



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**GUÍA DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN  
INTERNA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**LEONARDO GONZÁLEZ TAHUITE**

**Asesorado por Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres**

**Guatemala, agosto de 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**GUÍA DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA  
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LEONARDO GONZÁLEZ TAHUITE**

Asesorado por Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Al conferírsele el título de

**INGENIERO MECÁNICO**

Guatemala, agosto 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **GUÍA DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 22 de septiembre de 2004.

**Leonardo González Tahuite**

Guatemala, agosto de 2005

## “ACTO QUE DEDICO”

**A:**

**DIOS** Por ser mi guía, mi amigo, mi compañero, mi maestro, al iluminar mi camino para alcanzar este triunfo.

**MIS ABUELOS** Matías González, Petronila Cotzajay, Jorge Tahuite (QEPD) y Patrocinia Gómez, por su cariño.

**MIS PADRES** Bonifacio González Cotzajay y Bartola Tahuite Gómez, por el amor, apoyo y confianza que han brindado a mi vida. Gracias.

**MI HERMANO** Alfredo Dario, con cariño y agradecimiento por su apoyo.

**MI FAMILIA EN GENERAL**

**MIS AMIGOS (AS)** Por su amistad, cariño, respeto y apoyo.

**USTEDES** Que me acompañan en este acontecimiento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

En especial a Dios nuestro Señor, por prestarme el don de la vida y permitirme estar culminando una meta de mi vida. Al Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres, por la asesoría prestada en la realización del presente trabajo. A la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad de realizar el estudio de trabajo de graduación en sus instalaciones. A mis padres, por darme la vida, por su valioso esfuerzo, realizado durante toda mi carrera. Un agradecimiento especial a mi hermano Alfredo Dario, por su apoyo brindado durante estos años, a mi comunidad Sagrado Corazón de Jesús por su apoyo incondicional. A todos mis amigos en especial a José Arnulfo Caracún, Héctor Citalán y Gerson López, por sus valiosos consejos. Y a todas aquellas personas que han sido fuente de inspiración para culminar mi carrera. Gracias a todos.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	XI
<b>GLOSARIO</b> .....	XIII
<b>RESUMEN</b> .....	XV
<b>OBJETIVOS</b> .....	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XIX

### **1. ¿QUÉ ES EL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA?**

1.1 Objetivo .....	1
1.2 Definición del laboratorio de motores de combustión interna.....	1
1.3 Seguridad e higiene industrial.....	2
1.3.1 Seguridad en el laboratorio.....	3
1.3.2 Señalización.....	4
1.3.3. Protección en el laboratorio.....	5
1.3.4 Prevención de incendios.....	6
1.4 Equipo y herramienta.....	7
1.4.1 Equipo especial.....	7
1.4.2 Herramienta.....	8

### **2. DEFINICIÓN DE PARTES Y COMPONENTES QUE CONFORMAN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

2.1 Objetivo.....	11
2.2 Conceptos fundamentales.....	11
2.2.1 Motor de combustión interna.....	11
2.2.2 Culata.....	12
2.2.2.1 Construcción.....	12

2.2.2.2 Partes que conforman la culata.....	12
2.2.3 Eje de levas.....	14
2.2.3.1 Construcción.....	14
2.2.4 Bloque de cilindros.....	14
2.2.4.1 Construcción.....	15
2.2.5 Pistón.....	15
2.2.5.1 Construcción.....	15
2.2.6 Anillos.....	15
2.2.6.1 Construcción.....	15
2.2.7 Biela.....	16
2.2.7.1 Construcción.....	16
2.2.8 Pasador o bulón.....	16
2.2.8.1 Construcción.....	16
2.2.9 Cigüeñal.....	17
2.2.9.1 Construcción.....	17
2.2.10 Cojinetes.....	17
2.2.10.1 Construcción.....	17
2.2.11 Sistema de distribución.....	18
2.2.12 Sistema de lubricación.....	18
2.2.13 Sistema de enfriamiento.....	22
2.2.13.1 Sistema de enfriamiento por líquido.....	24
2.2.13.2 Sistema de enfriamiento por aire.....	25
2.2.14 Sistema de inyección y alimentación de combustible para los motores Diesel.....	26
2.2.14.1 Sistema convencional.....	27
2.2.14.2 Sistema de alimentación y de inyección electrónica diesel.....	32
2.2.15 Sistema de alimentación de combustible para los motores gasolina.....	36
2.2.15.1 Sistema carburado o de admisión natural.....	38
2.2.15.2 Sistema de inyección electrónica.....	39

2.2.16 Sistema de encendido.....	46
2.2.16.1 Sistema convencional.....	47
2.2.16.2 Sistema transistorizado.....	48
2.2.16.2.1 Inductivo.....	49
2.2.16.2.2 Efecto Hall.....	49
2.2.16.2.3 Encendido electrónico integral.....	51
2.2.16.2.4 Encendido electrónico por descarga de condensador.....	52
2.2.16.2.5 Sistema de encendido DIS.....	52
2.2.17 Sistema de arranque para motores de combustión interna.....	54
2.2.18 Sistema de carga para los motores de combustión interna.....	57

### **3. PRÁCTICAS A EFECTUARSE EN EL LABORATORIO**

3.1 Práctica No. 1. “Seguridad en equipo y herramienta”.....	61
3.1.1 Objetivo.....	61
3.1.2 Lista de materiales a utilizar.....	61
3.1.3 Procedimiento.....	61
3.2 Práctica No. 2. “Diferencias entre un motor Otto y un Diesel”.....	64
3.2.1 Objetivo.....	64
3.2.2 Lista de materiales a utilizar.....	64
3.2.3 Procedimiento.....	64
3.3 Práctica No. 3. “Verificación de la condición mecánica de un motor de combustión interna”.....	65
3.3.1 Objetivo.....	65
3.3.2 Lista de materiales a utilizar.....	65
3.3.3 Procedimiento.....	65
3.4 Práctica No. 4. “Desarmado e inspección del motor”.....	72
3.4.1 Objetivo.....	72
3.4.2 Lista de materiales.....	72
3.4.3 Procedimiento.....	73

3.5 Práctica No. 5. “Medición de ajustes y armado del motor” .....	77
3.5.1 Objetivo.....	77
3.5.2 Lista de materiales a utilizar.....	77
3.5.3 Procedimiento.....	78
3.6 Práctica No. 6. “Puesta en marcha del motor” .....	82
3.6.1 Objetivo.....	82
3.6.2 Lista de materiales a utilizar.....	82
3.6.3 Procedimiento.....	82
3.7 Práctica No. 7. “Afinación del motor” .....	84
3.7.1 Objetivo.....	84
3.7.2 Lista de materiales a utilizar.....	84
3.7.3 Procedimiento.....	84
3.8 Práctica No. 8. “Elaboración de cartas de afinación” .....	87
3.8.1 Objetivo.....	87
3.8.2 Lista de materiales a utilizar.....	87
3.8.3 Procedimiento.....	87
3.9 Práctica No. 9. “Diagnóstico de fallas” .....	89
3.9.1 Objetivo.....	89
3.9.2 Lista de materiales a utilizar.....	89
3.9.3 Procedimiento.....	89
3.10 Práctica No. 10. “Control de emisión de gases para diesel y gasolina” .....	92
3.10.1 Objetivo.....	92
3.10.2 Lista de materiales a utilizar.....	92
3.10.3 Procedimiento.....	92
3.11 Práctica No. 11. “Diagnósticar un sistema de inyección a gasolina” .....	98
3.11.1 Objetivo.....	98
3.11.2 Lista de materiales a utilizar.....	98
3.11.3 Procedimiento.....	98
3.12 Práctica No. 12. “Turbo-Compresor” .....	102

3.12.1	Objetivo.....	102
3.12.2	Lista de materiales a utilizar.....	102
3.12.3	Procedimiento.....	103
3.13	Práctica No. 13. “Potencia y par motor”.....	106
3.13.1	Objetivo.....	106
3.13.2	Lista de materiales a utilizar.....	106
3.13.3	Procedimiento.....	106
<b>4.</b>	<b>FASE DE ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA DE LABORATORIO</b>	
4.1	Fase inicial de estudio del laboratorio.....	111
4.2	Análisis general del laboratorio de motores.....	118
4.3	Implementación de las guías de laboratorio.....	118
4.4	Fase final del estudio del laboratorio.....	119
4.5	Estudio de productividad del laboratorio.....	124
4.6	Análisis de resultados.....	125
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>129</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>131</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>133</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Riesgo profesional.....	2
2.	Accidente.....	3
3.	Descolgar el extintor.....	6
4.	Tirar de la anilla y apagar el fuego.....	7
5.	Culatas.....	12
6.	Guía de válvulas.....	13
7.	Eje de levas.....	14
8.	Bloque de cilindros.....	14
9.	Detalles de los segmentos y el pistón.....	16
10.	Sistema de distribución.....	18
11.	Puntos de contacto.....	19
12.	Tipos de lubricación.....	21
13.	Degradación de inhibidores.....	23
14.	Sistema de enfriamiento por líquido.....	24
15.	Sistema de combustible Diesel.....	29
16.	Sistema de bomba rotativa electrónica.....	30
17.	Sistema bomba-inyector.....	30
18.	Componentes que forman una gestión electrónica Diesel.....	32
19.	Componentes de Common-Rail.....	33
20.	Inyector de Common-Rail.....	34
21.	Sistema de inyección directa.....	36
22.	Esquema Mono-Jetronic (Bosch) (Mono-punto).....	41
23.	Esquema Motronic o Multi-punto.....	43
24.	Bobina.....	46
25.	Sistema de encendido convencional.....	47

26.	Encendido electrónico.....	48
27.	Generador de impulsos de inducción.....	49
28.	Generador de impulsos de efecto Hall.....	50
29.	Esquema de un sistema electrónico integral.....	51
30.	Esquema de un sistema de encendido por descarga de condensador.....	52
31.	Esquema de un sistema de encendido estático (dis).....	53
32.	Esquema de un sistema encendido directo para motor de 4 cilindros.....	54
33.	Sistema de arranque.....	55
34.	Partes mecánicas de un motor de arranque.....	55
35.	Elementos eléctricos del motor de arranque.....	56
36.	Bujías de precalentamiento para motores diesel.....	56
37.	Circuito de un sistema de carga respectivamente.....	57
38.	Despiece de un alternador.....	58
39.	Sección de la batería.....	59
40.	Herramienta ordenada.....	62
41.	Instalación de compresímetro.....	67
42.	Medidor de compresión para diesel.....	69
43.	Revisión de marcas de sincronización.....	70
44.	Medidor de fuga de cilindros.....	70
45.	Sincronización de los tres puntos.....	74
46.	Secuencia de desmontaje de pernos de sujeción de la culata.....	74
47.	Revisión del estado de las mangueras.....	75
48.	Medición de holgura de lubricación.....	78
49.	Medición del juego axial.....	79
50.	Instalación de anillos.....	79
51.	Montaje de pistones.....	80
52.	Apriete de los pernos de sujeción según el orden del fabricante.....	80
53.	Sistema EGR, PCV y emisiones evaporativas de los gases.....	93
54.	Analizador de gases de escape.....	94

55.	Muestra de luz de revisar (check).....	99
56.	Escáner OBDII.....	99
57.	Ejemplo de lectura de códigos del escáner.....	100
58.	Comprobación de la presión de vacío.....	105
59.	Tipos de dinamómetros.....	107
60.	Equipo de prueba para medir el consumo de aire.....	108
61.	Freno de Prony.....	109
62.	Hoja de encuesta para evaluar las condiciones del laboratorio.....	112
63.	Gráfica de las prácticas realizadas en el laboratorio.....	113
64.	¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?.....	114
65.	¿Cómo califica la enseñanza del catedrático del laboratorio?.....	115
66.	Gráfica de resultado del tiempo para las prácticas del laboratorio.....	116
67.	Gráfica de los aspectos generales del laboratorio.....	117
68.	¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio? .....	120
69.	¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?.....	121
70.	¿Cómo califica la enseñanza del catedrático del laboratorio?.....	121
71.	Gráfica de resultado del tiempo para las prácticas del laboratorio.....	122
72.	Gráfica de los aspectos generales del laboratorio.....	123
73.	Hoja de control de productividad.....	124

## TABLAS

I	Identificación de colores de seguridad.....	4
II	Comparación de índices de viscosidad monogrado y multigrado.....	20
III	Especificaciones para los combustibles Diesel.....	26
IV	Especificaciones de la gasolina ASTM D439.....	37
V	Requerimientos de índices de comportamiento antidetonante.....	37
VI	Afinación para motores Diesel.....	88
VII	Tabla de diagnóstico de fallas en motores Diesel.....	90
VIII	Diagnóstico de turbo-compresor.....	103

IX	Resultados de la primera encuesta de las condiciones del laboratorio.....	113
X	¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?.....	113
XI	¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?.....	114
XII	¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?.....	115
XIII	¿El tiempo para las prácticas es el suficiente?.....	115
XIV	¿Cómo califica el estado del laboratorio?.....	116
XV	Resultados de encuesta final del laboratorio.....	119
XVI	¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?.....	120
XVII	¿El laboratorio tiene guías para las prácticas definidas?.....	120
XVIII	¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?.....	121
XIX	¿El tiempo para las prácticas es el suficiente?.....	122
XX	¿Cómo califica, el estado del laboratorio?.....	123
XXI	Eficiencia encontrada después de la implementación.....	125

## LISTA DE SÍMBOLOS

ASTM	Sociedad Americana para Ensayo de Materiales
bar	Barómetro
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
DOHC	Doble eje de levas a la cabeza de cilindros
ECU o UCE	Unidad de Control Electrónica (computadora)
EGR	Retroalimentación de gases de escape
HC	Hidrocarburo
NO <sub>x</sub>	Óxido de nitrógeno
OHC	Un eje de levas a la cabeza de cilindros
PCV	Ventilación positiva del carter
PSI	Lb/pulg <sup>2</sup>
PTC	Coficiente positivo de regulación de temperatura
RPM	Revoluciones por minuto
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
V	Voltaje
°C	Grados centígrados o Celsius
°F	Grados Fahrenheit
n°	Número
1 KD	Servicio de mantenimiento de 5,000 Kms. motor Diesel
2KD	Servicio de mantenimiento de 10,000 Kms. motor Diesel
3KD	Servicio de mantenimiento de 20,000 Kms. motor Diesel
4KD	Servicio de mantenimiento de 40,000 Kms. motor Diesel
p.p.m.	Partes por millón

## GLOSARIO

<b>Alternador</b>	Aparato que convierte la energía mecánica a energía eléctrica, en forma de corriente alterna.
<b>Análisis</b>	Separación de las partes de un todo, hasta conocer los principio o elementos de que se forma.
<b>Babbitt</b>	Aleación antifricción de bajo punto de fusión, que se usa en ciertos cojinetes; se compone de estaño (90%), cobre, zinc y otros.
<b>Carter</b>	La cubierta inferior de un motor. El carter cubre el cigüeñal y casi siempre contiene el abastecimiento de aceite del motor.
<b>Catalizador</b>	Agente que acelera una reacción química sin descomponerse.
<b>Cetano</b>	Cifra que determina el grado de combustibilidad de Diesel. Cuanto más alto es el número, fácilmente se inflama.
<b>Electrolito</b>	Mezcla de ácido sulfúrico y agua usado en las baterías.
<b>Holgura</b>	Espacio definido que existe entre dos elementos.
<b>Octano</b>	Es una medida del comportamiento antidetonante en condiciones de funcionamiento del motor.
<b>Brida</b>	Reborde circular en el extremo del cigüeñal para acoplar unos tornillos que sujetan al volante.

