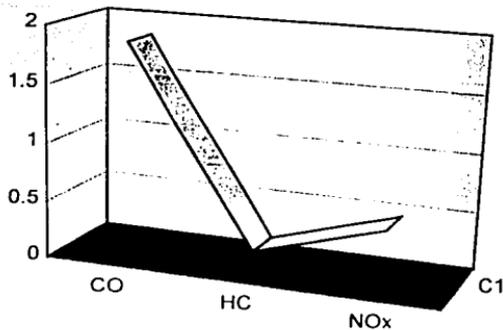


Figura 4.46 Gráfica antes. Spirit.

Después

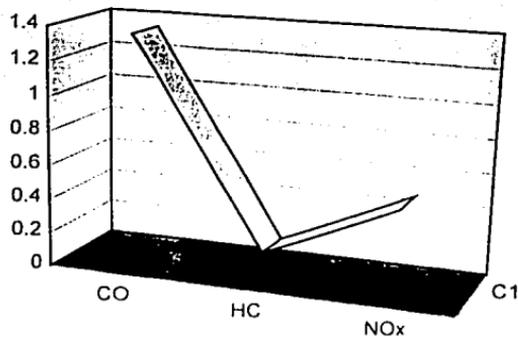


Figura 4.47 Gráfica después. Spirit.

Sedan 2000

Antes

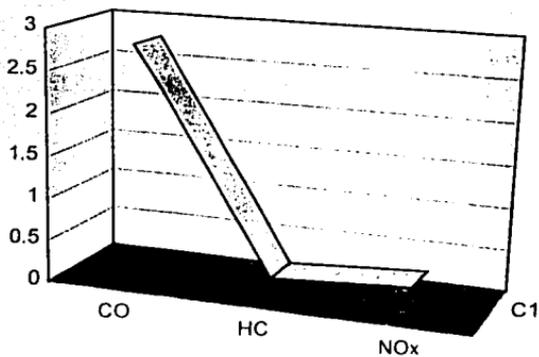


Figura 4.48 Gráfica antes, VW sedan.

Después

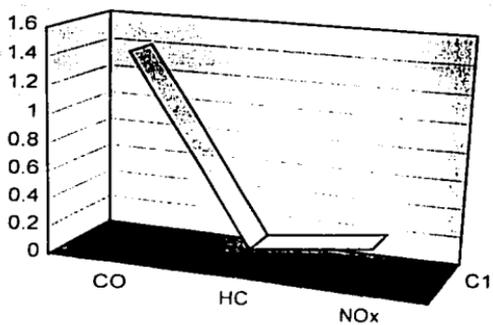


Figura 4.49 Gráfica después, VW sedan.

Chevy

Antes

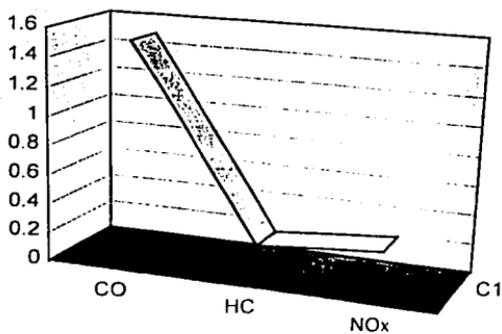


Figura 4.50 Gráfica antes, Chevy.

después

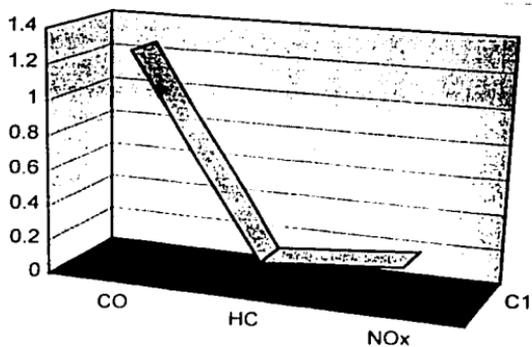


Figura 4.51 Gráfica después, Chevy.

Ford F 150

Antes

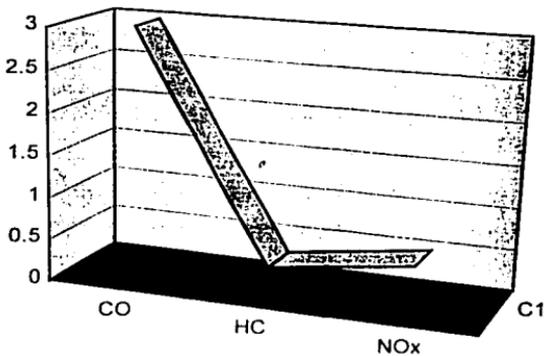


Figura 4.52 Gráfica antes, Ford.

Después

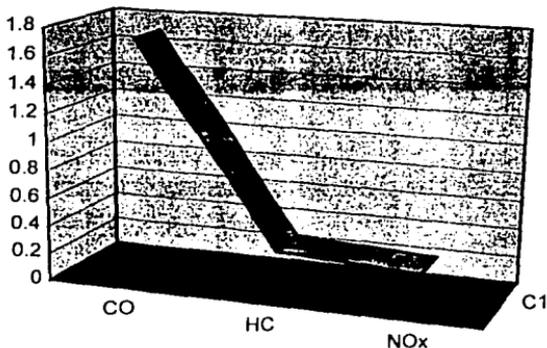


Figura 4.53 Gráfica después, Ford.

Como es posible apreciar en cada una de las gráficas los niveles de *CO* bajan considerablemente, este es el objetivo de la limpieza ya que el *CO* se considera como el más dañino de los contaminantes, si bien los *HC* se tratan de mantener en el mismo nivel, incluso en algunos casos se mantiene constante, los *Nox* se incrementan un poco, esto no es tan grave ya que si consideramos que el más peligroso de los contaminantes es el *CO* y lo disminuimos considerablemente el objetivo del equipo que se diseñó en este trabajo cumple con su objetivo al incorporarlo con el proceso de afinación de los motores de combustión interna.

## INDICE DE FIGURAS

Capitulo I	pagina
Figura 1.1 del ciclo ideal de Otto	12
Figura 1.2 tiempo de admisión y tiempo de compresión	13
Figura 1.3 tiempo de expansión y tiempo de escape	14
Figura 1.4 configuración en estrella o radial	15
Figura 1.5 configuración en abanico	16
Figura 1.6 configuración en H y en X	17
Figura 1.7 configuración en Y	18
Figura 1.8 motor de la compañía Chaeter Gas Engine	20
Figura 1.9 motor original del avión Kitty Hawk de los hermanos Wright.	21
Figura 1.10 instalación típica de un sistema de inyección multipuertos	27
Figura 1.11 sistema de inyección directa note que el inyector esta directamente en la cámara de combustión	28
Figura 1.12 configuración de un sistema TBI, note el parecido con un carburador tradicional	30
Figura 1.13 sensor TPS	45
Figura 1.14 sensor RGE	46
Figura 1.15 forma típica del sensor EGO o sensor de oxígeno	46
Figura 1.16 sensor de la temperatura del refrigerante	47
Figura 1.17 sensor MAT	48
Figura 1.18 forma del sensor ACT	48
Figura 1.19 sensor MAP	50
Figura 1.20 esquema del sensor de RPM	51
Figura 1.21 esquema del sensor de flujo de masa de aire	52
Figura 1.22 sensor de golpeteo clásico	53
Capitulo II	
Figura 2.1 dibujo de concepto	59
Figura 2.2 cuerpo principal.	62
Figura 2.3 inserto adaptador.	62
Figura 2.4 manómetro.	62
Figura 2.5 válvula de paso.	63
Figura 2.6 conexión de salida.	63
Figura 2.7 cuerpo principal.	64
Figura 2.8 vista frontal	65
Figura 2.9 corte seccional	65
Figura 2.10. inserto adaptador.	66

Capítulo III

Figura 3.1 torno paralelo de 12 " de bancada	75
Figura 3.2 portaburil para interiores	76
Figura 3.3 buril de cobalto de 3/16"	76
Figura 3.4 taladro de banco	77
Figura 3.5 broca de centros	78
Figura 3.6 brocas para el barrenado	78
Figura 3.7 machuelos NPT, NC, NF	79
Figura 3.8 montaje en torno	80
Figura 3.9 cilindrado	81
Figura 3.10 cilindrado de la pieza	81
Figura 3.11 cilindrado del hombro	82
Figura 3.12 medición del hombro	82
Figura 3.13 Chafan	83
Figura 3.14 broca de centros	83
Figura 3.15 marcado de centro	84
Figura 3.16 barrenado	84
Figura 3.17 desbaste interior	85
Figura 3.18 medición de diámetro interior	85
Figura 3.19 vista de los barrenados	86
Figura 3.20 barreno interior	86
Figura 3.21 medición de profundidad	87
Figura 3.22 medición de profundidad	87
Figura 3.23 montaje en taladro de banco	88
Figura 3.24 colocación de broca de centros	89
Figura 3.25 marcado del barreno interior	89
Figura 3.26 barrenado lateral	90
Figura 3.27 barrenado lateral inferior	90
Figura 3.28 machueleado interior	91
Figura 3.29 barrenado inferior	91
Figura 3.30 machueleado NPT	92
Figura 3.31 machueleado recto	92
Figura 3.32 machuelos	93
Figura 3.33 colocación en el torno	93
Figura 3.34 barrenado	94
Figura 3.35 barrenado	94