## RESUMEN

La realización de un laboratorio, está constituida por varios elementos, los cuales deben seguirse para optimizar la enseñanza y el aprendizaje de los que reciben el laboratorio. Las prácticas deben ser eficientes y para ello se deben tomar en cuenta los factores que contribuyen a su mejoramiento; para que sea de calidad, se necesita de una guía, tener tecnología reciente en lo que respecta a las herramientas, maquinaria, equipo, documentación y preparación.

Otro aspecto importante, es tener un área organizada que forme las instalaciones del laboratorio de motores de combustión interna, para obtener el espacio suficiente para la realización de las prácticas.

Para tener un buen laboratorio se debe contar con los siguientes elementos:

- Tableros de control para motores.
- Información reciente.
- Herramientas adecuadas para el desarrollo de las prácticas.
- Equipos especiales de diagnóstico.
- Motores de nueva tecnología.

La supervisión y el aprendizaje inician desde el momento que se asigna la práctica correspondiente, etapa por etapa hasta que se finaliza. Posteriormente, se debe evaluar al estudiante para determinar la satisfacción del aprendizaje y así poder corregir los aspectos negativos.

La ubicación, instalaciones y herramientas, se deben tomar en cuenta para la realización de las prácticas.

Por último, para realizar esta guía se hizo necesario implementar una serie de prácticas, basadas en una encuesta, por medio de la cual se determinaron los aspectos negativos y positivos del funcionamiento del laboratorio.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Elaborar una guía para las prácticas de laboratorio de motores de combustión interna.

### **ESPECÍFICOS**

- Definir las principales características y funciones del laboratorio.
- Determinar las prácticas que se deben realizar.
- Establecer un seguimiento de las prácticas.
- Apoyar al laboratorio de motores de combustión interna de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con la entrega de la guía de laboratorio.

## **INTRODUCCIÓN**

Es casi imposible desarrollar correctamente las experiencias de laboratorio del curso de motores de combustión interna sin una base fundamental que describa los lineamientos y principios de funcionamiento y reparación de los motores. La importancia de esta guía de laboratorio se manifiesta al incluirse y aplicarse como refuerzo en el estudio de los motores de combustión interna.

Una característica importante de este trabajo de graduación, se refiere a la práctica de laboratorio tanto para motores encendidos por compresión y encendidos por chispa. Tomando en partes complementarias de estos temas los siguientes: sistemas de encendido, sistemas de combustión, que se explicarán en el desarrollo de las prácticas.

# **1. DEFINICIÓN DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

## **1.1 OBJETIVO**

- Que el estudiante comprenda cual es la función del laboratorio.
- Que el estudiante conozca las normas de seguridad dentro del laboratorio.
- Que se conozcan los pasos, las herramientas y equipos para la realización de mantenimiento y diagnóstico de los motores de combustión interna.

## **1.2 LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Su función es dar un enfoque práctico de la teoría recibida dentro del curso, buscando un equilibrio entre la teoría y los problemas prácticos que enfrenta el ingeniero actual; con la necesidad de realizar un diagnóstico exacto y dar un análisis de piezas que fallan.

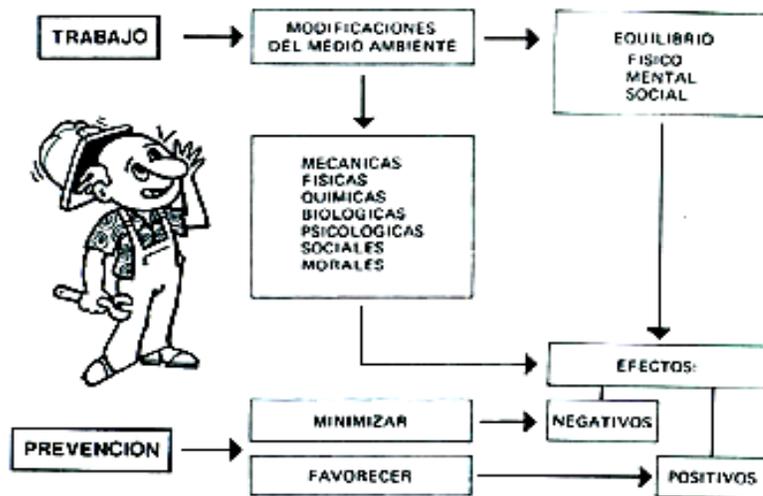
El laboratorio de motores de combustión interna como propósito tiene la optimización en el aprendizaje de los estudiantes, para que puedan distinguir, diagnosticar y determinar una solución a problemas relacionados con los motores de combustión interna.

El laboratorio de motores esta conformado por una cantidad de prácticas con el objetivo de afinar los puntos teóricos recibidos, para lo cual se investiga y se profundiza más en la tecnología del motor, teniendo una formación competente y adiestramientos claves para ejercerlos dentro de la industria.

### 1.3 SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO

El laboratorio puede conllevar riesgos para la salud de los estudiantes, que es necesario identificar y controlar adecuadamente. Hoy es frecuente oír hablar de **calidad**, entendida como la aptitud de un producto, servicio o proceso, para satisfacer las necesidades de los **usuarios**, y del concepto de **calidad total**, que implica hacer las cosas **bien y mejorarlas** constantemente. En muchos casos, su implementación genera una mejora importante de las condiciones materiales en que se desarrolla el trabajo.

Figura 1. Riesgo Profesional



La "**Seguridad en el Trabajo**" es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes de trabajo.

La **Higiene Industrial**; es la técnica que previene la aparición de enfermedades profesionales; estudiando, valorando y modificando el medio ambiente físico, químico o biológico del trabajo.

### 1.3.1 SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Para ello es necesario que se tenga bien claro que:

- Las máquinas deben guardar las distancias de separación que permitan a los estudiantes el acceso y movimientos seguros alrededor de ellas para lo cual ***Las Normas de Seguridad y Mantenimiento de Talleres de la Universidad politécnica de Valencia avalada por Servicio de Prevención de riesgo laboral***, recomienda en la norma de señalización y de protección contra accidentes que como mínimo se debe tener un espacio de ***1mt.*** en el contorno de la máquina. Los puestos de trabajo conviene que estén claramente delimitados y que dispongan de un lugar fijo para depositar los útiles y herramientas. Las herramientas y equipos deben llegar fácilmente al punto de trabajo y materiales de desecho han de poder ser retirados sin estorbar los movimientos de los estudiantes. Los suelos han de ser no resbaladizos y se deberá utilizar calzado apropiado al tipo de suelo.
- Los huecos y paredes por los que puedan caer materiales o personas deben tener colocadas protecciones adecuadas.
- El orden y la limpieza son principios básicos que propician la seguridad.

**Figura 2. Accidente**



Estos son aspectos clave que dan un aprovechamiento más racional del espacio, facilitan la adopción de medidas preventivas, evitan muchos accidentes y comportamientos inseguros, contribuyen a crear un clima favorable para la mejora de las condiciones de trabajo y de la productividad.

### 1.3.2 SEÑALIZACIÓN

La señalización es la técnica que suministra una indicación relativa a la seguridad de personas y/o bienes. ¿Cuándo se debe aplicar?

- Cuando no se puede eliminar el riesgo en el laboratorio.
- Cuando no se puede proteger mediante sistemas de protección colectiva.
- Cuando no se puede proteger al estudiante mediante equipo individual.
- Como complemento al resto de actuaciones preventivas.

Según el significado de la señal se pueden clasificar en:

- Prohibición: Prohíbe un comportamiento que pueda producir un peligro.
- Obligación: Señal que obliga a un comportamiento determinado.
- Advertencia: Advierte de un riesgo o peligro.
- Salvamento: Indicación relativa a salidas de socorro o primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento.
- Indicación: Proporciona informaciones distintas a las anteriormente indicadas.
- Señal adicional o auxiliar: Contiene exclusivamente un texto. (Ver más en Anexo 1)

**Tabla I. Identificación de colores de seguridad**

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACIONES
ROJO	Parada Prohibición Lucha contra incendios	Señales de parada Señales de prohibición Dispositivos de desconexión En los equipos de lucha contra incendios.
AMARILLO	Atención Zona de peligro	Señalización de riesgos Señalización de umbrales, pasillos de poca altura, obstáculos, etc.
VERDE	Situación de seguridad Primeros auxilio	Señalización de pasillos y salidas de socorro Rociadores de socorro Puesto de primeros auxilios y salvamento
AZUL	Obligación	Obligación de usar protección personal

	Indicaciones	Emplazamiento de teléfono, talleres, etc.
--	--------------	---

### 1.3.3 PROTECCIÓN EN EL LABORATORIO

Las medidas de protección que deben existir en un laboratorio son:

- Fuente lavaojos.
- Extintores, adecuados a la sustancia inflamada, aunque los más prácticos y universales son los de CO<sub>2</sub>.
- Mantas ignífugas, que permiten una acción eficaz en pequeños fuegos.
- Guantes en función a los productos químicos.
- Gafas o pantallas para protección de los ojos.
- Protección respiratoria, empleando las máscaras con cartuchos para gases y vapores homologados para el compuesto en cuestión.
- Ropa adecuada.
- Otros elementos: reactivos neutralizantes y absorbentes para el control de derrames, cubos con arena para controlar incendios.

#### Manejo de productos químicos y de desechos

En el laboratorio se utilizan con frecuencia productos químicos tales como aceites, combustibles, pintura, disolventes, etc. Algunos de estos productos pueden ser peligrosos, clasificándose como nocivos, fácilmente inflamables, irritantes, etc.

Para su correcta manipulación y almacenamiento es imprescindible que el usuario sepa identificar los distintos productos peligrosos a través de la señalización que establece las categorías diferentes de sustancias peligrosas, que se indican a continuación:

\* Explosivos

\* Corrosivos

\* Irritantes

\* Carcinógenos

- \* Fácil inflamabilidad
- \* Nocivos
- \* Tóxicos
- \* Peligrosos para el medio ambiente

Reciclado es pretender reutilizar el residuo generado, en el mismo o en otro proceso en calidad de materia prima, como el aceite ya utilizado se puede almacenar y vender a una recicladora de aceite.

Eliminación segura de los residuos no recuperables, en este caso se debe llevar a cabo las indicaciones del fabricante del producto. Como paso previo a la eliminación es esencial que los residuos se clasifiquen, segreguen y depositen en contenedores apropiados.

### **1.3.4 PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

Para la prevención de incendios es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Almacenar los productos inflamables y combustibles aislados y alejados de las zonas de trabajo.
- Utilizar recipientes herméticamente cerrados, tanto para almacenamiento, transporte y depósito de residuos.
- Prohibición de fumar y de introducir útiles que puedan generar llamas o chispas.
- Evitar que la instalación eléctrica sea origen de focos de calor. Cuando se termine la jornada se observará que todos los aparatos eléctricos quedan desconectados de la red.

¿Cómo utilizar un extintor?

**Figura 3. Descolgar el extinguidor**



**Figura 4. Tirar de la anilla, con una mano coger la manguera y dirigirla hacia el fuego, mientras con la otra apretar la válvula de salida del agente extintor y así apaga el fuego.**



## **1.4 EQUIPO Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO**

### **1.4.1 EQUIPO ESPECIAL**

Este es el equipo necesario para realizar las prácticas fundamentales de eficiencia y avance tecnológico en la ingeniería. Sin ellas no se puede hacer un enlace entre las máquinas y el ingeniero. El equipo es el siguiente:

- *2 motores diesel turboalimentados con bomba rotativa.*
- *2 motores diesel con bomba en línea.*
- *2 motores diesel turboalimentados con inyección electrónica.*
- *1 motor con carburador y encendido convencional.*
- *1 motor con carburador y encendido electrónico integral.*
- *1 motor turboalimentado con inyección de gasolina.*
- *2 motores con sistema de inyección de gasolina multipunto y con encendido electrónico integral.*

- *1 maqueta dotada con los diferentes tipos de encendidos.*
- *1 maqueta dotada con los diferentes tipos de inyección de gasolina.*
- *2 osciloscopios.*
- *2 equipos de limpieza de piezas.*
- *1 aspirador de humos de escape.*
- *5 carros de trabajo portaherramientas.*
- *5 equipos de herramientas neumáticas.*
- *11 bancos de trabajo con su respectiva prensa.*
- *1 Dinamómetro de potencia.*
- *1 Analizador de cuatro gases para motores de gasolina.*
- *1 Analizador de humos y gases para motores Diesel (Opacímetros).*
- *Llaves de impacto.*
- *1 Pistola de vacío.*
- *1 Equipo de afinamiento electrónico.*
- *1 Multímetro digital.*
- *1 Banco de pruebas para arrancador y alternador (opcional).*
- *1 Cargador de baterías.*
- *1 Compresor de aire comprimido.*
- *2 Lámparas estroboscópicas para motores a gasolina y diesel.*
- *1 Probador de inyectores para motores (Gasolina / Diesel)*
- *1 Banco de pruebas para bombas de inyección Diesel (opcional)*
- *1 Esmeril de banco de dos piedras.*
- *Probador de fuga de cilindros.*
- *Equipo de diagnóstico electrónico (scanner).*
- *Probador de fuga de cilindros.*
- *2 medidores de compresión para motores Diesel y Gasolina.*

#### **1.4.2 HERRAMIENTA**

Sin las herramientas adecuadas no se pueden realizar inspecciones, mantenimiento adecuado a las máquinas, es por ello que a continuación se da un listado de herramienta fundamental para la realización de prácticas. Las herramientas que se detallan son necesarias por grupo de trabajo. Tanto el ingeniero encargado de mantenimiento, como los técnicos a su cargo deben conocer la herramienta a utilizar.