Figura 3.36 barreno de 1/8"	95
Figura 3.37 machueado	95
Figura 3.38 inserto especial	96
Figura 3.39 colocación del inserto especial	96
Figura 3.40 hacemos una cuerda exterior con una tarraja	97
Figura 3.41 inserto adaptador terminado	97
<b>Capitulo IV</b>	
Figura 4.1. desconexión de la bomba quitando el fusible de la caja.	103
Figura 4.2. línea de retorno de combustible al tanque	104
Figura 4.3. instalación del tapón en la línea de retorno	105
Figura 4.4. instalación del equipo	105
Figura 4.5. conexión en la válvula schrader	106
Figura 4.6. realización de la prueba en plena marcha	108
Figura 4.7. al desconectar el equipo colocar protección a la válvula Schrader	108
Figura 4.8. retirar el tapón especial	109
Figura 4.9. reinstalación de la línea de retorno	109
Figura 4.10. retirando las bujías	110
Figura 4.11. inspección del estado de las bujías	111
Figura 4.12. normal	112
Figura 4.13. recalentada	113
Figura 4.14. electrodo dañado	113
Figura 4.15. electrodo quebrado	114
Figura 4.16. limpieza de bujías	114
Figura 4.17. Equipo de limpieza.	123
Figura 4.18. desarmadores.	123
Figura 4.19 llave para bujías.	124
Figura 4.20 comprobador de chispa.	125
Figura 4.21 calibrador de laines.	125
Figura 4.22 pinzas aisladas	126
Figura 4.23 rociador	126
Figura 4.24 tapón para línea de combustible	127
Figura 4.25 lata de liquido limpiador	128
Figura 4.26 motor después de la afinación	134
Figura 4.27. conexión para autodiagnóstico	143
Figura 4.28. observe la conexión del cable puente.	147
Figura 4.29. ALDL de GM	151

Figura 4.30. otro tipo de ALDL	151
Figura 4.31. localización del conector de autodiagnóstico	152
Figura 4.32. conexión del sistema CIS-E Motronic	157
Figura 4.33 gases de combustión tóxicos y no tóxicos.	159
Figura 4.34 relación entre HC, CO y Nox.	160
Figura 4.35 primer vehículo de pruebas, Tsuru.	165
Figura 4.36 segundo vehículo, VW sedan.	165
Figura 4.37 tercer vehículo de prueba, Spirit.	166
Figura 4.38. tercer vehículo, Chevy.	166
Figura 4.39. último vehículo de prueba, Ford F150.	167
Figura 4.40 etapas de la prueba FTP -75.	170
Figura 4.41 curva de ciclo de manejo HOT 505.	171
Figura 4.42 grafica de la prueba FTP-75	175
Figura 4.43 grafica antes de la prueba.	179
Figura 4.44 grafica antes, Nissan.	180
Figura 4.45 grafica después, Nissan.	181
Figura 4.46 grafica antes. Spirit.	181
Figura 4.47 Grafica después, Spirit.	182
Figura 4.48 grafica antes, VW sedan.	182
Figura 4.49 grafica después, VW sedan.	183
Figura 4.50 grafica antes, Chevy.	183
Figura 4.51 grafica después, Chevy.	184
Figura 4.52 grafica antes, Ford.	184
Figura 4.53 grafica después, Ford.	185

## CONCLUSIONES.

Durante el tiempo que pasamos en la UNAM donde se nos han dado los conocimientos necesarios para la formación profesional y personal, pudimos conjuntar los métodos y experiencia necesaria para el desarrollo de nuevos productos, como ingenieros mecánicos debemos entender como es este proceso para darle forma a las ideas que se forman en la mente de los que nos dedicaremos a la ingeniería gracias a la máxima casa de estudios.

Todo lo anterior, y el creciente desarrollo de los motores a gasolina del ciclo Otto, así como las regulaciones ambientales cada vez más estrictas, nos llevo al desarrollo de un producto que fuera practico, rápido, fácil de transportar y fabricar, así como de ser autónomo de otros equipos estacionarios como un compresor de aire. El producto final es un limpiador de inyectores de combustible que contiene pocas partes, muchas de las cuales pueden obtenerse fácilmente ya que son de uso corriente, como el manómetro o la válvula de paso.

Una de las grandes ventajas de este equipo es que puede utilizarse independiente de un equipo completo de taller y siguiendo el proceso de afinación contribuye a disminuir las emisiones contaminantes que arrojamos al medio ambiente.

La gran ventaja de este trabajo de desarrollo es que comprobamos que se pueden crear nuevos equipos con bajo costo de investigación y de fabricación apoyándonos en elementos que ya existen en el mercado, o diseñarlos uno mismo. El punto importante es que es irrefutable que los estudiantes de ingeniería de la

UNAM y de la FES Cuautitlán pueden diseñar y llevar a la realidad productos o sistemas que beneficien a México y nos permitan elevar el nivel tecnológico de nuestro país.

**ANEXO 1**

**TABLAS DE EQUIVALENCIAS**

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: CAPACIDAD DE LIQUIDOS

La capacidad de líquidos se presenta expresada en pintas, cuartos o galones, o en una combinación de todos ellos. En el sistema métrico se utiliza el litro (l) como unidad básica. Los divisores del litro son el decilitro, centilitro o más frecuentemente en mililitros.

Para convertir pintas (pts) en litros (l): multiplique el número de pintas por 0,47

Para convertir los cuartos (qts) en litros (l): multiplique el número de cuartos por 0,95.

Para convertir litros (l) en cuartos (qts): multiplique el número de litros por 1,06

Para convertir galones (gals) en litros (l): multiplique el número de galones por 3,5.

Para convertir litros (l) en galones (gals): multiplique el número de litros por 0,26

galones	litros	galones	litros	galones	litros
0.1	0.38	0.1	0.10	0.1	0.05
0.2	0.75	0.2	0.19	0.2	0.10
0.3	1.1	0.3	0.28	0.3	0.14
0.4	1.5	0.4	0.38	0.4	0.19
0.5	1.9	0.5	0.47	0.5	0.24
0.6	2.3	0.6	0.57	0.6	0.28
0.7	2.6	0.7	0.66	0.7	0.33
0.8	3.0	0.8	0.76	0.8	0.38
0.9	3.4	0.9	0.85	0.9	0.43
1	3.8	1	1.0	1	0.5
2	7.6	2	1.9	2	1.0
3	11.4	3	2.8	3	1.4
4	15.1	4	3.8	4	1.9
5	18.9	5	4.7	5	2.4
6	22.7	6	5.7	6	2.8
7	26.5	7	6.6	7	3.3
8	30.3	8	7.6	8	3.8
9	34.1	9	8.5	9	4.3
10	37.8	10	9.5	10	4.7
11	41.5	11	10.4	11	5.2
12	45.4	12	11.4	12	5.7
13	49.2	13	12.3	13	6.2
14	53.0	14	13.2	14	6.6
15	56.8	15	14.2	15	7.1
16	60.6	16	15.1	16	7.6
17	64.3	17	16.1	17	8.0
18	68.1	18	17.0	18	8.5
19	71.9	19	18.0	19	9.0
20	75.7	20	18.9	20	9.5
21	79.5	21	19.9	21	9.9
22	83.2	22	20.8	22	10.4
23	87.0	23	21.8	23	10.9
24	90.8	24	22.7	24	11.4
25	94.6	25	23.6	25	11.8
26	98.4	26	24.6	26	12.3
27	102.2	27	25.5	27	12.8
28	106.0	28	26.5	28	13.2
29	109.9	29	27.4	29	13.7
30	113.5	30	28.4	30	14.2

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: FUERZA

La fuerza actualmente se mide en libras fuerza (lbs). Este tipo de medida se utiliza para medir la presión en los resortes, específicamente para ver cuántas libras fuerza es necesario aplicar para comprimir un resorte. La unidad de fuerza empleada actualmente será sustituida en el SI por el Newton (N). Este término se utiliza también en las especificaciones de presiones en los resortes del portaescobillas en un motor eléctrico, en presiones de resortes de válvulas, etc.

Para convertir libras fuerza (lbs) en Newtons (N), multiplique el número de libras fuerza por 4.45.

libras	Newtons	libras	Newtons	libras	Newtons	onzas	Newtons
0.01	0.04	21	93.4	59	262.4	1	0.3
0.02	0.09	22	97.9	60	266.9	2	0.5
0.03	0.13	23	102.3	61	271.3	3	0.8
0.04	0.18	24	106.8	62	275.8	4	1.1
0.05	0.22	25	111.2	63	280.2	5	1.4
0.06	0.27	26	115.6	64	284.6	6	1.7
0.07	0.31	27	120.1	65	289.1	7	2.0
0.08	0.36	28	124.6	66	293.6	8	2.2
0.09	0.40	29	129.0	67	298.0	9	2.5
0.1	0.4	30	133.4	68	302.5	10	2.8
0.2	0.9	31	137.9	69	306.9	11	3.1
0.3	1.3	32	142.3	70	311.4	12	3.3
0.4	1.8	33	146.8	71	315.8	13	3.5
0.5	2.2	34	151.2	72	320.3	14	3.9
0.6	2.7	35	155.7	73	324.7	15	4.2
0.7	3.1	36	160.1	74	329.2	16	4.4
0.8	3.6	37	164.6	75	333.6	17	4.7
0.9	4.0	38	169.0	76	338.1	18	5.0
1	4.4	39	173.5	77	342.5	19	5.3
2	8.9	40	177.9	78	347.0	20	5.5
3	13.4	41	182.4	79	351.4	21	5.8
4	17.8	42	186.8	80	355.9	22	6.1
5	22.2	43	191.3	81	360.3	23	6.4
6	26.7	44	195.7	82	364.8	24	6.7
7	31.1	45	200.2	83	369.2	25	7.0
8	35.6	46	204.6	84	373.6	26	7.2
9	40.0	47	209.1	85	378.1	27	7.5
10	44.5	48	213.5	86	382.6	28	7.8
11	48.9	49	218.0	87	387.0	29	8.1
12	53.4	50	222.4	88	391.4	30	8.3
13	57.8	51	226.9	89	395.9	31	8.6
14	62.3	52	231.3	90	400.3	32	8.9
15	66.7	53	235.8	91	404.8	33	9.2
16	71.2	54	240.2	92	409.2	34	9.4
17	75.6	55	244.6	93	413.7	35	9.7

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: LONGITUD

Para convertir pulgadas (pulg.) en milímetros (mm): multiplique las pulgadas por 25.4

Para convertir milímetros (mm) en pulgadas (pulg.): multiplique el número de milímetros por 0.04

Pulgadas	Decimales	Milímetros	Pulg. Pulg.	a mm mm	Pulgadas	Decimales	Milímetros	Pulg. Pulgadas	a mm mm					
1/32	1/64	0.051625	0.3363	0.0091	0.00254	0.00254	0.00254	17/32	33/64	0.515625	13.0369	0.6	15.24	
		0.03125	0.7937	0.0062	0.00203	0.00203	0.00203			0.53125	13.4937	0.7	17.78	
	3/64	0.046875	1.1906	0.0033	0.00762	0.00762	0.00762		35/64	0.546875	13.9506	0.8	20.32	
1/15		0.0625	1.5875	0.0024	0.01916	0.01916	0.01916	9/16		0.5625	14.2875	0.9	22.86	
	5/64	0.078125	1.9844	0.0025	0.01270	0.01270	0.01270		37/64	0.578125	14.6844	1	25.4	
		0.09375	2.3812	0.0026	0.01502	0.01502	0.01502	13/32		0.59375	15.0812	2	50.8	
	7/64	0.109375	2.7781	0.0027	0.01735	0.01735	0.01735	33/64		0.609375	15.4781	3	76.2	
1/8		0.125	3.1750	0.0028	0.02032	0.02032	0.02032	5/8		0.625	15.8750	4	101.6	
	9/64	0.140625	3.5719	0.0029	0.02285	0.02285	0.02285		41/64	0.640625	16.2719	5	127.0	
		0.15625	3.9687	0.0031	0.0254	0.0254	0.0254	21/32		0.65625	16.6687	5	152.4	
	11/64	0.171875	4.3656	0.0032	0.02803	0.02803	0.02803		43/64	0.671875	17.0656	7	177.8	
3/16		0.1875	4.7625	0.0033	0.03072	0.03072	0.03072	11/16		0.6875	17.4625	3	203.2	
	13/64	0.203125	5.1594	0.0034	0.1036	0.1036	0.1036		45/64	0.703125	17.8594	9	228.6	
		0.21875	5.5562	0.0035	0.1270	0.1270	0.1270	23/32		0.71875	18.2562	10	254.0	
7/32	15/64	0.234375	5.9531	0.0036	0.1504	0.1504	0.1504		47/64	0.734375	18.6531	11	279.4	
		0.25	6.3500	0.0037	0.1738	0.1738	0.1738	3/4		0.75	19.0500	12	304.8	
	17/64	0.265625	6.7469	0.0038	0.2032	0.2032	0.2032		49/64	0.765625	19.4469	13	330.2	
		0.28125	7.1437	0.0039	0.2286	0.2286	0.2286	25/32		0.78125	19.8437	14	355.6	
	19/64	0.296875	7.5406	0.0041	0.254	0.254	0.254		51/64	0.796875	20.2406	15	381.0	
5/16		0.3125	7.9375	0.0042	0.303	0.303	0.303	13/16		0.8125	20.6375	15	406.4	
	21/64	0.328125	8.3344	0.0043	0.352	0.352	0.352		53/64	0.828125	21.0344	17	431.8	
		0.34375	8.7312	0.0044	0.401	0.401	0.401	27/32		0.84375	21.4312	18	457.2	
	23/64	0.359375	9.1281	0.0045	0.450	0.450	0.450		55/64	0.859375	21.8281	19	482.6	
3/8		0.375	9.5250	0.0046	0.524	0.524	0.524			0.875	22.2250	20	508.0	
	25/64	0.390625	9.9219	0.0047	0.573	0.573	0.573	7/8		0.890625	22.6219	21	533.4	
		0.40625	10.3187	0.0048	0.622	0.622	0.622	29/32		0.90625	23.0187	22	558.8	
	27/64	0.421875	10.7156	0.0049	0.671	0.671	0.671		57/64	0.921875	23.4156	23	584.2	
		0.4375	11.1125	0.0051	0.745	0.745	0.745	15/16		0.9375	23.8125	24	609.6	
7/16		0.453125	11.5094	0.0052	0.819	0.819	0.819		59/64	0.953125	24.2094	25	635.0	
		0.46875	11.9062	0.0053	0.893	0.893	0.893	31/32		0.96875	24.6062	25	660.4	
1/2	31/64	0.484375	12.3031	0.0054	0.967	0.967	0.967		63/64	0.984375	25.0031	27	690.5	
		0.5	12.7000	0.0055	1.041	1.041	1.041							

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: PAR DE TORSION

Para convertir pies-libras (pies-lib.) en Newton-metros: multiplique el número de pies-libra por 1.35

Para convertir las pulgadas-libra (pulg.-lib.) en Newton-metros: multiplique el número de pulgadas-libra por 0.11

lib.pulg.	N-m	lib.pulg.	N-m	lib.pulg.	N-m	lib.pulg.	N-m
0.1	0.01	1	0.11	10	1.13	19	2.15
0.2	0.02	2	0.23	11	1.24	20	2.26
0.3	0.03	3	0.34	12	1.36	21	2.37
0.4	0.04	4	0.45	13	1.47	22	2.49
0.5	0.05	5	0.56	14	1.58	23	2.60
0.6	0.07	6	0.67	15	1.70	24	2.71
0.7	0.08	7	0.78	16	1.81	25	2.82
0.8	0.09	8	0.90	17	1.92	26	2.94
0.9	0.10	9	1.01	18	2.03	27	3.05

## CONVERSIÓN DEL SISTEMA BRITÁNICO AL MÉTRICO: MASA (PESO)

Esta se mide actualmente en libras y onzas (lbs & ozs). La unidad de masa en el sistema métrico (o de peso) es el kilogramo (kg). A pesar de esta tabla se presenta la conversión de masas (o de pesos) superiores a 15 lbs, es muy fácil calcularlas para cantidades mayores.