- Llaves de doble boca en milímetros y pulgadas.
- Llaves de doble corona en milímetros y pulgadas.
- Llaves mixtas en milímetros y pulgadas.
- Copas en milímetros y pulgadas con encastre de 1/2" y 3/4".
- *Torquímetros: para motores de Gasolina y Diesel (50, 100, 200 y 500 Nm).*
- Destornilladores planos y en cruz.
- 1 Compresor de resortes para válvulas.
- 1 Compresor para anillos.
- *1 Tijera de desmontar y montar anillos.*
- *Martillos de diferentes usos y trabajos.*
- *1 Juegos de extractores de pernos.*
- *1 Juego de limas (bastardas, semifinas y finas).*
- *2 Juegos de brocas helicoidales.*
- *1 Juego de machos y terrajas.*
- *Reloj comparador con base magnética.*
- *Dinamómetros para resortes.*
- *Calibrador pie de rey de 15 cm.*
- *Manómetros de fluidos de bajo y alto rango.*
- *Polímeros.*
- *Soportes.*
- *Soldadores de estaño.*
- *Conjunto de micrómetros de exteriores e interiores.*

- *Juego de llaves torx.*
- *Juego de todo tipo de alicates.*
- *Arcos de sierra.*
- *Corta cables.*
- *Tijeras y navajas.*
- *Punzones.*

Material de consumo:

- *Lija de agua.*
- *Trapo cosido.*
- *Wipe.*
- *Combustible.*
- *Juego de brochas.*
- *Aceite de motor.*
- *Formador de empaquetaduras.*
- *Plastigage.*
- *Cintas aislantes.*
- *Tuercas de diversas medidas.*
- *Pernos de diversas medidas y tipo.*
- *Estaño.*
- *Pasta para soldar estaño.*
- *Cables y conductores eléctricos.*
- *Mangueras de presión.*

**Nota:** Los equipos, herramientas y materiales descritos en lo anterior, que esta con letra cursiva, son elementos que hacen falta dentro del laboratorio para dar una mejor integración tecnológica entre la teoría y la práctica.

Se utilizará lo necesario y en cantidad suficiente para ser ejecutadas las prácticas por los estudiantes de forma simultánea. Material didáctico: A los estudiantes se les proporcionará los medios didácticos y la guía, para el desarrollo del laboratorio.

## **2. DEFINICIÓN DE PARTES Y COMPONENTES QUE CONFORMAN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

### **2.1 OBJETIVO**

- Esclarecer los conceptos necesarios que se aplican en el laboratorio
- Conocer como están contruidos los componentes que conforman el motor.

### **2.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

#### **2.2.1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Es una máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Se utilizan motores de combustión interna de dos tipos: el motor cíclico Otto y el Diesel. El motor cíclico Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina que se emplea en automoción y aeronáutica.

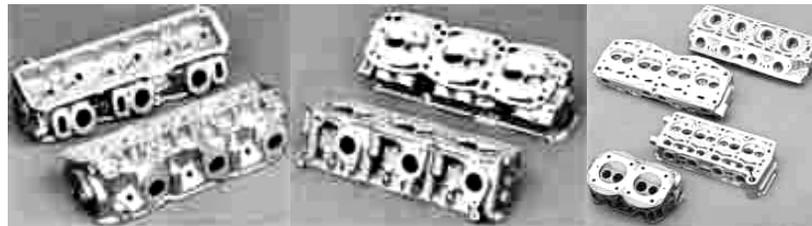
El motor diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasóleo. Se emplea en instalaciones generadoras de electricidad, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y algunos automóviles. (Términos utilizados en el estudio de motores Anexo 2)

Tanto los motores Otto como los Diesel se fabrican en modelos de dos y cuatro tiempos.

## 2.2.2 CULATA

Parte del motor que cierra los cilindros por su lado superior y en correspondencia con la cual suelen ir colocadas las válvulas de admisión y de escape, la forma y las características de la culata siempre han ido ligadas a la evolución de los motores y han venido condicionadas por el tipo de distribución y por la forma de la cámara de combustión. En ella vienen conductos de refrigeración y de lubricación, para absorber el calor de la combustión y lubricar los elementos móviles.

**Figura 5. Culatas**



Fuente: <http://campus.fortunecity.com/culata.htm>

### 2.2.2.1 CONSTRUCCIÓN

Las culatas se construyen tanto de fundición de hierro, como de aleación de aluminio. En los motores más modernos se prefieren generalmente las aleaciones ligeras, debido a la notable ventaja en términos de reducción de peso y a las inmejorables características de fusibilidad y disipación del calor. Los soportes de la distribución se obtienen mediante fusión a presión, que permite realizar piezas con acabados óptimos y de paredes delgadas. La parte inferior de la culata se realiza mediante colada en coquilla o, algunas veces, en arena.

### 2.2.2.2 PARTES QUE CONFORMAN LA CULATA

- a) **Asiento:** El asiento es la parte del motor en donde las válvulas reposan cuando se cierran, los asientos están ubicados en las cámaras de combustión.

- b) **Guías:** Las guías son casquillos en forma alargada, introducidos en los agujeros de la culata para alojarlas, dentro de los cuales se deslizan las válvulas. Las guías son generalmente de forma cónica en la parte superior, lo que está determinado por la necesidad de evitar la acumulación de aceite, que puede infiltrarse en los ductos de admisión o de escape.
- **Construcción:** Las guías generalmente están fabricados en bronce, hierro fundido u otro metal de menor dureza que el de las válvulas, por lo general están hechas de acero.

**Figura 6. Guía de válvula**



Fuente: [www.motor/image/guia.gif](http://www.motor/image/guia.gif)

- c) **Espárragos:** los espárragos sirven para asegurar otras partes del motor a la culata.
- d) **Válvulas:** Las válvulas de los motores de combustión interna son los elementos encargados de abrir y cerrar los conductos por donde entra la mezcla (válvulas de admisión) y por donde salen los gases de escape (válvulas de escape) del cilindro. Las válvulas de admisión son siempre más grandes que las de escape, porque es más difícil introducir el aire en el cilindro que sacar los gases quemados.
- **Construcción:** En algunos casos, las de escape van huecas y rellenas de sodio para mejorar la refrigeración, ya que pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 800°C. Las válvulas de admisión se hacen de una aleación de acero al cromo-níquel y de tungsteno.

### 2.2.3 EJE DE LEVAS

Es el elemento encargado de abrir y cerrar las válvulas, según el tiempo del motor en cada pistón. Es también llamado Árbol de Levas.

#### 2.2.3.1 CONSTRUCCIÓN

Esta construido de acero de cementación, templado y rectificado. En motores más modernos, es de fundición al níquel-cromo-molibdeno, con excéntricos templados en el momento de la fundición (fundición en coquilla).

**Figura 7. Eje de levas**

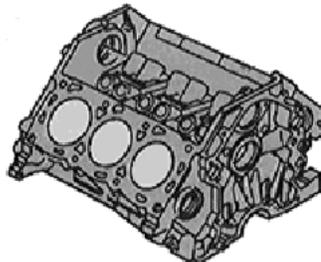


Fuente: [www.motor/image/eje\\_levas.gif](http://www.motor/image/eje_levas.gif)

### 2.2.4 BLOQUE DE CILINDROS

Es el conjunto de los cilindros los cuales se mantienen fijos. En este bloque se encuentran los ductos de refrigeración y de lubricación, este elemento es la parte básica de todo el motor de combustión interna, porque aquí van acoplados todos los elementos del motor.

**Figura 8. Bloque de cilindros**



Fuente: [www.mecanicavirtual/motor.htm](http://www.mecanicavirtual/motor.htm)

### **2.2.4.1 CONSTRUCCIÓN**

Esta estructura se hace generalmente en aleaciones de hierro fundido o aluminio. Los ductos en el bloque sirven para distribuir la lubricación a presión hasta los cojinetes principales. En algunos motores los cilindros son hechos de acero endurecido o nitrurado, el cual reduce peso en el motor. En motores de trabajo pesado se instalan las camisas que pueden reemplazarse cuando se desgastan, dichas camisas pueden ser húmedas o secas, el material usual es de fundición gris, por su buena resistencia al desgaste, mejorándose mediante la adición de pequeñas cantidades de níquel, cromo y molibdeno.

### **2.2.5 PISTÓN**

La función principal de éste es, transmitir a la biela la fuerza originada en el proceso de combustión.

#### **2.2.5.1 CONSTRUCCIÓN**

Están contruidos de aleaciones de aluminio y magnesio que son materiales ligeros.

### **2.2.6 ANILLOS**

Son los encargados de sellar, por lo general están los anillos de compresión que no permiten que haya fugas de compresión, y el anillo inferior, es el controlador del aceite.

#### **2.2.6.1 CONSTRUCCIÓN**

Los anillos están hechos de acero; reciben un tratamiento químico y se recubren superficialmente con estaño, cadmio o cromo.

## 2.2.7 BIELA

La función de las bielas es la de transmitir el movimiento al eje cigüeñal por medio de los bulones o pasadores del pistón.

### 2.2.7.1 CONSTRUCCIÓN

Las bielas están construidas de acero forjado o de hierro fundido, teniendo una sección de viga en I.

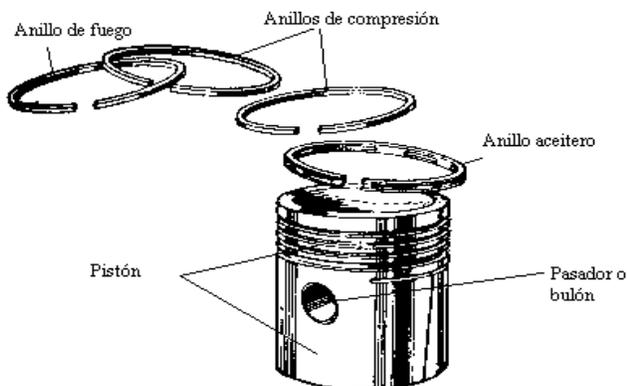
## 2.2.8 PASADOR O BULÓN

El bulón es un eje de acero con el centro hueco que sirve de unión entre la biela y el pistón, el bulón además puede ser: flotante, semiflotante, y fijo.

### 2.2.8.1 CONSTRUCCIÓN

Esta construido de acero templado y de gran resistencia.

**Figura 9. Detalle de los segmentos y el pistón**



Fuente: [www.mecanicadelautomovil.com](http://www.mecanicadelautomovil.com).

## **2.2.9 CIGÜEÑAL**

El cigüeñal es un eje que a través de la biela recibe la fuerza que actúa sobre el pistón. Las partes del cigüeñal son:

- Muñones principales: estos se apoyan y giran sobre los cojinetes de bancada.
- Muñones de biela: estos son los que sujetan las bielas y oscilan en un movimiento circular.
- Contrapesas: equilibran el cigüeñal y están ubicados de acuerdo al número de muñones de biela.
- Brida: sujeta el volante del motor.

### **2.2.9.1 CONSTRUCCIÓN**

El cigüeñal generalmente, está construido de acero forjado, sin embargo, el advenimiento de cigüeñales largos y rígidos en motores multicilindricos con esfuerzos relativamente bajos, permiten emplear el hierro fundido como sustituto, con objeto de reducir costos.

## **2.2.10 COJINETES**

La función de los cojinetes es mantener en su lugar la pieza que esta girando, como lo es el eje cigüeñal y las bielas, a la vez lubricar los muñones.

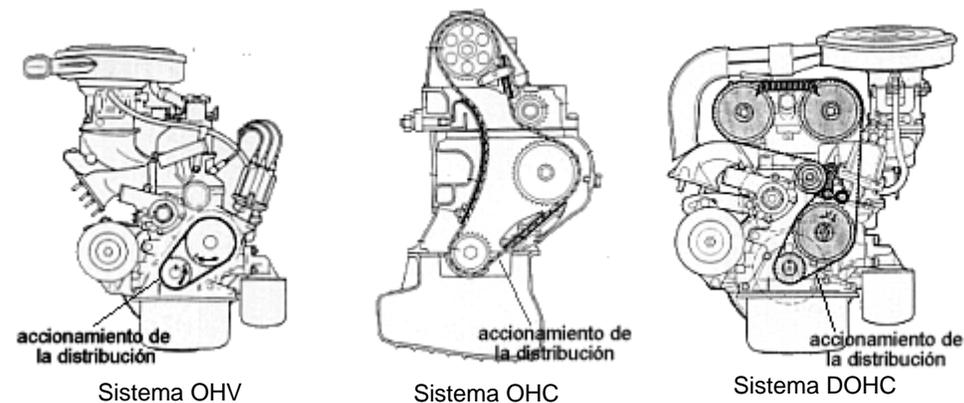
### **2.2.10.1 CONSTRUCCIÓN**

Los cojinetes principales como los de biela son elementos hechos de acero o de bronce y recubierto con babbitt el cual es un compuesto de los siguientes elementos, cobre-plomo o de aleación de cadmio. (Tipos de empaques y sellos utilizados en motores esta en Anexo 3)

### 2.2.11 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En un motor térmico se entiende por distribución el conjunto de los órganos de apertura y cierre de los conductos que transportan la mezcla a los cilindros si es encendido por chispa y de aire si es encendido por compresión. La distribución por medio de válvulas tiene tres clases diferentes que son la distribución por engranajes, la distribución por cadena y la distribución por correa dentada. En un motor de cuatro tiempos la renovación de los gases se hace cada dos vueltas del cigüeñal, es decir que mientras el cigüeñal da dos vueltas, el eje de levas únicamente da una.

**Figura 10. Sistemas de distribución**



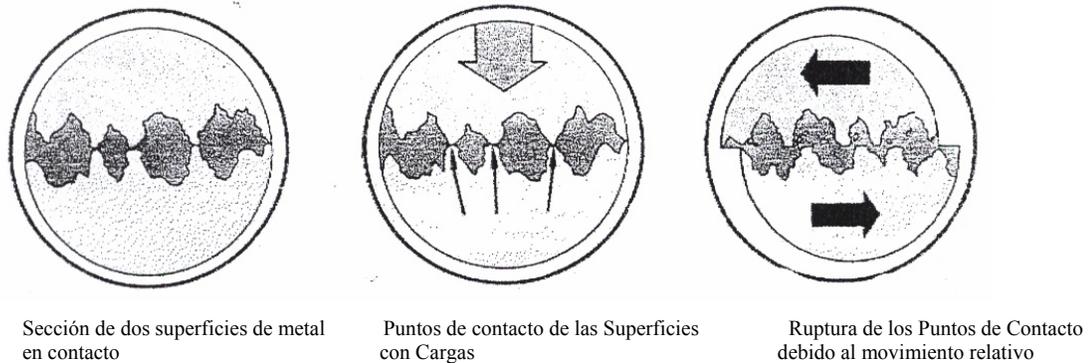
Fuente: [www.mecanicavirtual/distribucion.htm](http://www.mecanicavirtual/distribucion.htm)

### 2.2.12 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Para conocer este sistema primero veamos que es lo que tiene que eliminar. Fricción es la resistencia ofrecida al movimiento, siempre que dos cuerpos se deslizen o ruedan uno sobre el otro.