Convertir onzas (ozs) en gramos (g) multiplicar el número de onzas por 28

Convertir gramos (gr) en onzas (ozs) multiplicar los gramos por 0.035

Convertir libras (lbs) en kilogramos multiplicar las libras por 0.45

Convertir kilogramos (Kg) en libras multiplicar los Kg. por 2.2

lbs	kg	lbs	kg	oz	kg	oz	kg
0.1	0.04	0.9	0.41	0.1	0.003	0.9	0.024
0.2	0.09	1	0.4	0.2	0.005	1	0.03
0.3	0.14	2	0.9	0.3	0.008	2	0.05
0.4	0.18	3	1.4	0.4	0.011	3	0.08
0.5	0.23	4	1.8	0.5	0.014	4	0.11
0.6	0.27	5	2.3	0.6	0.017	5	0.14
0.7	0.32	6	2.7	0.7	0.020	6	0.17
0.8	0.36	7	3.2	0.8	0.023	7	0.20

## CONVERSIÓN DEL SISTEMA BRITÁNICO AL MÉTRICO: TEMPERATURA

Convertir Fahrenheit (F) en Celsius (C) restar primero de la escala de Fahrenheit el resultado por 1.8 y el resultado por 0.55

Convertir Celsius (C) en Fahrenheit (F) los grados Celsius multiplicados por 1.8 y el resultado por 32, añadir el resultado

Fahrenheit (F) Celsius (C)			Fahrenheit (F) Celsius (C)			Fahrenheit (F) Celsius (C)				
°C	°C	°F	°F	°C	°F	°F	°C	°F		
-40	-33	-35.4	60	25.7	15	54.4	215	101.7	80	176
-37.2	-36	-32.3	65	29.4	20	59	220	104.4	85	185
-34.4	-34	-29.2	70	32.2	32	71.6	225	107.2	90	194
-31.7	-32	-25.5	75	35.0	24	75.2	230	110.0	95	202
-23.9	-30	-22	160	37.5	75	73.8	235	112.8	100	212
-25.1	-28	-18.4	105	40.6	23	82.4	240	115.6	105	221
-23.3	-26	-14.3	110	43.3	30	85	245	118.3	110	230
-20.5	-24	-11.2	115	45.1	32	89.5	250	121.1	115	239
-17.3	-22	-7.5	120	48.9	34	93.2	255	123.9	120	248
-17.2	-20	-4	125	51.7	36	95.3	260	125.6	125	257
-16.7	-18	-0.4	130	54.4	33	100.4	265	123.4	130	255
-16.1	-16	3.2	135	57.2	40	104	270	127.2	135	275
-15.5	-14	6.8	140	60.0	42	107.5	275	130.0	140	284
-15.0	-12	10.4	145	62.8	44	112.2	280	137.8	145	293
-12.2	-10	14	150	65.6	46	114.8	285	140.5	150	302
-9.4	-8	17.6	155	68.3	48	118.4	290	143.3	155	311
-6.7	-6	21.2	160	71.1	50	122	295	146.1	160	320
-3.9	-4	24.8	165	73.9	52	125.6	300	148.9	165	329
-1.1	-2	28.4	170	76.7	54	129.2	305	151.7	170	338
1.7	0	32	175	79.4	56	132.8	310	154.4	175	347
4.4	2	35.6	180	82.2	58	136.4	315	157.2	180	356
7.2	4	39.2	185	85.0	60	140	320	160.0	185	365
10.0	6	42.8	190	87.8	62	143.6	325	162.8	190	374
12.8	8	46.4	195	90.6	64	147.2	330	165.6	195	383
15.6	10	50	200	93.3	66	150.8	335	168.3	200	392
18.3	12	53.6	205	96.1	68	154.4	340	171.1	205	401
21.1	14	57.2	210	98.9	70	158	345	173.9	210	410
23.9	16	60.8	212	100.0	75	167	350	176.7	215	414

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: PRESION

La unidad básica de presión que se emplea hoy en día es la libra por pulgada cuadrada (l/pulg.<sup>2</sup>). La unidad métrica para el l/pulg.<sup>2</sup> es el kilopascal (KPa).

Se aplica tanto a la presión en fluidos o en gases, es válido para en litros que tratan de sistemas de presión, especificaciones sobre gases en los aceites, y se usan en la bomba de combustible, etc.  
 Para convertir libras por pulgada cuadrada (l/pulg.<sup>2</sup>) en Kilopascuales (KPa), multiplique el número de l/pulg.<sup>2</sup> por 6.89.

l/pulg. <sup>2</sup>	kPa	l/pulg. <sup>2</sup>	kPa	l/pulg. <sup>2</sup>	kPa	l/pulg. <sup>2</sup>	kPa
1	0.7	37	255.1	82	555.4	127	875.6
2	1.4	38	262.0	83	572.3	128	882.5
3	2.1	39	268.9	84	579.2	129	889.4
4	2.8	40	275.8	85	586.0	130	896.3
5	3.4	41	282.7	86	592.9	131	903.2
6	4.1	42	289.6	87	599.8	132	910.1
7	4.8	43	296.5	88	606.7	133	917.0
8	5.5	44	303.4	89	613.6	134	923.9
9	6.2	45	310.3	90	620.5	135	930.8
10	6.9	46	317.2	91	627.4	136	937.7
11	7.6	47	324.0	92	634.3	137	944.6
12	8.3	48	330.9	93	641.2	138	951.5
13	9.0	49	337.8	94	648.1	139	958.4
14	9.7	50	344.7	95	655.0	140	965.3
15	10.4	51	351.6	96	661.9	141	972.2
16	11.1	52	358.5	97	668.8	142	979.1
17	11.8	53	365.4	98	675.7	143	986.0
18	12.5	54	372.3	99	682.6	144	992.9
19	13.2	55	379.2	100	689.5	145	999.8
20	13.9	56	386.1	101	696.4	146	1006.7
21	14.6	57	393.0	102	703.3	147	1013.6
22	15.3	58	399.9	103	710.2	148	1020.5
23	16.0	59	406.8	104	717.1	149	1027.4
24	16.7	60	413.7	105	724.0	150	1034.3
25	17.4	61	420.6	106	730.9	151	1041.2
26	18.1	62	427.5	107	737.8	152	1048.1
27	18.8	63	434.4	108	744.7	153	1055.0
28	19.5	64	441.3	109	751.6	154	1061.9
29	20.2	65	448.2	110	758.5	155	1068.8
30	20.9	66	455.1	111	765.4	156	1075.7
31	21.6	67	462.0	112	772.3	157	1082.6
32	22.3	68	468.9	113	779.2	158	1089.5
33	23.0	69	475.8	114	786.1	159	1096.4
34	23.7	70	482.7	115	793.0	160	1103.3
35	24.4	71	489.6	116	800.0	161	1110.2
36	25.1	72	496.5	117	806.9	162	1117.1
37	25.8	73	503.4	118	813.8	163	1124.0
38	26.5	74	510.3	119	820.7	164	1130.9
39	27.2	75	517.2	120	827.6	165	1137.8
40	27.9	76	524.1	121	834.5	166	1144.7
41	28.6	77	531.0	122	841.4	167	1151.6
42	29.3	78	537.9	123	848.3	168	1158.5

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: PRESION

La unidad básica en la medición de la presión es exactamente la libra por pulgada cuadrada ( $l/pulg.^2$ ). La unidad métrica para la  $l/pulg.^2$  es el kilopascal (KPa).

Esto se aplica tanto a la presión en flujos de gases como a la del vapor en líquidos que se tratan de sistemas de presión, especificaciones sobre presiones en los aceites, presión en la bomba de combustible, etc.

Para convertir libras por pulgada cuadrada ( $l/pulg.^2$ ) en Kilopascals (KPa), multiplique el número de  $l/pulg.^2$  por 6.89.

$l/pulg.^2$	KPa	$l/pulg.^2$	KPa	$l/pulg.^2$	KPa	$l/pulg.^2$	KPa
172	1185.9	216	1493.3	260	1792.6	304	2096.0
173	1192.8	217	1496.2	261	1799.5	305	2102.9
174	1199.7	218	1503.1	262	1806.4	306	2109.8
175	1206.6	219	1510.0	263	1813.3	307	2116.7
176	1213.5	220	1516.8	264	1820.2	308	2123.6
177	1220.4	221	1523.7	265	1827.1	309	2130.5
178	1227.3	222	1530.6	266	1834.0	310	2137.4
179	1234.2	223	1537.5	267	1840.9	311	2144.3
180	1241.0	224	1544.4	268	1847.8	312	2151.2
181	1247.9	225	1551.3	269	1854.7	313	2158.1
182	1254.8	226	1558.2	270	1861.6	314	2165.0
183	1261.7	227	1565.1	271	1868.5	315	2171.9
184	1268.6	228	1572.0	272	1875.4	316	2178.8
185	1275.5	229	1578.9	273	1882.3	317	2185.7
186	1282.4	230	1585.8	274	1889.2	318	2192.6
187	1289.3	231	1592.7	275	1896.1	319	2199.5
188	1296.2	232	1599.6	276	1903.0	320	2206.4
189	1303.1	233	1606.5	277	1909.9	321	2213.3
190	1310.0	234	1613.4	278	1916.8	322	2220.2
191	1316.9	235	1620.3	279	1923.7	323	2227.1
192	1323.8	236	1627.2	280	1930.6	324	2234.0
193	1330.7	237	1634.1	281	1937.5	325	2240.9
194	1337.6	238	1641.0	282	1944.4	326	2247.8
195	1344.5	239	1647.9	283	1951.3	327	2254.7
196	1351.4	240	1654.8	284	1958.2	328	2261.6
197	1358.3	241	1661.7	285	1965.1	329	2268.5
198	1365.2	242	1668.6	286	1972.0	330	2275.4
199	1372.1	243	1675.5	287	1978.9	331	2282.3
200	1379.0	244	1682.4	288	1985.8	332	2289.2
201	1385.9	245	1689.3	289	1992.7	333	2296.1
202	1392.8	246	1696.2	290	1999.6	334	2303.0
203	1399.7	247	1703.1	291	2006.5	335	2309.9
204	1406.6	248	1709.9	292	2013.4	336	2316.8
205	1413.5	249	1716.8	293	2020.3	337	2323.7
206	1420.4	250	1723.7	294	2027.2	338	2330.6
207	1427.3	251	1730.6	295	2034.1	339	2337.5
208	1434.2	252	1737.5	296	2041.0	340	2344.4

COPIA CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONVERSION DEL SISTEMA BRITANICO AL METRICO: PAR DE TORSION

El par de torsión se expresa bien en pies-libra (pies-lb) o pulgadas-libra (pulg.-lb). La unidad de medida para el par en el sistema métrico es el newton-metro (Nm). Esta unidad se utilizará (Nm) para el par de motor en el sistema internacional SI, en el lugar de pies-lb y pulg.-lb.

libra	N-m	Pies-libra	N-m	Pies-libra	N-m	Pies-libra	N-m
0.1	33	44	74	100.3	115	159.3	
0.3	34	45.1	75	101.7	116	157.3	
0.4	35	47.4	76	103.0	117	155.5	
0.5	36	49.3	77	104.4	118	159.0	
0.7	37	51.7	78	105.8	119	161.5	
0.8	38	53.5	79	107.1	120	162.7	
1.0	39	57.9	80	108.5	121	164.0	
1.1	40	54.2	81	109.8	122	165.4	
1.2	41	55.5	82	111.2	123	165.8	
1.3	42	56.9	83	112.5	124	168.1	
2.7	43	58.3	84	113.9	125	163.5	
4.1	44	59.7	85	115.2	126	173.8	
5.4	45	61.9	86	116.6	127	172.2	
6.8	46	63.4	87	118.0	128	173.5	
8.1	47	63.7	88	119.3	129	174.9	
9.5	48	65.1	89	120.7	130	175.2	
10.8	49	66.4	90	122.0	131	177.6	
12.2	50	67.8	91	123.4	132	179.0	
13.6	51	69.2	92	124.7	133	180.3	
14.9	52	70.5	93	126.1	134	181.7	
16.3	53	71.9	94	127.4	135	183.0	
17.6	54	72.2	95	128.8	136	184.4	
18.9	55	74.5	96	130.2	137	185.7	
20.3	56	75.9	97	131.5	138	187.1	
21.7	57	77.3	98	132.9	139	188.5	
23.0	58	78.6	99	134.2	140	189.8	
24.4	59	80.0	100	135.6	141	191.2	
25.8	60	81.4	101	136.9	142	192.5	
27.1	61	82.7	102	138.3	143	193.9	
28.5	62	84.1	103	139.6	144	195.2	
29.8	63	85.4	104	141.0	145	196.6	
31.2	64	86.8	105	142.4	146	198.0	
32.5	65	88.1	106	143.7	147	199.3	
33.9	66	89.5	107	145.1	148	200.7	
35.2	67	90.8	108	146.4	149	202.0	
36.6	68	92.2	109	147.8	150	203.4	
38.0	69	93.6	110	149.1	151	204.7	
39.3	70	94.9	111	150.5	152	206.1	
40.7	71	96.3	112	151.8	153	207.4	
42.0	72	97.6	113	153.2	154	208.8	
43.4	73	99.0	114	154.6	155	210.7	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ANEXO 2**

**ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS Y TORQUE DE  
TORNILLOS**

# ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR SOBRE EL PAR Y GRABADO DE CABEZAS DE TORNILLO

metro de grado  
SAE

1 6 2

5

6 6 7

8

Forma de tornillo o de los o ranuras												
Uso	Utilizado con frecuencia	Utilizado con frecuencia	Utilizado a veces	Utilizado a veces								
Acabado del material	Indeterminado	Comercial de grado medio	Comercial de grado medio	Comercial de muy buena calidad								
Capacidad máxima del cuerpo	Par de torsión		Par de torsión	Par de torsión								
	Pies	Libras	Pies	Pies	Libras							
1/4-20	5	0.5915	6.7771	8	1.1054	10.8485	10	1.3630	13.5582	12	1.6550	16.2536
-28	6	0.8259	8.1344	10	1.3050	13.5582				14	1.9352	18.9815
1/2-18	11	1.5213	14.9149	17	2.3511	21.0439	19	2.6277	25.7605	24	3.3152	32.5356
-24	13	1.7979	17.6226	19	2.6277	25.7625				27	3.7341	35.6071
3/8-16	18	2.4894	24.4947	31	4.2973	42.0524	34	4.7022	46.0978	44	6.0452	59.6569
-24	20	2.7660	27.1164	35	4.8495	47.4538				49	6.7767	66.4351
1/2-14	28	3.8132	37.9629	49	6.7767	66.4351	55	7.6055	74.5700	70	10.8110	105.9573
-20	30	4.1450	40.6745	55	7.6055	74.5700				78	10.7874	105.7528
1/2-13	39	5.3037	52.8769	75	10.3725	101.6893	85	11.7555	115.2445	105	14.5215	142.3629
-20	41	5.6703	55.5885	85	11.7555	115.2445				120	16.5660	162.6560
5/8-12	51	7.0533	69.1467	110	15.2130	149.1380	120	16.5660	162.6960	155	21.4365	210.1459
-18	55	7.6055	74.5700	120	16.5660	162.6560				170	23.5110	230.4850
5/8-11	83	11.4789	112.5329	150	20.7450	203.3760	167	23.0561	226.4186	210	29.1130	284.7160
-18	95	13.1385	128.8027	170	23.5110	230.4860				240	31.9270	325.2929
3/4-10	105	14.5215	142.3699	270	37.3410	366.0660	280	38.7240	379.6240	375	51.8625	508.4250
-16	115	15.9045	155.9170	295	40.7935	399.9610				420	56.0860	568.4360
7/8-9	160	22.1280	216.9776	395	54.6785	535.9410	440	63.8520	595.5520	605	53.5715	820.2550
-14	175	24.2955	237.2662	435	60.1695	589.7730				675	61.3525	915.1660
1-8	236	32.5005	318.6130	590	81.5970	799.9220	660	91.2780	894.8280	910	125.8530	1233.7780
-14	250	34.5750	338.9500	660	91.2780	849.8280				990	155.3170	1347.2420

## Pernos métricos

Descripción

Par de torsión Pies / libras (Nm)

Clase para fines generales  
tamaño por paso (mm)

Señal en la cabeza 4

Señal de la cabeza 7

6 x 1.0	2.2 a 2.9	(1.0 a 1.3)	3.6 a 5.6	(1.9 a 7.8)
8 x 1.25	5.1 a 5.7	(2.3 a 2.7)	5.1 a 11.1	(2.3 a 1.9)
10 x 1.25	11.1 a 12.7	(5.0 a 5.7)	20 a 29	(9.1 a 1.9)
12 x 1.25	21.1 a 23	(9.9 a 10.3)	35 a 55	(15.7 a 7.2)
14 x 1.5	35 a 42	(15.8 a 17.0)	57 a 85	(27.1 a 11.0)
16 x 1.5	51 a 57	(23.1 a 26.0)	90 a 120	(41.0 a 16.0)
18 x 1.5	74 a 110	(33.0 a 15.0)	130 a 170	(130 a 23.0)
20 x 1.5	110 a 140	(49.0 a 17.0)	90 a 240	(160 a 37.0)
22 x 1.5	150 a 190	(68.0 a 26.0)	250 a 320	(340 a 43.0)
24 x 1.5	190 a 240	(86.0 a 32.0)	310 a 410	(420 a 55.0)

CAUCION: En los pernos roscados de aluminio, no es necesario un par tan elevado.