Aparentemente las superficies son planas y lisas, pero esto es otra cosa que nunca se consiguió, empleando los métodos más modernos de pulimento. La superficie realmente esta formada por serie de montañas y valles, como se observan en la figura.

**Figura 11. Puntos de contacto**



Fuente: Módulo de capacitación de lubricantes Texaco.

Después de haber definido que es fricción, ahora veamos lo que un aceite o lubricante de motor debe realizar; la eficiente operación de un motor depende del aceite:

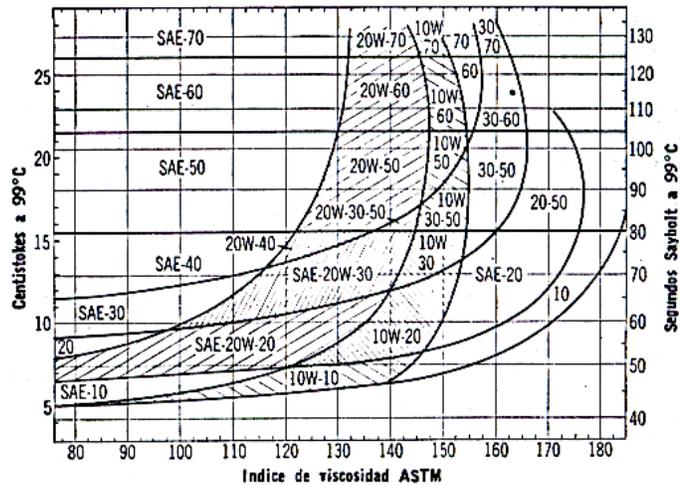
1. Permite arranque fácil,
2. Lubrica y enfría piezas del motor y previene el desgaste,
3. Reduce la fricción,
4. Protege las piezas del motor contra el herrumbre y la corrosión,
5. Mantiene limpias las piezas del motor,
6. Proporciona aislamiento al motor contra presiones de combustión,
7. No permite la formación de espumas.

Este sistema posee 5 componentes principales:

- 1) **Cárter:** o caja de aceite atornillado en la parte inferior del bloque de motor.
- 2) **Bomba de aceite:** hace circular el aceite, la entrada de la bomba es equipada con una tela fina para filtrar el aceite antes que entre en la bomba. La bomba puede ser de engranes o rotores.
- 3) **Filtro de aceite:** El aceite entra al filtro por una serie de orificios; circula alrededor del papel, pasa a través de él, y regresa al motor por el tubo central.
- 4) **Sistema de distribución:** la red de pasajes, tubos, surcos y orificios a través de los cuales el aceite es bombeado a presión y en gran cantidad para los cojinetes principales a ser lubricados y enfriados.

- 5) **Lubricante:** los lubricantes utilizados para los motores de combustión interna van del SAE 5 o SAE 5W (invierno) para climas muy fríos al SAE 50 para usarse en condiciones de temperatura muy alta. A continuación se muestra la figura de la viscosidad de los lubricantes multigrado.

**Tabla II. Comparación de índices de viscosidad monogrado y multigrado.**

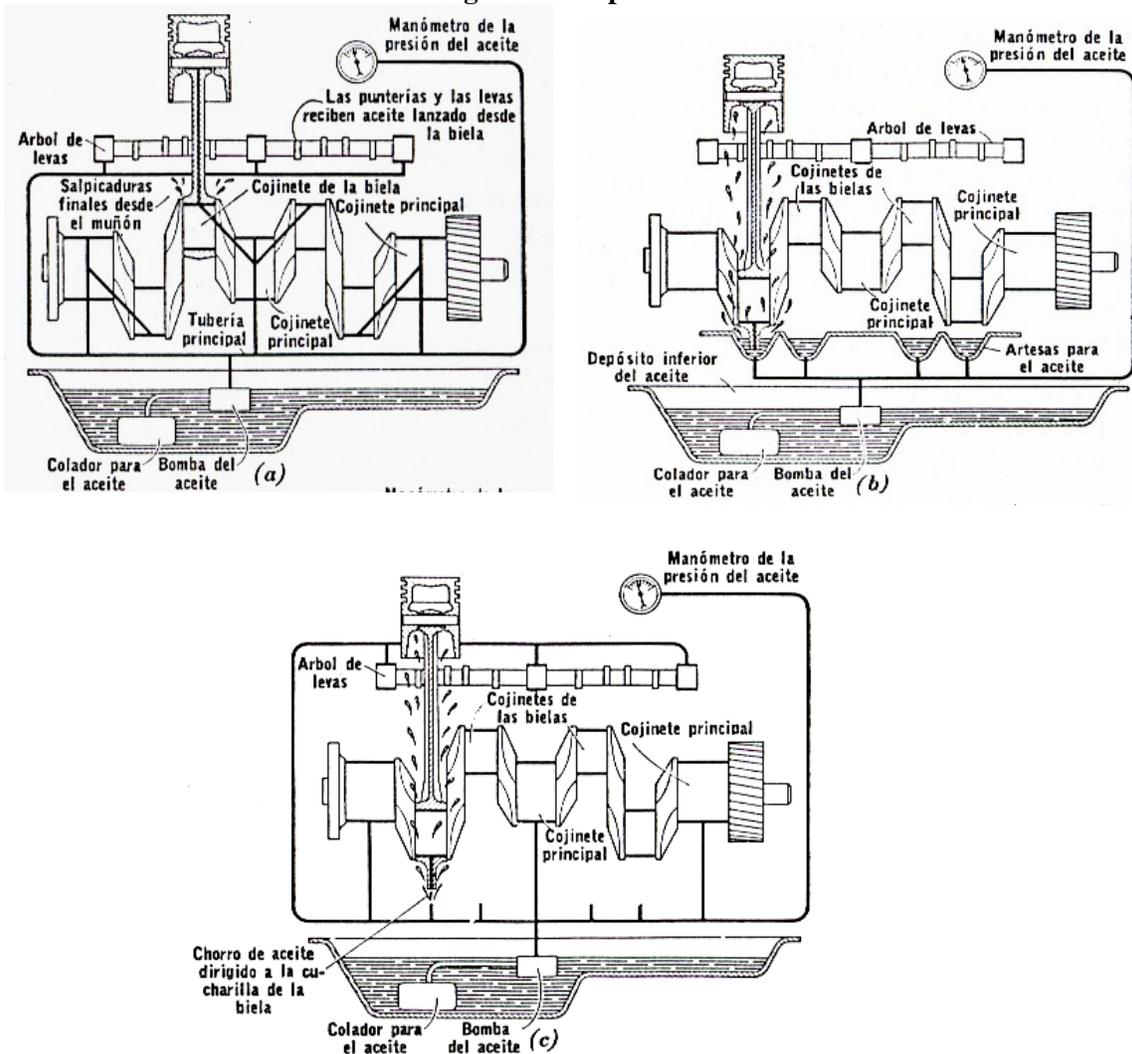


Fuente: Edward F. Obert. Motores de combustión interna. Pág. 680

Los lubricantes cuando se calientan se adelgazan, un lubricante con baja viscosidad tiende a fluir fácilmente entre las partes, lo cual puede proporcionar una excelente lubricación cuando se pone en marcha un motor que está frío. Cuando el motor alcanza su temperatura normal de funcionamiento el lubricante puede resultar demasiado delgado y permitir un desgaste excesivo, para operaciones más elevadas puede ser ideal un lubricante con viscosidad más elevada, pero no fluye con tanta facilidad entre las partes cuando el motor está frío, permitiendo un desgaste excesivo al poner en marcha el motor. Para proporcionar una lubricación adecuada en un amplio rango de temperatura se produjeron los **aceites multigrados o de viscosidad múltiple**. Ejemplo: un lubricante SAE 10W-30 fluye como un aceite SAE 10W cuando está frío pero se comporta como un aceite SAE 30 cuando está caliente. Los lubricantes de viscosidad variable se producen agregándoles los mejoradores de índices de viscosidad. De un modo general, podemos decir que la lubricación de un motor ocurre de 2 formas:

- 1) Lubricación forzada: es la principal, una bomba normalmente de engranajes accionada por el propio motor, bombea el lubricante del cárter a las partes móviles del motor.
- 2) Lubricación por salpicadura: es el principal responsable por la lubricación entre pistones y cilindros.

**Figura 12. Tipos de lubricación**



*Vistas diagramáticas del sistema de lubricación a) sistema de presión total; b) sistema de salpicadura; c) sistema de salpicadura modificado.*

Fuente: Edward F. Obert. Motores de combustión interna. Pág. 696

### **2.2.13 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

La temperatura es un parámetro que afecta el funcionamiento de los motores de combustión interna. En algunas partes del motor hay temperaturas mayores de 1000°C.

Algunas partes del motor que se deben enfriar constantemente son:

- Cámara de combustión.
- Parte alta del cilindro.
- Cabeza del pistón.
- Válvulas de escape y de admisión.
- Cilindro.

Los sistemas de enfriamiento están diseñados para mantener una temperatura homogénea entre 82°C y 113°C. Por ello las prioridades del sistema de enfriamiento son:

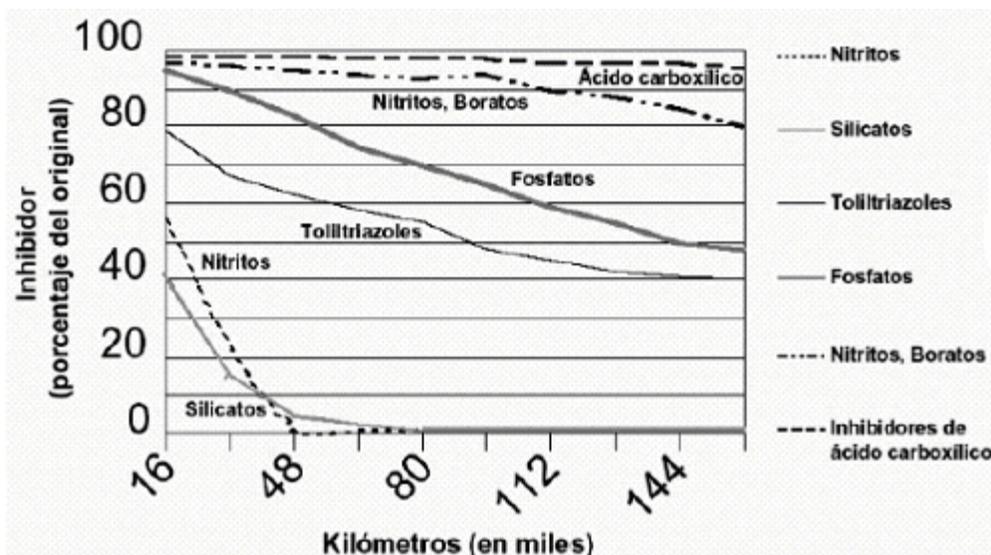
- Reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor.
- Disminuir el desgaste de las partes.
- Reducir el calentamiento de los elementos de la máquina que se mueven unos con respecto a otros.
- Mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor.

Para cumplir con estos el sistema cuenta con el refrigerante que es el encargado de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente, teniendo las siguientes características:

- Mantener el refrigerante en estado líquido evitando su evaporación. Esto se logra al cambiar el punto de evaporación de la sustancia refrigerante.
- Mantener el refrigerante en estado líquido.
- Evitar la corrosión.

Los productos químicos que contiene un buen anticongelante mejoran las propiedades del agua y la convierten en un excelente fluido de enfriamiento. La base de casi todos los anticongelantes es el etilenglicol o el propilenglicol. Casi todos los fabricantes recomiendan una mezcla de 50% de anticongelante y de agua. Existe otro anticongelante y refrigerante que es más eficaz el cual se compara con los demás en la siguiente figura.

**Figura 13. Degradación de inhibidores**



Fuente: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

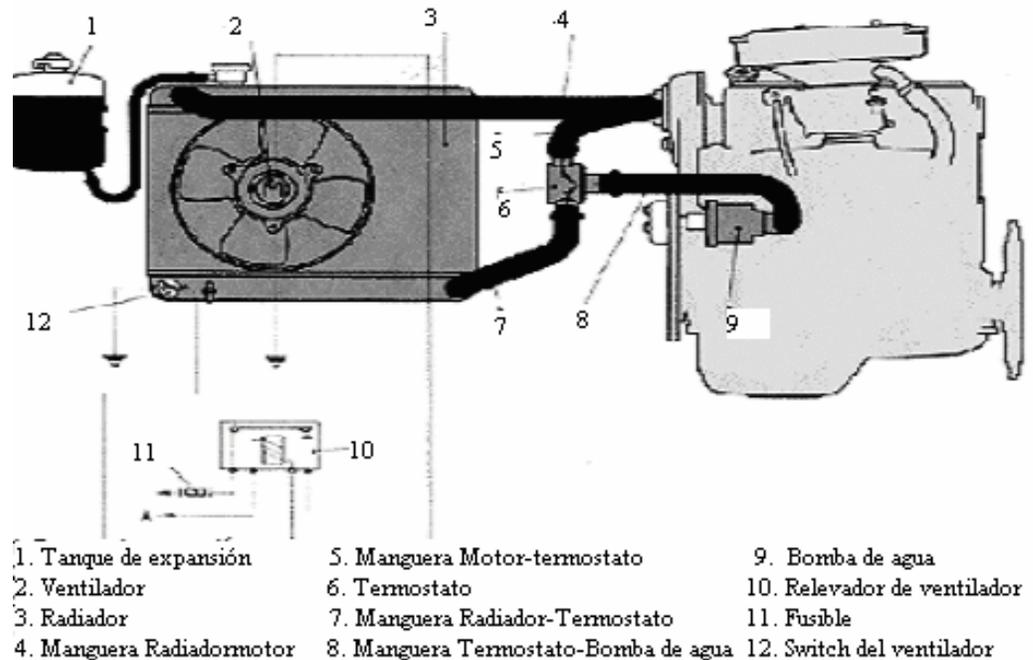
Los nuevos Refrigerantes Anticongelantes y Anticorrosivos (normalmente **Rojo** o **Anaranjado**) a base de etilenglicol con ácido carboxilato y tolitriazol, reaccionan con los metales para protegerlos solamente donde hay acción corrosiva. No forman una capa total de aislante. Esto resulta en 8% más transferencia de calor que los productos de formulación tradicional. Sus compuestos se mantienen por mayor tiempo, evitando el costo de reemplazarlo y el riesgo de operar después de acabada la protección. Compatible con anticongelantes convencionales. La dilución con un anticongelante convencional reducirá los beneficios de extensión de la vida útil. *Chevron recomienda no diluir este producto en más de un 10% con refrigerantes convencionales.*

Se trata de una formulación sin nitratos, boratos, fosfatos, silicatos y aminas, que utiliza la tecnología patentada de carboxilatos de Chevron para proporcionar una máxima protección de las seis aleaciones metálicas básicas encontradas en la mayoría de los sistemas de transferencia de calor. Dado que el refrigerante no contiene fosfatos o silicatos, se reducen los depósitos de agua dura en el sistema refrigerante. Se reduce el desgaste del sello de la bomba de agua como resultado de menor cantidad de sólidos abrasivos disueltos en Delo Extended Life Coolant que produce una vida útil mejorada del sello de la bomba de agua. Protección eficaz a largo plazo contra la corrosión para aluminio, latón, hierro fundido, acero, estaño soldadura y cobre. Este cumple con:

- ASTM D 3306 para servicio en automóviles.
- ASTM D 4985 para servicio diesel en condiciones de servicio pesado.