201

ANEXO 2

TAÑOS DE BROCA

TAMAÑO EQUIVALENTE EN DECIMAL DE LAS BROCAS

ES BRUTOS O

Filetes por pulgada	Utilice el número de broca
40	39
32	35
32	29
24	25
24	17
20	8
18	F
16	5/16
14	U
13	27/64
12	31/64
11	17/32
10	21/32
9	43/64
8	7/8
7	63/64
7	1 7/64
6	1 11/32

S FINOS O S.A.E.

Filetes por pulgada	Utilice el número de broca
44	37
40	33
36	29
32	21
28	15
20	3
24	1
24	Q
20	W
20	29/64
18	33/64
18	37/64
16	11/16
14	13/16
12	1 3/64
12	1 11/64
12	1 27/64

N° de Broca	Equivalente decimal	N° de Broca	Equivalente decimal	N° de Broca	Equivalente decimal
80	.0135	53	.0595	26	.1470
79	.0145	52	.0635	25	.1495
78	.0160	51	.0670	24	.1520
77	.0180	50	.0700	23	.1540
76	.0200	49	.0730	22	.1570
75	.0210	48	.0750	21	.1590
74	.0225	47	.0785	20	.1610
73	.0240	46	.0810	19	.1660
72	.0250	45	.0820	18	.1695
71	.0260	44	.0850	17	.1730
70	.0290	43	.0890	16	.1770
69	.0292	42	.0935	15	.1800
68	.0310	41	.0950	14	.1820
67	.0320	40	.0990	13	.1850
66	.0320	39	.0995	12	.1890
65	.0320	38	.1015	11	.1910
64	.0320	37	.1040	10	.1935
63	.0375	36	.1055	9	.1960
62	.0390	35	.1100	8	.1990
61	.0390	34	.1110	7	.2010
60	.0400	33	.1120	6	.2040
59	.0410	32	.1160	5	.2055
58	.0420	31	.1250	4	.2090
57	.0430	30	.1235	3	.2130
56	.0425	29	.1255	2	.2210
55	.0520	28	.1425	1	.2280
54	.0550	27	.1440		

TAMAÑO EQUIVALENTE DECIMAL DE LAS BROCAS PARA LETRAS

Broca de letra	Equivalente decimal	Broca de letra	Equivalente decimal	Broca de letra	Equivalente decimal
A	.271	J	.577	S	.348
B	.271	K	.281	T	.359
C	.240	L	.290	U	.363
D	.245	M	.295	V	.377
E	.250	N	.302	W	.386
F	.257	O	.316	X	.397
G	.261	P	.323	Y	.404
H	.265	Q	.322	Z	.413
I	.272	R	.335		

## EQUIVALENTE DECIMAL DE LAS FRACCIONES CORRIENTES

..... = .0156	21/64 ..... = .3281	43/64 ..... = .6719
1/32 ..... = .0313	11/32 ..... = .3438	11/16 ..... = .6875
..... = .0469	23/64 ..... = .3594	45/64 ..... = .7031
1/16 = .0625	3/8 = .3750	23/32 ..... = .7188
..... = .0781	25/64 ..... = .3906	47/64 ..... = .7344
3/32 ..... = .0938	13/32 ..... = .4063	3/4 ..... = .7500
..... = .1094	27/64 ..... = .4219	49/64 ..... = .7656
1/8 = .1250	7/16 = .4375	25/32 ..... = .7813
..... = .1406	29/64 ..... = .4531	51/64 ..... = .7969
5/32 ..... = .1563	15/32 ..... = .4688	13/16 ..... = .8125
..... = .1719	31/64 ..... = .4844	53/64 ..... = .8281
3/16 = .1875	1/2 = .5000	27/32 ..... = .8438
..... = .2031	33/64 ..... = .5156	55/64 ..... = .8594
7/32 ..... = .2188	17/32 ..... = .5313	7/8 = .8750
..... = .2344	35/64 ..... = .5469	57/64 ..... = .8906
1/4 = .2500	9/16 = .5625	23/32 ..... = .9063
..... = .2656	37/64 ..... = .5781	59/64 ..... = .9219
9/32 ..... = .2813	19/32 ..... = .5938	15/16 ..... = .9375
..... = .2969	39/64 ..... = .6094	61/64 ..... = .9531
5/16 = .3125	5/8 = .6250	31/32 ..... = .9688
	41/64 ..... = .6406	63/64 ..... = .9844
	21/32 ..... = .6563	

## ANEXO 3

### CÓDIGOS DE FALLAS

- A) GM.
- B) FORD
- C) CHRYSLER
- D) NISSAN
- E) VOLKSWAGWEN

## CÓDIGO DE FALLA GM OBD II

### Código Descripción del código

- 12 No reference pulses to Electronic Control Module (ECM)
- 13 Oxygen (O2) Sensor - signal stays low ("lean") during warm engine cruise
- 14 Coolant Temperature Sensor (CTS) - signal voltage is low
- 15 Coolant Temperature Sensor (CTS) - signal voltage is high
- 16 High battery voltage Direct Ignition System (DIS) fault - line open or shorted to ground
- 17 RPM signal problem
  - 21 Throttle Position Sensor (TPS) - signal voltage is high during engine idle or deceleration
  - 22 Throttle Position Sensor (TPS) - signal voltage is low during engine idle Fuel cutoff relay circuit - open or shorted to ground
- 23 Manifold Air Temperature (MAT) Sensor - signal voltage is low Throttle Position Sensor (TPS) error
- 24 Vehicle Speed Sensor (VSS) - signal is constant (no pulsing) during engine deceleration
- 25 Manifold Air Temperature (MAT) Sensor - signal voltage is low Vacuum Switching Valve Circuit open or shorted to ground ATS Sensor - signal voltage is high
- 26 Quad driver module
- 27 2nd gear switch
- 28 3rd gear switch
- 29 4th gear switch
- 31
  - Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor - signal voltage is low Fuel injector Park or Neutral switch CAM diagnostic Governor Malfunction Wastegate overboost Wastegate Electrical Signal - open or shorted to ground
- 32 Barometric Pressure (BARO) Sensor circuit failure Exhaust Gas Recirculation (EGR) valve diagnostic switch - closed during engine startup or open when EGR flow requested by ECM EGR/EVRV (Electronic Vacuum Regulator Valve)
- 33 Mass Air Flow (MAF) Sensor - signal voltage or frequency is high during engine idle Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor - signal voltage is high during idle [Note: Engine mis-fire or unstable idle may cause this code]
- 34 Mass Air Flow (MAF) Sensor - signal voltage or frequency is low during engine cruise Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor - signal voltage is low during ignition on
- 35 Idle Air Control (IAC) system problem - can not set desired RPM

- 36 Mass Air Flow (MAF) Sensor - burn off circuit problem Transmission shift problem Direct Ignition System (DIS) fault - extra or missing pulses in Electronic Spark Timing (EST) signal
- 38 Brake switch circuit failure
- 39 Torque Converter Clutch (TCC) circuit fault
- 41 Cam Sensor (CAM) failure Cylinder Select Error Tach Input Error - no reference pulses during engine run
- 42 Electronic Spark Timing (EST) circuit - open or shorted to ground during engine run Direct Ignition System (DIS) fault - bypass circuit open or shorted ground during engine run Fuel Cutoff Relay Circuit - open or shorted to ground
- 43 Electronic Spark Timing (EST) Circuit - low voltage detected
- 44 Lean exhaust indication - Oxygen (O2) Sensor voltage stays low after on or two minutes of engine run
- 45 Rich exhaust indication - Oxygen (O2) Sensor voltage stays high after one minute of engine run
- 46 Vehicle Anti-Theft System (VATS) failure Power Steering Switch failure
- 47 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problems - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter(UART) link
- 48 Misfire
- 49 Vacuum leak
- 51 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problems - Programmable Read-OnlyMemory (PROM) Checksum errors
- 52 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problems - fuel calpac missing, analog todigital converter (A/D) error quad driver module (QDM) fault Oil Temperature Sensor - signal voltage is low
- 53 Over voltage condition Exhaust Gas Recirculation (EGR) Voltage reference error Vehicle Anti-Theft System (VATS) problems
- 54 Low fuel pump voltage Fuel pump relay Quad Driver Module (QDM) output failure
- 55 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problems - ECM failure, Serial Bus error, SAD error Fuel lean malfunction
- 56 Corrosivity/add coolant Port Throttle System Vacuum Sensor problems
- 58 Vehicle Anti-Theft System (VATS) problem
- 61 Oxygen (O2) Sensor degraded Port Throttle System error Cruise control problems - vent solenoid circuit
- 62 Gear switch input diagnostics Oil Temperature Sensor - signal voltage is high Cruise Control Problems - vacuum solenoid circuit
- 63 Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor - signal voltage is high Small EGR failure Right Oxygen (O2) Sensor failure
- 64 Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor - signal voltage is low Medium EGR failure Right Oxygen (O2) Sensor - lean condition indicated
- 65 Large EGR failure Injector Peak/hold Diagnostic Right Oxygen (O2) Sensor - rich condition indicated Cruise Control Position Sensor Problem