### 2.2.13.1 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

**Figura 14. Sistema de enfriamiento por líquido**



Fuente: [www.sistemadeenfriamiento.pdf](http://www.sistemadeenfriamiento.pdf).

**Circuito del líquido refrigerante en el motor:** Una banda acoplada a la polea del cigüeñal mueve la polea de la bomba de agua, ésta provoca el movimiento del líquido refrigerante del motor hacia el radiador, en él se hace pasar una corriente de aire movida por el ventilador hacia el líquido refrigerante, lo que le permite bajar su temperatura y, a través de unas mangueras, este líquido retorna hacia el motor para volver a iniciar el ciclo. El líquido que entra al motor transfiere parte del calor generado en la cámara de combustión removiéndolo de la parte superior del cilindro, de las válvulas de admisión y de escape, y del mismo cilindro a través de las camisas que lo envuelven y que forman parte del bloque. Cuando el motor está por debajo de la temperatura de operación, el termostato bloquea el flujo de agua hacia el radiador, circulando éste solamente por las camisas de agua para elevar la temperatura de manera homogénea hasta un nivel óptimo. En días fríos el termostato permite apenas la circulación de refrigerante suficiente a través del radiador para eliminar el exceso de calor y mantener una temperatura adecuada en el motor. En días calurosos es probable que el termostato esté abierto por completo.

#### **2.2.13.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AIRE**

Al sistema de enfriamiento por aire lo forman:

1. Ventilador (algunos mecánicos le llaman turbina)
2. Mangueras
3. Termostato, es un resorte, conectado a las aletas de graduación para el desplazamiento del aire, conforme el motor va aumentando su temperatura, el termostato permite la entrada de mas flujo de aire al sistema.
4. Poleas y bandas
5. Aletas en el cilindro
6. Bulbo de temperatura
7. Radiador de aceite
8. Tolva

**Circuito del sistema de enfriamiento por aire en el motor:** Una banda acoplada a la polea del cigüeñal mueve la polea del ventilador, esto provoca el movimiento del aire por la tolva hacia las aletas de los cilindros del motor. La cantidad de aire introducida se determina por la posición de las mamparas controladas por el termostato, una vez que son enfriados los cilindros parte del aire se hace pasar hacia un radiador el cual contiene el aceite lubricante para bajar su temperatura. El aire caliente es desechado del motor a través de unas rejillas y se vuelve a introducir aire fresco para iniciar el ciclo. En algunos vehículos este aire caliente se introduce a la cabina como parte del sistema de calefacción y mejorar las condiciones de confort de la misma.

### 2.2.14 SISTEMA DE INYECCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE PARA LOS MOTORES DIESEL

**Combustible diesel:** Son necesarios varios grados de combustible diesel. En la ASTM D975 se definen 3 grados, como se indican en la tabla.

**Tabla III. Especificaciones para los combustibles Diesel**

Prueba	Método ASTM	Grado ASTM del combustible diesel			Especificación militar de E.U. MIL-F-16884G
		1-D	2-D	4-D	
		Límite			
Punto de inflamación, mín., °F	D93	100 o legal	125 o legal	130 o legal	140
Agua y sedimento, % en volumen máx.	D1796	Trazas	0.10	0.50	
Viscosidad cinemática, centistokes, 100°F	D445				
Mín.		1.3	1.9	5.5	1.8
Máx.		2.4	4.1	24.0	4.5
Residuo de carbono en 10% de residuo, % máx.	D524	0.15	0.35		0.20
Ceniza, % en peso, máx.	D482	0.01	0.01	0.10	0.005
Azufre, % en peso, máx.	D129	0.50	0.50	2.0	1.00
Calidad de encendido, número de cetano, mín.	D613	40	40	30	45
Temperatura de destilación, °F, 90% evaporado:	D86				
Mín.			540		
Máx.		550	640		

Fuente: Eugene A. Avallone. Manual del Ingeniero Mecánico. Pág. 7-19

Los grados ASTM para los combustibles adecuados a las diferentes clases de servicio son:

- Grado 1-D: combustible destilado volátil para motores en servicio que requiera cambios frecuentes de velocidad y de carga.
- Grado 2-D: combustible destilado de volatilidad más baja para motores en servicio industrial y móvil de tipo pesado.
- Grado 4-D: combustible para motores de velocidad baja y media.

Las características de combustión de los combustibles diesel se expresan en términos del *número de cetanos*, una medida del retraso en el encendido. Es conveniente un retraso corto en el encendido, es decir el período entre la inyección y el encendido, para que el motor funcione de manera suave. Algunos combustibles diesel contienen mejoradores del cetano, que por lo general son nitratos de alquilo. El número de cetano se determina con la aplicación de una prueba en motor (ASTM D613) o puede calcularse un valor aproximado, denominado “índice de cetano” (ASTM D976), para combustibles sin mejoradores del cetano. Además de los mejoradores del cetano, la lista incluye antioxidantes, inhibidores de la corrosión y dispersantes. La adición de estos últimos es para evitar la aglomeración de gomas o depósitos de lodos, de manera que dichos depósitos puedan pasar por los filtros, los inyectores y las partes del motor sin atascarlos. Dentro del sistema de inyección y alimentación de combustible diesel se encuentran los convencionales, los de transición y los electrónicos.

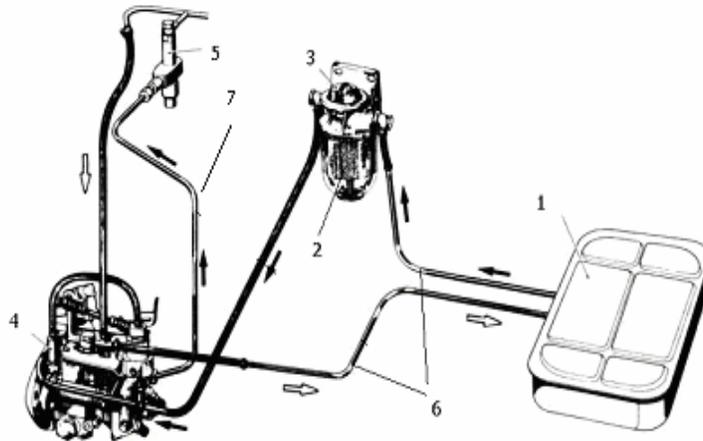
#### **2.2.14.1 SISTEMA CONVENCIONAL**

En este sistema tenemos los de bomba lineal y los de bomba rotativa. Para este análisis tomaremos la estructura básica siguiente de un sistema de alimentación de combustible para motores Diesel que puede verse en la figura ya que la diferencia entre el otro sistema es el tipo de bomba y la forma de dosificación del combustible. El circuito de este sistema consta de los siguientes componentes:

1. Depósito de combustible: este mantiene el combustible que será utilizado por el motor.
2. Filtro decantador y trampa de agua: el filtro sirve para quitar las impurezas del diesel que será utilizado, la trampa de agua sirve para eliminar ciertas impurezas y también el agua contenida dentro del combustible a utilizar.(Trampa de agua ver en Anexo 4)
3. Bomba de alimentación: esta bomba se emplea para dar alimentación a todo el circuito del combustible es el que se llama comúnmente el sevador, cuando nos quedamos sin combustible en el sistema este lo utilizamos para bombear manualmente el combustible.
4. Bomba de inyección rotativa: en la figura observamos esta bomba la cual su funcionamiento o la técnica en aplicación es similar a las bombas en línea aun cuando participa un elemento inyector y un distribuidor como es la característica fundamental de las bombas rotativas. El funcionamiento es el siguiente: la leva es una pieza que se incorpora en una carcasa en la cual se distribuyen las cavidades según la cantidad de inyectores que tiene, su funcionamiento es similar al de un distribuidor del sistema de encendido de motores Otto. Esta bomba dosifica el combustible elevando la presión a la necesaria para cuando llega al inyector atomice el combustible en la cámara de combustión.
5. Inyector: incorpora mecanismos de la máxima precisión para cumplir con su cometido. Existen dos tipos de inyectores de espiga o de tetón, normalmente trabajan con presiones de 100 a 150 Kg. /cm<sup>2</sup>, que son presiones bajas en comparación con el inyector de orificio que trabaja con presiones de 150 a 250 Kg. /cm<sup>2</sup>.
6. Tubería del circuito: es la encargada de distribuir el combustible en todo el sistema.
7. La tubería utilizada en la impulsión o distribución en los inyectores, debe ser indeformable para que puedan resistir las altas presiones de la inyección que puedan llegar a ser de 300 bar en motores pequeños y 1000 bar en motores

grandes, lo que requiere que disponga de unas paredes muy gruesas con relación al orificio por el que pasa la onda de inyección.

**Figura 15. Sistema de combustible Diesel**



Fuente: Miguel de Castro. Manual de inyección Diesel. Pág. 15

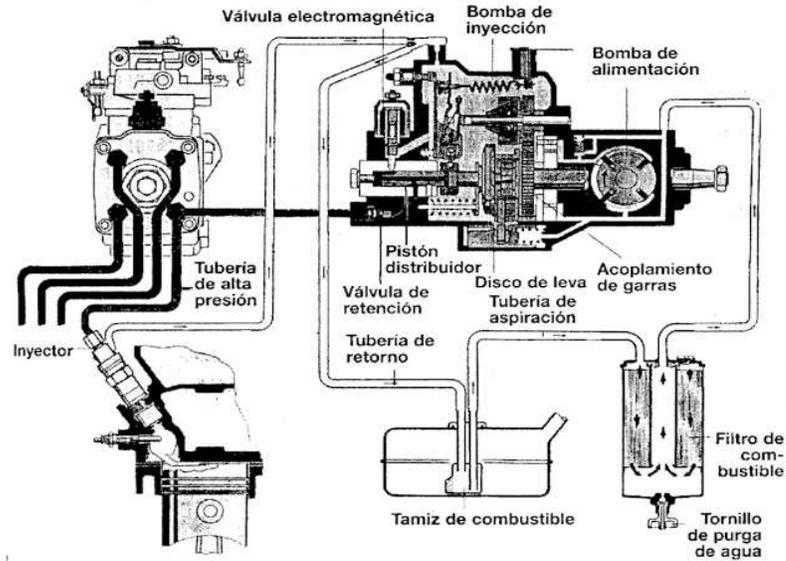
En los sistemas de inyección diesel están los de transición. Los cuales se describen a continuación:

#### **Sistema de bomba rotativa:**

Sistema que utiliza la tecnología tradicional de los motores diesel de "inyección indirecta" basado en una bomba rotativa (por ejemplo la bomba "tipo VE" de BOSCH) que dosifica y distribuye el combustible a cada uno de los cilindros del motor.

La **electro-válvula** es el elemento que diferencia el variador de avance de una bomba electrónica de una bomba mecánica. Esta válvula esta controlada electrónicamente por medio de la ECU y se encarga de controlar la presión que hace el gas-oil sobre el embolo del variador. Cuando la válvula esta en reposo es decir no recibe señales de la ECU permanecerá cerrada y se produce un adelanto en el comienzo de la inyección. Cuando la válvula reciba ordenes de la ECU de abrirse, la presión sobre el embolo disminuye y por lo tanto se produce un retraso en el comienzo de la inyección.

**Figura 16. Sistema de bomba rotativa electrónica**

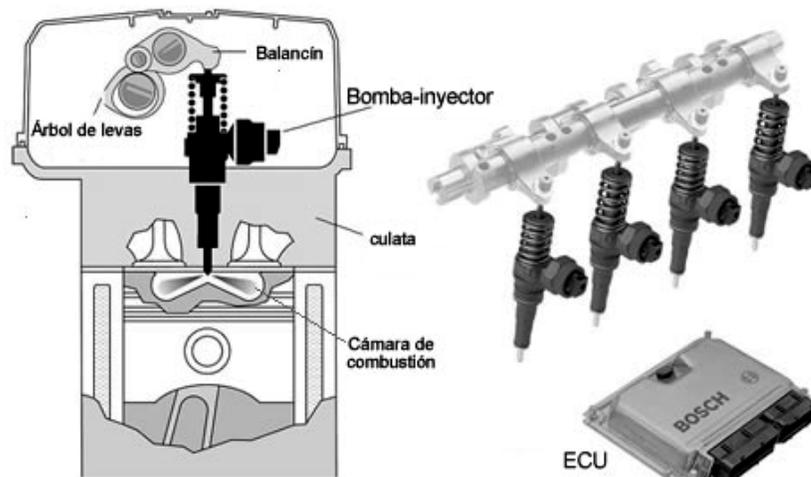


Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org](http://www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org)

### **Sistema de Bomba-inyector:**

En el que se integra la bomba y el inyector en el mismo cuerpo con eso se consigue alcanzar presiones de inyección muy altas (2000 Bares), con lo que se consigue una mayor eficacia y rendimiento del motor. Existe una bomba-inyector por cada cilindro.

**Figura 17. Sistema de bomba-inyector**



Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org](http://www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org)

## **Sistema de bomba-inyector de motores Cummins PT**

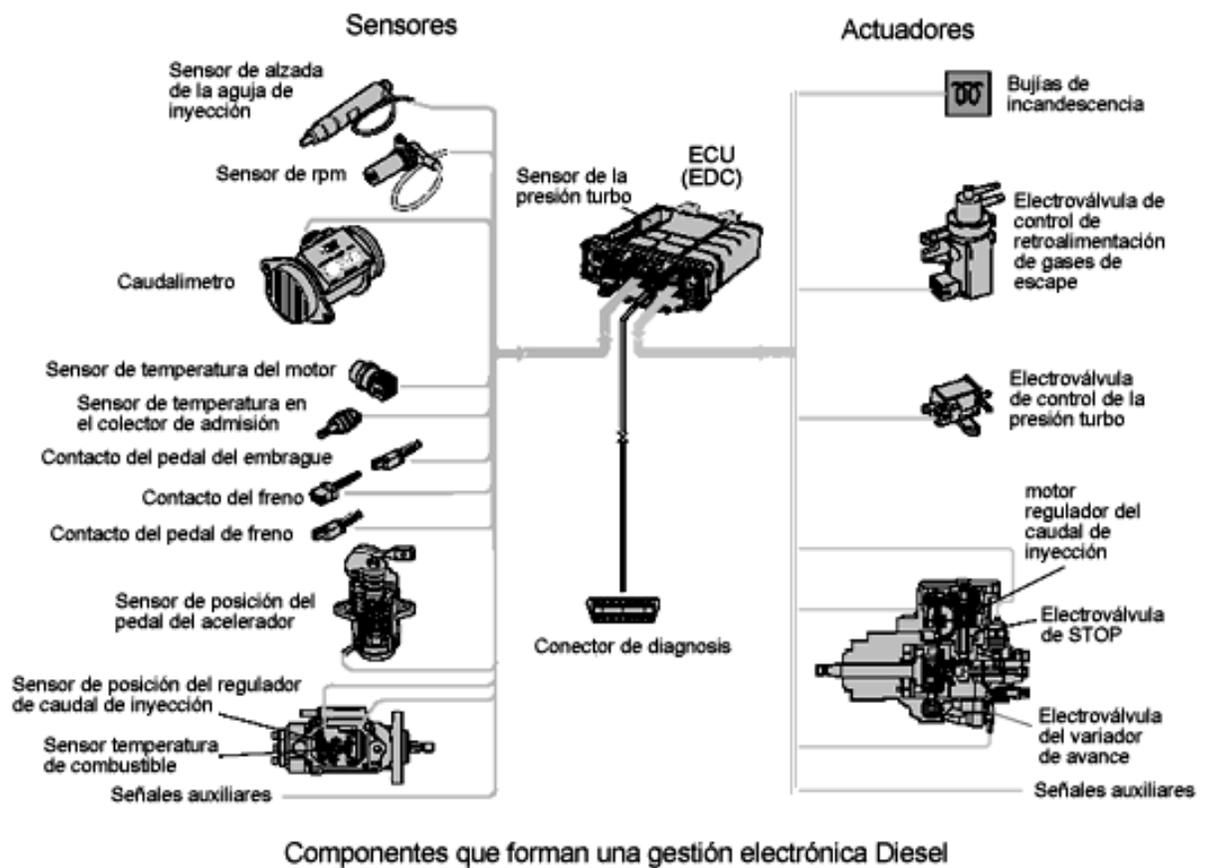
Este se usa exclusivamente en los motores Cummins. Una bomba de baja presión y desplazamiento positivo suministra el combustible a los inyectores a una presión que varía con la velocidad del motor. La bomba también contiene al conjunto del gobernador que controla la presión de combustible, la velocidad de marcha en vacío, la velocidad máxima y el torque. Una tubería única de baja presión lleva el combustible a todos los inyectores. Los motores diesel Cummins son de cuatro tiempos y los inyectores se operan con lóbulos especiales del árbol de levas por medio de punterías o seguidores de levas varillas empujadoras y balancines. El árbol de levas gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal. Los inyectores miden o dosifican el combustible y lo inyectan a alta presión a los cilindros. Esta compuesto por los siguientes elementos diferentes a los demás sistemas:

- Bomba de combustible, este conjunto lo forman: bomba de engranajes es el que saca el combustible del tanque de suministro y lo impulsa a través de la bomba, gobernador es el que controla el flujo de combustible desde la bomba de engranes, así como las velocidades y acelerador es un control manual del flujo de combustible a los inyectores bajo todas las condiciones de operación.
- Acelerador: es el medio por el que se vale el operador para controlar la velocidad del motor.
- Inyectores: el inyector introduce el combustible a cada cámara de combustión, combina las acciones de medir, sincronizar e inyectar. El inyector contiene una válvula de retención de bola. Cuando el embolo buzo del inyector se mueve hacia abajo, cerrando la abertura de entrada, el impulso de la onda de presión asienta la bola y al mismo tiempo atrapa una cantidad positiva de combustible en la taza del inyector para su atomización. (Para más información ver en Anexo 5).

## 2.2.14.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DIESEL

En este sistema también encontramos las bombas rotativas como lo indica la figura, los componentes son similares a los que analizaremos más detalladamente del sistema Common-Rail:

Figura 18.



Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org](http://www.mecanicavirtual/inyecciondiesel.org)

### Sistema Common-Rail:

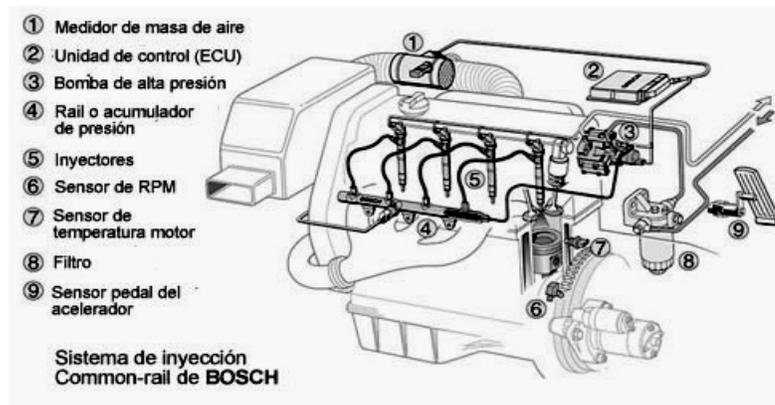
La Gestión Electrónica Diesel se utiliza hoy en día tanto en motores de "inyección indirecta" como en los famosos motores de "inyección directa", el sistema que está dando esta influencia es el Common-Rail.

**Descripción del sistema:** La técnica utilizada en el diseño del "Common-Rail" esta basada en los sistemas de inyección gasolina pero adaptada debidamente a las características de los motores diesel de inyección directa. La palabra "Common Rail" puede traducirse como "riel común de inyección". La diferencia fundamental entre los dos sistemas viene dada por el funcionamiento con mayores presiones de trabajo en los motores diesel, del orden de 1350 bar que puede desarrollar un sistema "Common Rail" a los menos de 5 bares que desarrolla un sistema de inyección gasolina. La regulación electrónica diesel EDC para Common Rail se divide en tres bloques de sistema:

1. **Sensores y transmisores** de valor teórico para registrar las condiciones de servicio y valores teóricos. Estos elementos transforman diversas magnitudes físicas en señales eléctricas.
2. **La unidad de control** para procesar las informaciones conforme a determinados procesos de cálculo matemáticos (algoritmos de cálculo), para formación de señales eléctricas de salida.
3. **Actuadores** para transformar las señales eléctricas de la salida de la unidad de control ECU, en magnitudes mecánicas.

La instalación de un sistema "Common Rail" consta de los siguientes elementos que se presentan en la figura:

**Figura 19. Componentes de Common-Rail**



Fuente: [www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.com](http://www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.com)

La **ECU** procesa las señales generadas por los sensores y transmitidas a través de líneas de datos. Con las informaciones obtenidas, es capaz de influir sobre el motor, controlando y regulando.

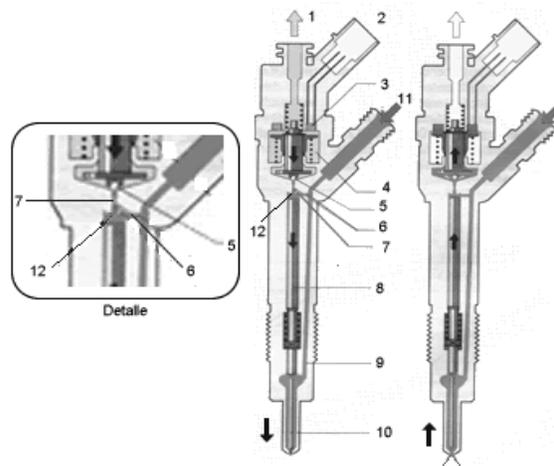
**Sensor de presión de Rail** este sensor debe medir la presión actual en el Rail, con suficiente exactitud y en un tiempo que sea corto y suministrar una señal de tensión a la unidad de control, en función de la presión existente. El sensor de presión del Rail consta de los siguientes elementos: a) Un elemento sensor integrado, que esta soldados en el empalme de presión. b) Una placa de circuito impreso con circuito de evaluación eléctrico. c) Un cuerpo de sensor con conector de enchufe eléctrico.

El **inyector** utilizado en los sistemas Common-Rail se activan de forma eléctrica a diferencia de los utilizados en sistemas que utilizan bomba rotativa que inyectan de forma mecánica. La estructura del inyector se divide en tres bloques funcionales:

- El inyector de orificios.
- El servo sistema hidráulico.
- La electro-válvula.

**Figura 20. Inyector de Common-Rail**

Esquema de un inyector: 1.- retorno de combustible a deposito; 2.- conexión eléctrica 3.- electro válvula; 4.- muelle; 5.- bola de válvula; 6.- estrangulador de entrada; 7.- estrangulador de salida; 8.- embolo de control de válvula; 9.- canal de afluencia; 10 aguja del inyector; 11.- Entrada de combustible a presión; 12.- cámara de control.



Fuente: [www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.htm](http://www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.htm)

El **sensor de revoluciones del cigüeñal** suministra por lo tanto información sobre la posición de los pistones de todos los cilindros. El número de revoluciones indica el número de vueltas del cigüeñal por minuto. Esta magnitud de entrada importante se calcula en la unidad de control a partir de la señal del sensor inductivo de revoluciones del cigüeñal.

**Sensor de revoluciones del árbol de levas**, la determinación de la posición del árbol de levas con el sensor de revoluciones se basa en el efecto Hall. Sobre el árbol de levas existe aplicado un diente de material ferromagnético, que gira junto con el árbol de levas. Cuando este diente pasa por las plaquitas semiconductoras atravesadas por corriente del sensor de revoluciones del árbol de levas, su campo magnético orienta los electrones en las plaquitas semiconductoras, perpendicularmente a la dirección del paso de la corriente. Se forma así brevemente una señal de tensión (tensión Hall), que comunica a la unidad de control, que el cilindro 1 se encuentra en este momento en la carrera de compresión.

Un potenciómetro como **sensor del pedal acelerador** comunica con la ECU, a través de una señal eléctrica, la solicitud de par motor realizado por el conductor.

El **medidor de masa de aire** entrega información a la ECU sobre la masa de aire actual, con el fin de adaptar la combustión conforme a las prescripciones sobre emisiones de humos.

En base a los valores del **sensor de temperatura** del líquido refrigerante y de temperatura de aire, a temperaturas bajas y motor frío, la ECU puede adaptar a las condiciones de servicio los valores teóricos sobre el comienzo de inyección, inyección previa y otros parámetros.

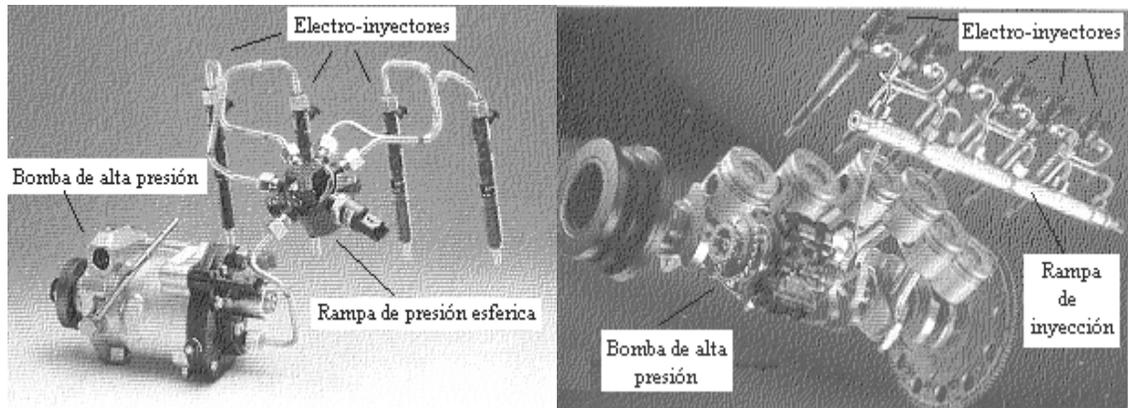
En motores equipados con turbocompresor el **sensor de presión de turbo** mide la presión en el colector de admisión. Este sensor está unido neumáticamente al tubo de admisión y mide la presión absoluta del tubo de admisión de 0,3 a 0,5 bar. El sensor está

dividido en una célula de presión con dos elementos sensores y un recinto para el circuito evaluador. Los elementos sensores y el circuito evaluador se encuentran sobre un substrato cerámico común. Las características principales de este sistema de control son:

- Permite sobrepasar el valor de máxima presión de carga.
- A altos regímenes del motor (RPM), la sobrepresión esta limitada.
- La velocidad de giro del turbo puede subir hasta aproximadamente 110.000 RPM.

**Figura 21. Sistemas de inyección directa**

En las fotos se observan dos tipos de sistemas de inyección directa Common-Rail, uno con rampa de inyección esférica y el otro con una rampa convencional. En la foto siguiente se ve un sistema con 6 electro-inyectores que alimenta a un motor de seis cilindros.



Fuente: [www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.htm](http://www.mecanicavirtual/gestionelectronicadiesel.htm)

## **2.2.15 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE PARA LOS MOTORES GASOLINA**

La gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos que destila dentro de los límites de 100 a 400 °F. En la gasolina es muy importante el número de octanos para determinar el índice de detonación que tiene para el buen funcionamiento del motor.