- 66 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problem - internal reset occurred
- 67 Cruise Control - switch circuit problems
- 68 Cruise Control - system circuit problems
- 69 Air Conditioner Pressure Switch - circuit problems
- 88 Electronic Control Module (ECM) computer circuit problem - internal reset occurred

Códigos FORD Dos-Dígitos, A>

Dos-Dígitos, A códigos sistemas EEC Modelos 1989-1991

Code	Description
11	No problems found in this portion of the test
12	Cannot control RPM during self-test high RPM check. Suspect throttle body coking.
13	Cannot control RPM during self-test low RPM check. Suspect idle bypass valve problems.
14	PIP circuit failure. Suspect PIP sensor or TFI module, or grounding or interference problems at the TFI module.
15	ECA ROM test failure.
18	SPOUT circuit open.
19	CID circuit failed.
21	ECT out of self-test range.
22	BP out of self-test range.
23	Throttle position (TP) sensor out of self-test range.
24	Air charge temperature (ACT) sensor out of self-test range.
25	Knock sensor (KS) not sensed during dynamic response test.
28	Mass air flow (MAF) sensor out of self-test range.
29	Insufficient input from vehicle speed sensor (VSS).
31	Pressure feedback EGR (PFE) circuit below minimum voltage.
32	PFE circuit voltage low.
33	EGR valve opening not detected.
34	PFE sensor voltage out of range.
35	PFE circuit above maximum voltage.
41	HEGO sensor circuit indicates system lean (rear).
42	HEGO sensor circuit indicates system rich (rear).
45	Coil 1 primary circuit failure.
46	Coil 2 primary circuit failure.
48	Coil 3 primary circuit failure.
49	SPOUT signal defaulted to 10 degrees BTDC; SPOUT circuit open.
51	ECT sensor indicates -40degF; circuit open. Suspect possible shorted ECT, harness.
52	PSPS (Power Steering Pressure Switch) circuit did not change states
53	TP circuit above maximum voltage. Suspect shorted TP sensor, harness.

- 54 ACT (Air Charge Temperature) indicated - 40degF; circuit open. Suspect shorted sensor, harness.
- 56 MAF sensor input greater than maximum voltage.
- 59 Low speed fuel pump circuit open (battery to ECA).
- 61 ECT indicated 254degF; circuit grounded.
- 63 TP circuit below minimum voltage. Suspect open TP sensor, harness.
- 64 ACT indicated 254degF; circuit grounded.
- 66 MAF sensor input is less than minimum voltage.
- 67 '89: NPS circuit open; A/C input high.  
'90-91: NPS circuit closed; A/C on.
- 72 '89: Insufficient BP output change during dynamic response test.  
'90-91: Insufficient MAF output change during dynamic response test.
- 73 Insufficient TP output change during dynamic response test. Rerun test, goose it harder.
- 74 BOO (brake on/off) circuit failure during dynamic response test.
- 75 BOO switch always closed.
- 77 Brief WOT not sensed during self test, operator error. Rerun test, goose it harder. If this code is received during cylinder balance test, then a TP change was detected- rerun test, making sure not to disturb the throttle as it is running.
- 79 A/C or defroster on during KOEO.
- 81 '89: Insufficient IAS output voltage change when solenoid activated.  
'90-91: IAS circuit failure.
- 82 SCVAC (Speed Control Vacuum) circuit failure (IVSC test).
- 83 '89: Low speed fuel pump relay circuit open.  
'90-91: Low speed primary fuel pump circuit failure.
- 84 EVR circuit failure.
- 85 CANP (Canister Purge) circuit failure.
- 87 FP primary circuit failure. Suspect inertia switch, fusible link, FP relay.
- 88 EDF circuit failure.
- 91 '89: HEGO sensor circuit indicates system lean (front).  
'90-91: No HEGO switching detected (front).
- 92 HEGO sensor circuit indicates system rich (front).
- 95 Fuel pump secondary circuit failure.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

96 High speed fuel pump relay circuit open.

98 Hard fault present. The PCM is running in FMEM (Failure Effects Management Mode), so something is royally screwed up that the KOEO test should have told you about. Rerun KOEO and fix whatever you find there.

## Codigos de falla Chrysler

Code	Descripcion
11*	
12*	No crank reference signal detected during engine cranking.
13**	Direct battery input to PCM was disconnected within the last 50 key-on cycles.
14**	No difference recognized between the engine MAP reading and the barometric (atmosphereic MAP sensor input below minimum acceptable voltage. or
15**	MAP sensor input above maximum acceptable voltage.
17*	No vehicle distance (speed) sensor signal detected during road load conditions.
21**	Engine coolant temperature remains below normal operating temperatures during vehicle trav. Neither rich nor lean condition detected from the oxygen sensor input. or
22**	Oxygen sensor input voltage maintained above the normal operating range. Engine coolant temperature sensor input above maximum acceptable voltage. or
23**	Engine coolant temperature sensor input below minimum acceptable voltage. Intake manifold air temperature sensor input above maximum acceptable voltage. or
24**	Intake manifold air temperature sensor input below minimum acceptable voltage. Throttle position sensor input above maximum acceptable voltage. or
25**	Throttle position sensor input below minimum acceptable voltage.
27*	A shorted condition detected in one or more of the idle air control motor circuits. Injector #1 output driver does not respond property to the control signal. or Injector #2 output driver does not respond property to the control signal. or Injector #3 output driver does not respond property to the control signal. or Injector #4 output driver does not respond property to the control signal. or Injector #5 output driver does not respond property to the control signal. or
33*	Injector #6 output driver does not respond property to the control signal.
34*	An open or shorted condition detected in the A/C clutch relay circuit. An open or shorted condition detected in the speed control vacuum or vent solenoid ci or

Speed control switch input below the minimum acceptable voltage.  
or

Speed control switch input above the maximum acceptable voltage.

35\*

41\*

An open or shorted condition detected in the radiator fan relay circuit.

42\*

An open or shorted condition detected in the generator field control circuit.

44\*

An open or shorted condition detected in the auto shutdown relay circuit.

46\*\*

An open or shorted condition exists in the engine coolant temperature sensor circuit or a problem exists in the PCM's battery temperature voltage circuit.

47\*\*

Battery voltage sense input above target charging voltage during engine operation.

51\*\*

Battery voltage sense input below target charging voltage during engine operation. Also, no significant change detected in battery voltage during active test of generator output.

52\*\*

Oxygen sensor signal input indicates lean air/fuel ratio condition during engine operation.

53\*

Oxygen sensor signal input indicates rich air/fuel ratio condition during engine operation.

54\*

PCM internal fault condition detected.

55\*

No fuel sync (camshaft signal) detected during engine cranking.

62\*

Completion of diagnostic trouble code display on the malfunction indicator lamp (check engine light).

63\*

Unsuccessful attempt to update SRI (service reminder indicator) miles in the PCM EEPROM. Unsuccessful attempt to write to an EEPROM location by the PCM.

## **CÓDIGOS DE FALLA DE LAS UNIDADES NISSAN**

### **CODIGO DESCRIPCION**

- 11 SENSOR DE ANGULO DE GIRO DEL CIGÜEÑAL
- 11 SENSOR DE POSICION DEL ARBOL DE LEVAS ( UNIDADES NUEVAS )
- 12 SENSOR DE FLUJO DE MASA DE AIRE ( MAF)
- 13 SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR ( E.C.T. )
- 14 SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHICULO ( V.S.S )
- 21 SISTEMA DE ENCENDIDO
- 22 CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE
- 25 VALVULA AUXILIAR DE CONTROL DE AIRE ( A.A.C )
- 28 SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR
- 31 COMPUTADORA EN MAL ESTADO
- 32 SISTEMA DE RECIRCULACION DE GAS DE ESCAPE ( E.G.R )
- 33 SENSOR DE GAS DE ESCAPE (SENSOR DE OXIGENO )
- 34 SENSOR DE CASCABELEO ( K.S. )
- 35 SENSOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA DE AIRE ( IAT )
- 43 SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION ( TPS )
- 44 TODO EL SISTEMA FUNCIONA CORRECTAMENTE
- 45 FUGA EN INYECTORES
- 51 CIRCUITO ABIERTO EN INYECTOR
- 55 TODO EL SISTEMA FUNCIONA CORRECTAMENTE

NOTA : CADA DESTELLO DEL LED ROJO ES UNA DECENA O CENTENA Y  
CADA DESTELLO VERDE  
ES UNA UNIDAD.