A continuación se presentan las tablas que dan las especificaciones y requerimientos de índice de comportamiento antidetonante de la gasolina según normas de ASTM:

**Tabla IV. Especificaciones de la gasolina ASTM D439**

Prueba	Clase de volatilidad					Método ASTM
	A	B	C	D	E	
Temp. de destilación, °F, en el porcentaje evaporado:						D86
10, máx.	158	149	140	131	122	
50, mín.	170	170	170	170	170	
50, máx.	250	245	240	235	230	
90, máx.	374	374	365	365	365	
Punto final, máx.	437	437	437	437	437	
Residuo, máx.	2	2	2	2	2	
Temp. de prueba para vapor/líquido 20, °F, máx.	140	133	124	116	105	D2533
Presión de vapor, lb/pulg <sup>2</sup> , máx.	9.0	10.0	11.5	13.5	14.5	D323
Nivel de plomo, g/gal, máx.:						
Sin plomo	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	D2547
Convencional	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	
Corrosión, máx.	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	D130
Goma, mg/100 mL, máx.	5	5	5	5	5	D381
Azufre, % en peso, máx.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	D1266

Fuente: Eugene A. Avallone. Manual del Ingeniero Mecánico. Pág. 7-17

**Tabla V. Requerimientos de índice de comportamiento antidetonante.**

Requisitos antidetonantes de la gasolina		
Designación antidetonante de la gasolina	Índice antidetonante (octano) mínimo, la mitad de la suma del número de octano de investigación (RON) y el número de octano del motor (MON): (RON + MON)/2	Aplicación
1	Menos de 87	Para automóviles con necesidades antidetonantes bajas
2	87*	Cubre las necesidades antidetonantes de la mayoría de los automóviles de modelo reciente
3	89	Para la mayoría de los automóviles diseñados para funcionar con gasolina "regular" y para automóviles de modelos posteriores que requieren un rendimiento antidetonante más alto que el que se obtiene con la de designación 2
4	91.5	Designación "intermedia" que cubre las necesidades antidetonantes más bajas de algunos automóviles diseñados para usar gasolina de la llamada "premium" en EE.UU. y las necesidades antidetonantes más altas de algunos automóviles diseñados para usar gasolina "regular"
5	95	Para la mayoría de los automóviles con motores de alta relación de compresión diseñados para usar gasolina llamada "premium" en EE.UU. y para modelos posteriores con motores de alta relación de compresión
6	97.5	Para automóviles con motores de alta relación de compresión diseñados para usar gasolina de la llamada "premium" en EE.UU., pero que requieren un rendimiento antidetonante superior a la de designación 5

\*Además, el número mínimo de octano del motor debe ser 82.

Fuente: Eugene A. Avallone. Manual del Ingeniero Mecánico. Pág. 7-19

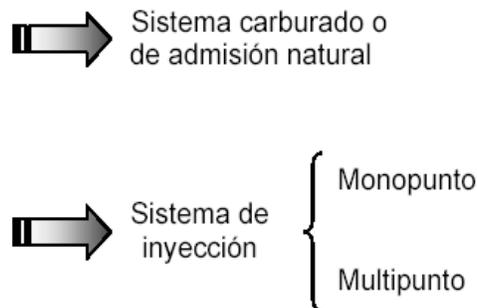
Tres son los factores que influyen en el fenómeno de combustión y éstos son:

- **La temperatura:** la temperatura de la cámara de combustión es fundamental para generar una buena combustión.
- **La turbulencia:** se refiere a la forma en la cual se mezclan el aire y el combustible.
- **El tiempo de residencia:** se refiere al tiempo que la mezcla aire combustible permanece dentro de la cámara de combustión.

Un sistema de combustible que no cumpla los requisitos necesarios puede producir los siguientes efectos:

- Sobr  consumo de combustible.
- Desgaste prematuro de partes por contaminaci3n del lubricante con combustible y provocar adelgazamiento de la película lubricante.
- Falta de potencia.
- Daño al convertidor catalítico.
- Fugas de combustible.

Es por todo esto importante conocer como trabaja el sistema de combustible, las acciones que pueden afectar de manera negativa al desempeño del motor. Para cumplir con estos objetivos existen diferentes sistemas de combustible entre ellos, se tienen:



### **2.2.15.1 SISTEMA CARBURADO O DE ADMISI3N NATURAL**

El sistema carburado cuenta con un carburador el cual se encarga de dosificar la mezcla aire combustible a la cámara de combusti3n utilizando el principio de tubo Venturí, es decir, generando un vacío en la parte más estrecha del tubo lo cual provoca la succi3n del combustible al pasar el aire por este estrechamiento. El control de la dosificaci3n se lograba en los primeros sistemas utilizando únicamente medios mecánicos, (palancas, émbolos, diafragmas, etc.) en los últimos carburadores se contaba ya con controles electr3nicos. Estos sistemas tienen las siguientes características:

- El principio de funcionamiento es por la depresión que se genera en el tubo Venturí que es la parte fundamental del diseño.
- La velocidad del aire es mayor que la del combustible, por lo cual el combustible es arrastrado por el aire.
- Generalmente proporcionan mezclas ricas de aire-combustible
- Son fáciles de instalar.
- Son de precio bajo.
- No permiten un control estricto de las emisiones contaminantes
- No permiten una dosificación homogénea a todos los cilindros
- La presión del sistema de combustible es del orden de 5 lb./pulg<sup>2</sup>

#### **2.2.15.2 SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA**

Los sistemas de inyección de combustible permiten mejorar la dosificación del combustible debido a que el combustible es inyectado a una presión mayor en la corriente de aire, esto permite un mejor mezclado del aire con el combustible y generalmente se tiene un mejor aprovechamiento del combustible y un nivel menor de emisiones. Los inyectores utilizados en los motores de gasolina, generalmente son controlados electrónicamente lo cual permite tener un control muy preciso del tiempo de inyección y de la cantidad de combustible inyectada.

#### **Clasificación de los sistemas de inyección.**

1. Según el lugar donde inyectan.
  - Inyección indirecta, el inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.
  - Inyección directa, el inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión.

2. Según el número de inyectores.

- Sistema Monopunto, hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.
- Sistema Multipunto, hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con antipolución o sin ella.

3. Según el número de inyecciones.

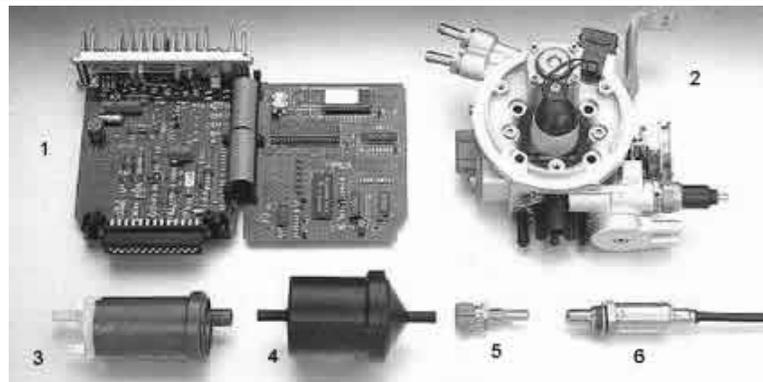
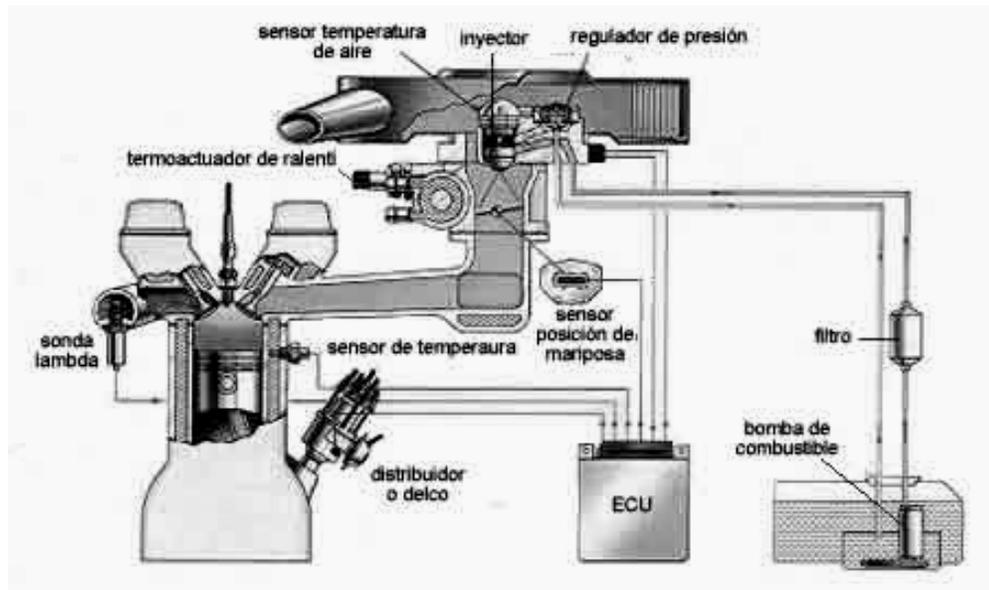
- Inyección continua: Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.
- Inyección intermitente: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:
- Secuencial: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.
- Semisequencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
- Simultánea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

4. Según las características de funcionamiento:

- Inyección mecánica (K-Jetronic)
- Inyección electro-mecánica (KE-Jetronic)
- Inyección electrónica. (L-Jetronic, LE-Jetronic, Motronic, Dijijet, Digifant)

**Sistema de inyección Monopunto:** A continuación se presenta la figura con los componentes de este sistema:

**Figura 22. Esquema Mono-Jetronic (Bosch) (Mono-punto)**



**Componentes del sistema Mono-Jetronic:** 1.- ECU; 2.- Cuerpo de mariposa; 3.- Bomba de combustible; 4.- Filtro  
5.- Sensor temperatura refrigerante; 6.- Sonda lambda.

Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciongasolina](http://www.mecanicavirtual/inyecciongasolina)

### **Descripción de cada elemento:**

**Cuerpo de la mariposa:** el cuerpo de la mariposa aloja el regulador de la presión del combustible, el motor paso a paso de la mariposa y el inyector único. La ECU controla el motor paso a paso de la mariposa y el inyector.

El **interruptor potenciómetro** de la mariposa va montado en el eje de la mariposa y envía una señal a la ECU indicando la posición de la mariposa. Esta señal se convierte en una señal electrónica que modifica la cantidad de combustible inyectada.

El **inyector** accionado por solenoide pulveriza la gasolina en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del Venturí. El motor paso a paso controla el ralentí abriendo y cerrando la mariposa. El ralentí no se puede ajustar manualmente.

**Sensor de la temperatura del aire:** el sensor de la temperatura del aire se halla situado en el cuerpo de la mariposa y registra la temperatura del aire aspirado. La ECU mide el cambio de resistencia del sensor para calcular el combustible que se necesita.

**Distribuidor:** la ECU supervisa el régimen del motor a partir de las señales que transmite el captador situado en el distribuidor del encendido.

**Sensor de la temperatura del refrigerante:** La señal que el sensor de la temperatura o sonda térmica del refrigerante envía a la ECU asegura que se suministre combustible extra para el arranque en frío y la cantidad de combustible más adecuada para cada estado de funcionamiento.

**Sonda Lambda:** el sistema de escape lleva una sonda Lambda (sonda de oxígeno) que detecta la cantidad de oxígeno que hay en los gases de escape. Si la mezcla aire/combustible es demasiado pobre o demasiado rica, la señal que transmite la sonda de oxígeno hace que la ECU aumente o disminuya la cantidad de combustible inyectada, según convenga.

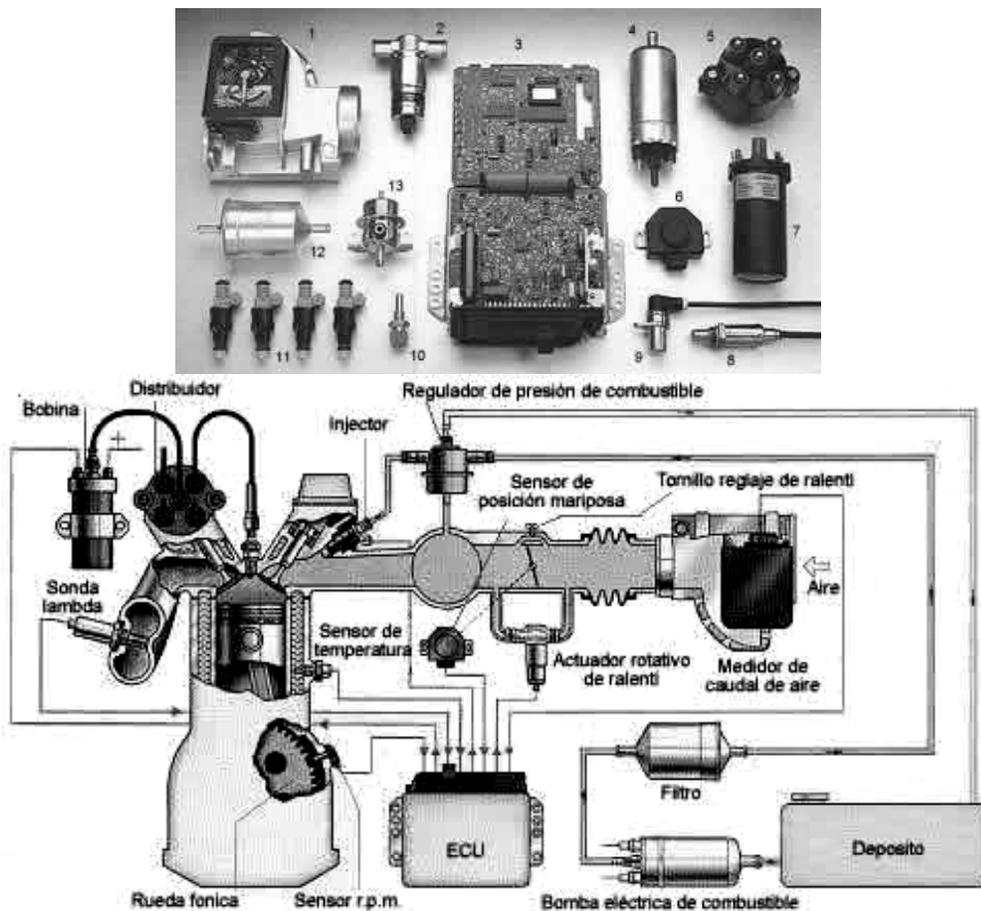
**Unidad de control electrónica (ECU):** la ECU está conectada con los cables por medio de un enchufe múltiple. El programa y la memoria de la ECU calculan las señales que le envían los sensores instalados en el sistema. La ECU dispone de una memoria de autodiagnóstico que detecta y guarda las averías. Al producirse una avería, se enciende la lámpara de aviso o lámpara testigo en el tablero de instrumentos.