**Códigos Volkswagen**

**Sistema Digifant dos**

Código	Circuito	Causa probable
2142	Sensor de detonación o Circuito	Sensor defectuoso o circuito
2232	Potenciometro del sensor del flujo del aire circuito	Potenciometro defectuoso o
2312	Sensor de la temperatura del anticongelante	Sensor defectuoso o circuito
2322	Sensor de la temperatura del aire circuito de entrada circuito	Sensor defectuoso o
2342	Sensor de oxigeno	Sensor defectuoso o circuito
4444	Sistema OK	Ningún códigos almacenado
0000	Final de la sucesión	Todos los códigos de fracaso se han mostrado

**Sistema CIS - E Motronic**

Código	Localidad o descripción de la falla	Causa probable
2141	Sensor de detonación 1	a) Detonación del motor, b) Combustible con el octano incorrecto, c) Escudo protector del tiempo de la ignición dañado en el alambrado del sensor de detonación, d) Escudo protector dañado en el alambrado del sensor de detonación
2142	Sensor de detonación	a) Apertura o corto en el alambrado del circuito del sensor de detonación, b) Sensor de detonación defectuoso. c) Unidad de control defectuosa
2144	Sensor de detonación 2	a) Apertura o circuito abierto en el alambrado del sensor de detonación, b) Sensor de detonación defectuoso, c) Unidad de control defectuosa

L ~

**Código I**

Código I	Localidad o descripción de la falla	Causa probable
2231	EI sistema de marcha mínima a excedido el rango adaptivo	a) El ajuste básico de la válvula del estabilizar la acelerador incorrecto, b) Ignición inconecta

- |      |  |   |
|------|--|---|
| 2232 | Potenciómetro del sensor el flujo de aire        | c) Sistema de control de las emisiones evaporativas defectuoso<br>a) Circuito abierto o corto a tierra<br>b) Potenciómetro defectuoso   |
| 2312 | Sensor de la temperatura del anticongelante      | a) Sensor defectuoso<br>b) Circuito abierto o corto a tierra  |
| 2341 | El control de oxígeno excedió el rango           | a) La mezcla del (% da (70) incorrectamente ajustada<br>b) Alambreado del sensor<br>c) Válvula de arranque en frío tiene fugas.<br>d) Sistema de control de las emisiones de evaporación defectuoso |
| 2342 | sistema del sensor de oxígeno (señal defectuosa) | a) Circuito abierto.<br>b) Sensor de oxígeno defectuoso<br>c) Marcha mínima incorrecta,   |

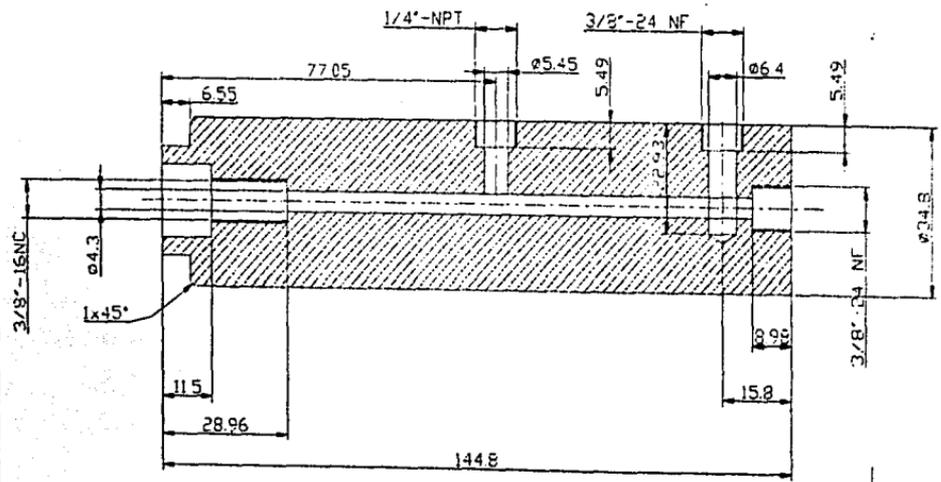
**ANEXO 4**

**TABLA DE PRESIONES Y DIBUJOS DE DISEÑO**

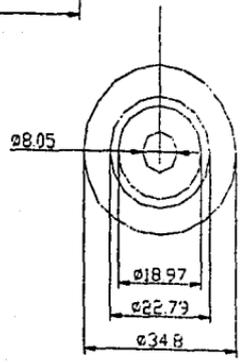
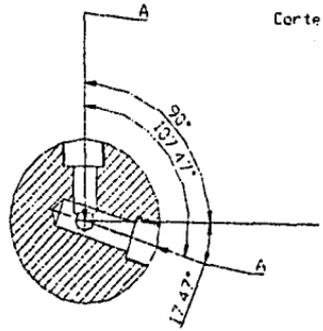
**TABALA DE PRESIONES DE TRABAJO Y LIMPIEZA**

MARCA	SISTEMA	PRESIÓN DE TRABAJO	PRESIÓN DE LIMPIEZA
FORD	ECC-IV	35-40 PSI	40 PSI
GM	EMPI-EFI	35-45 PSI	40 PSI
CHRYSLER	MFI	35-40 PSI	45 PSI
NISSAN	E-16(MOTORES)	40 PSI	37-42 PSI
VOLKSWAGEN	BOSH, CIS	40 PSI (CIS 55- 60 PSI)	40 PSI (CIS 60 PSI)

La presión de limpieza no deberá excederse ya que esto podría ocasionar accidentes.



Corte A-A'



Vista Frontal

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

cuero principal

ACOT: mm

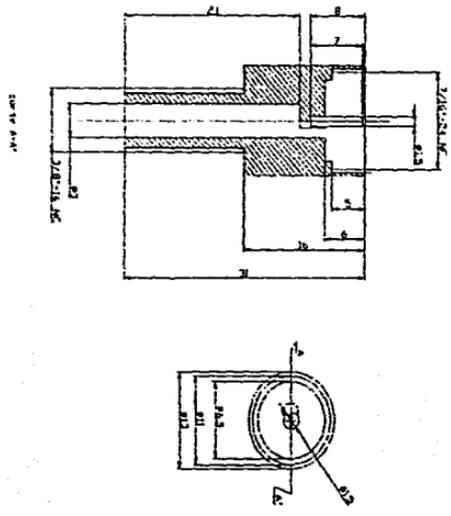
ESC: 1:1

RICARDO LÓPEZ J.

30-ABRIL-2002

ANEXO 4 216

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

ACOT: mm	INSERTO ADAPTADOR	RICARDO LÓPEZ J.
ESC 1:3	<del>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO</del>	30-ABRIL-2002

## **BIBLIOGRAFÍA**

**LIBRO**

**AUTOR**

**EDITORIAL**

1. Códigos automotrices de la computadora  
Techbooks  
Maddox, Robert  
Ed. Haynes, 2000
2. Dibujo técnico industrial  
Caidero barquin, fco.  
Ed. Porrúa, 1996
3. Diseño en ingeniería mecánica  
Shigley, Joseph Edward  
Ed. Prentice-hall, 1985
4. Manual de sistemasFuel injection  
Vega Ruiz, Francisco  
Ed. Diana, 1998
5. Manual de fuel injection  
Bosh, tomo II  
Watson, Ben  
Ed. Prentice hall, 1992
6. Otc, manual del usuario  
Chacon paz, miguel  
Ed. Pathfinder, , 1997
7. Mecánica popular  
Volumen 51,/3 p.p. 46-50  
Ed. Televisa, 1993
8. Ibidem  
Volumen 53/5, p.p. 25-28  
Ed. Televisa, 1995
9. Ibidem  
Volumen 55/7, p.p. 93-97

Ed. Televisa, 1997

10. Materiales para la ingeniería  
Lawrence h, von vlack  
Ed, CECSA, 1998
11. Manual de reparaciones y afinación  
Groves, Richard  
Ed. Limusa, 1998
12. Norma NMX-CC-003-1995 IMNC
13. Street rodder  
Mc Mullen & gee publisher.  
Ed. Prentice hall, 1994
14. Tecnología mecánica  
Tomo II  
Dickson, William  
Ed. Meverte Mexicana, 1983
15. Manual de diseño de ingeniería  
Tomo II  
Angeles, Omar  
Ed, Mc Mullen & gee publisher, 2000

#### FUENTES EN INTERNET

<http://www.redtecnicaautomotriz.com>

<http://www.netcar.com.mx>

<http://www.bosch.com>