**Sistema de alimentación:** Consta de depósito de combustible, bomba de combustible, filtro de combustible, un solo inyector y el regulador de presión.

El **regulador de la presión** mantiene la presión constante a 0,8-1,2 bar, el combustible sobrante es devuelto al depósito.

**Sistema Multi-punto de inyección:** a continuación se presenta un esquema de un sistema específico, los demás son similares, varían en la forma de los sensores, tipo de utilización pero la finalidad es la misma.

**Figura 23. Esquema Motronic o Multi-punto**



**Componentes del sistema Motronic:** 1.- Medidor de caudal de aire; 2.- Actuator rotativo de ralenti; 3.- ECU 4.- Bomba eléctrica de combustible; 5.- Distribuidor (Delco); 6.- Detector de posición de mariposa; 7.- Bobina de encendido 8.- Sonda lambda; 9.- Sensor de r.p.m; 10.- Sensor de temperatura; 11.- Inyectores electromagnéticos; 12.-Filtro 13.- Regulador de presión de combustible.

Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciongasolina](http://www.mecanicavirtual/inyecciongasolina)

**Medidor del caudal de aire:** El medidor del caudal de aire registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas. El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal de combustible necesario.

**Otros sensores:** El interruptor de mariposa registra la posición de la mariposa y envía una señal a la unidad de control electrónica para indicar los estados de ralentí, carga parcial o plena carga. Hay otros sensores encargados de indicar el régimen del motor, la posición angular del cigüeñal, la temperatura del motor y la temperatura del aire aspirado. Algunos motores tienen otro sensor, llamado sonda Lambda, que mide el contenido de oxígeno en los gases de escape.

**Unidad de control electrónica (ECU):** Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la ECU consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todos los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo.

**Sistema de alimentación:** El sistema consta de depósito de combustible, electro-bomba, filtro, tubería de distribución y regulador de la presión del combustible, inyectores y en algunos modelos inyector de arranque en frío. De la rampa de inyección parten las tuberías de combustible hacia los inyectores y por lo tanto la presión del combustible en cada inyector es la misma que en la rampa de inyección. Los inyectores van alojadas en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor.

**Arranque en frío:** al arrancar en frío se necesita un suplemento de combustible para compensar el combustible que se condensa en las paredes y no participa en la combustión.

**Válvula de aire adicional:** En un motor frío las resistencias por rozamiento son mayores que a temperatura de servicio. Para vencer esta resistencia y para conseguir un ralentí estable durante la fase de calentamiento, una válvula de aire adicional permite que el motor aspire más aire eludiendo la mariposa, pero como este aire adicional es medido por el medidor del caudal de aire, el sistema lo tiene en cuenta al dosificar el caudal de combustible.

**Actuador rotativo de ralentí:** En algunos modelos, un actuador rotativo de ralentí reemplaza a la válvula de aire adicional y asume su función. La unidad de control envía al actuador una señal en función del régimen y la temperatura del motor. Entonces el actuador rotativo de ralentí modifica la apertura del conducto en bypass, suministrando más o menos aire en función de la variación del régimen de ralentí inicial.

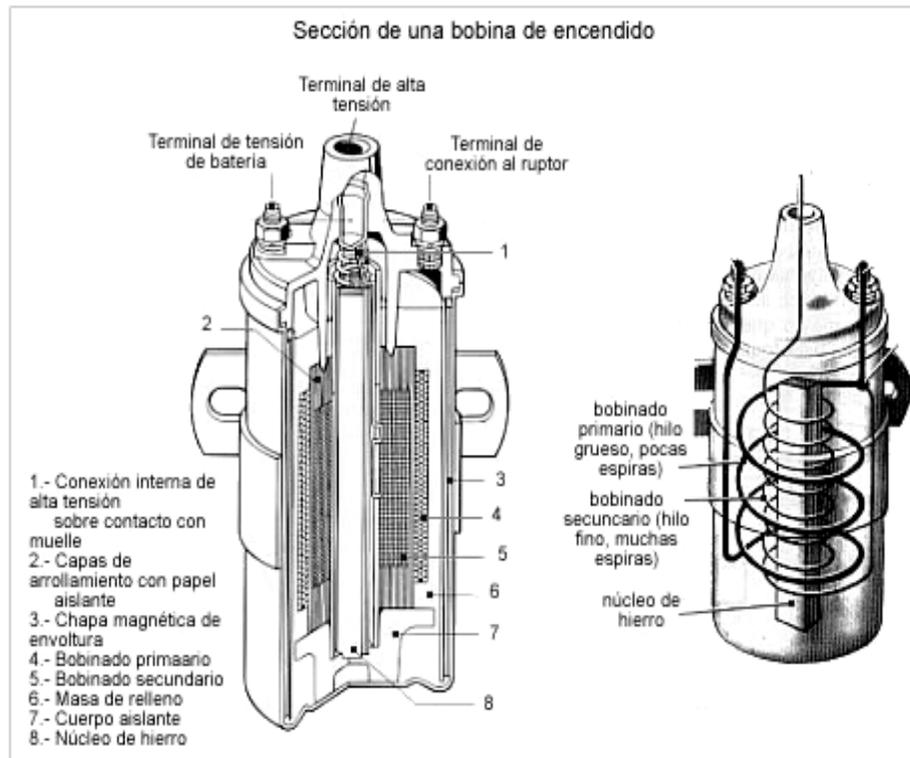
**Medidor del caudal de aire (medidor de la masa de aire por hilo caliente):** El medidor de la masa de aire por hilo caliente es un perfeccionamiento del medidor del caudal de aire clásico. En la caja tubular hay un tubo de medición del diámetro más pequeño, atravesado por una sonda térmica y un hilo. Estos dos componentes forman parte de un circuito de puente que mantiene el hilo a una temperatura constante superior a la temperatura del aire medido por el medidor. Se mide la corriente necesaria para mantener el hilo a esta temperatura superior y esta señal se envía a la unidad de control electrónica (ECU), la cual, combinada con una señal del régimen del motor, determina la cantidad de combustible necesario. (Sistema LH-Jetronic este es el único elemento diferente).

Todas las inyecciones actualmente usadas en automoción pertenecen a uno de los dos tipos anteriores.

## 2.2.16 SISTEMA DE ENCENDIDO

El circuito de encendido utilizado en los motores de gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno. La encargada de generar una alta tensión para provocar la chispa eléctrica es "la bobina". La bobina es un transformador que convierte la tensión de batería 12 V. en una alta tensión del orden de 12.000 a 15.000.

**Figura 24. Bobina**



Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

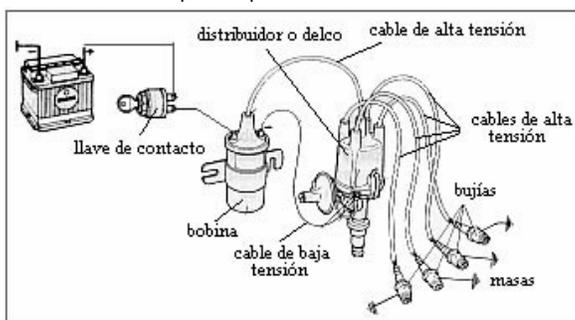
El elemento que se encarga de distribuir la alta tensión es el "distribuidor o delco". La alta tensión para provocar la chispa eléctrica en el interior de cada uno de los cilindros necesita de un elemento que es "la bujía", hay tantas bujías como número de cilindros tiene el motor.

### 2.2.16.1 SISTEMA CONVENCIONAL

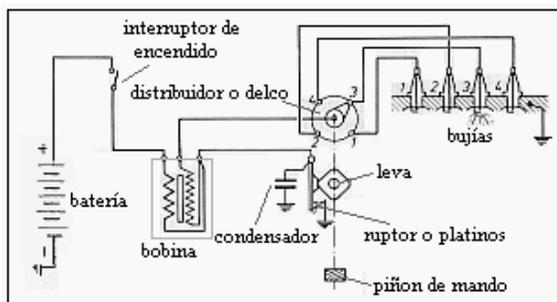
Ofrece un buen funcionamiento para exigencias normales (capaz de generar hasta 20.000 chispas por minuto, es decir puede satisfacer las exigencias de un motor de 4 cilindros hasta 10.000 r.p.m).

**Figura 25. Sistema de encendido convencional**

Elementos básicos que componen el circuito de encendido



Esquema eléctrico del circuito de encendido



Fuente: [www.mecanicavirtual.systemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.systemadeencendido)

#### **Encendido con ayuda electrónica:**

El encendido convencional por raptor se beneficia de la aplicación de la electrónica en el mundo del automóvil, salvando así los inconvenientes del encendido por raptor que son: la aparición de fallos de encendido a altas revoluciones del motor, así como el desgaste prematuro de los contactos del raptor. A este tipo de encendido se le llama: "**encendido con ayuda electrónica**", el raptor ya no es el encargado de cortar la corriente eléctrica de la bobina, de ello se encarga un transistor (T).

El raptor solo tiene funciones de mando por lo que ya no obliga a pasar el vehículo por el taller tan frecuentemente, se elimina el condensador, ya no es necesario y los fallos a altas revoluciones mejora hasta cierto punto ya que llega un momento en que los contactos del raptor rebotan provocando los consabidos fallos de encendido.

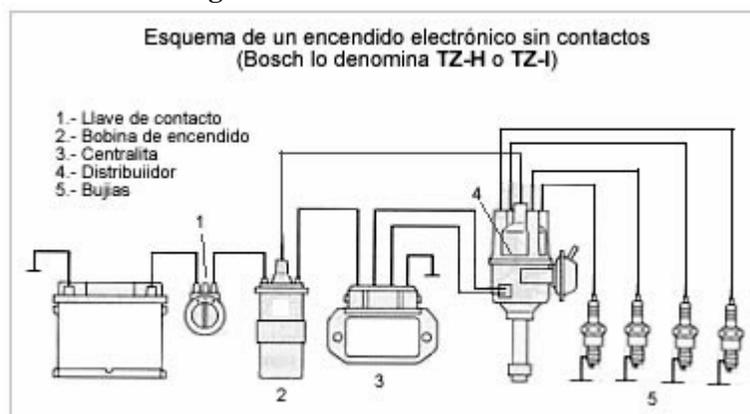
## 2.2.16.2 SISTEMA TRANSISTORIZADO

Este sistema cuenta con diversos tipos, los cuales son:

- Inductivo
- Efecto Hall
- Óptico
- Sistema Dis

Encendido electrónico sin contactos: Una evolución importante del distribuidor vino provocada por la sustitución del "ruptor", elemento mecánico, por un "generador de impulsos" que es un elemento electrónico. Con este tipo de distribuidores se consiguió un sistema de encendido denominado: "**Encendido electrónico sin contactos**" como se ve en el esquema de la figura inferior. El distribuidor dotado con "generador de impulsos" es igual al utilizado en los sistemas de encendido convencionales, es decir, cuenta con los elementos de variación del punto de encendido ("regulador centrífugo" y "regulador de vacío") y de mas elementos constructivos. La diferencia fundamental esta en la sustitución del ruptor por un generador de impulsos y la eliminación del condensador. El generador de impulsos puede ser de tipo: "inductivo", y de "efecto Hall".

**Figura 26. Encendido electrónico**

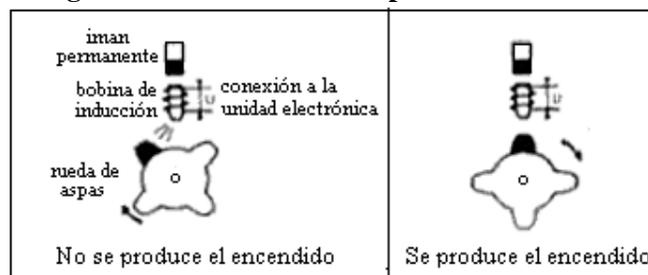


Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

### 2.2.16.2.1 INDUCTIVO

Es uno de los más utilizados en los sistemas de encendido. El generador de impulsos esta constituido por una rueda de aspas llamada rotor, de acero magnético, que produce durante su rotación una variación del flujo magnético del imán permanente que induce de esta forma una tensión en la bobina que se hace llegar a la unidad electrónica.

**Figura 27. Generador de impulsos de inducción**



Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

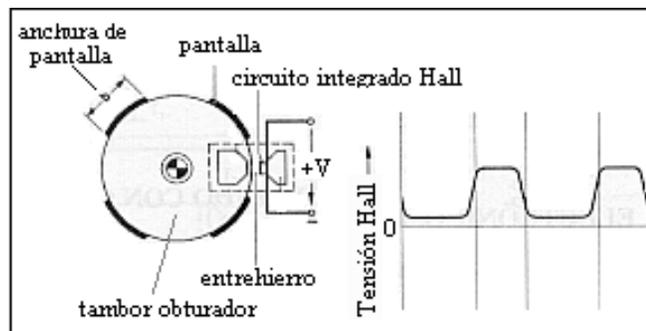
La rueda tiene tantas aspas como cilindros tiene el motor y a medida que se acerca cada una de ellas a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con mas rapidez hasta alcanzar su valor máximo cuando la bobina y el aspa estén frente a frente (+V). Al alejarse el aspa siguiendo el giro, la tensión cambia muy rápidamente y alcanza su valor negativo máximo (-V). En este cambio de tensión se produce el encendido y el impulso así originado en el distribuidor se hace llegar a la unidad electrónica. Cuando las aspas de la rueda no están enfrentadas a la bobina de inducción no se produce el encendido.

### 2.2.16.2.2 EFECTO HALL

El generador de impulsos de "efecto Hall" se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la centralita o modulo electrónico que determina el punto de encendido.

Este generador está constituido por una parte fija que se compone de un circuito integrado Hall y un imán permanente con piezas conductoras. La parte móvil del generador está formada por un tambor obturador, que tiene una serie de pantallas tantas como cilindros tenga el motor. Cuando una de las pantallas del obturador se sitúa en el entrehierro de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase el campo magnético al circuito integrado. Cuando la pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético es detectado otra vez por el circuito integrado. Justo en este momento tiene lugar el encendido. La anchura de las pantallas determina el tiempo de conducción de la bobina.

**Figura 28. Generador de impulsos de efecto Hall**



Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeencendido](http://www.mecanicavirtual.sistemadeencendido)

Para distinguir si un distribuidor lleva un generador de impulsos "inductivo" o de "efecto Hall" solo tendremos que fijarnos en el número de cables que salen del distribuidor a la centralita electrónica. Si lleva solo dos cables se trata de un distribuidor con generador de impulsos "inductivo", en caso de que lleve tres cables se trataría de un distribuidor con generador de impulsos de "efecto Hall".

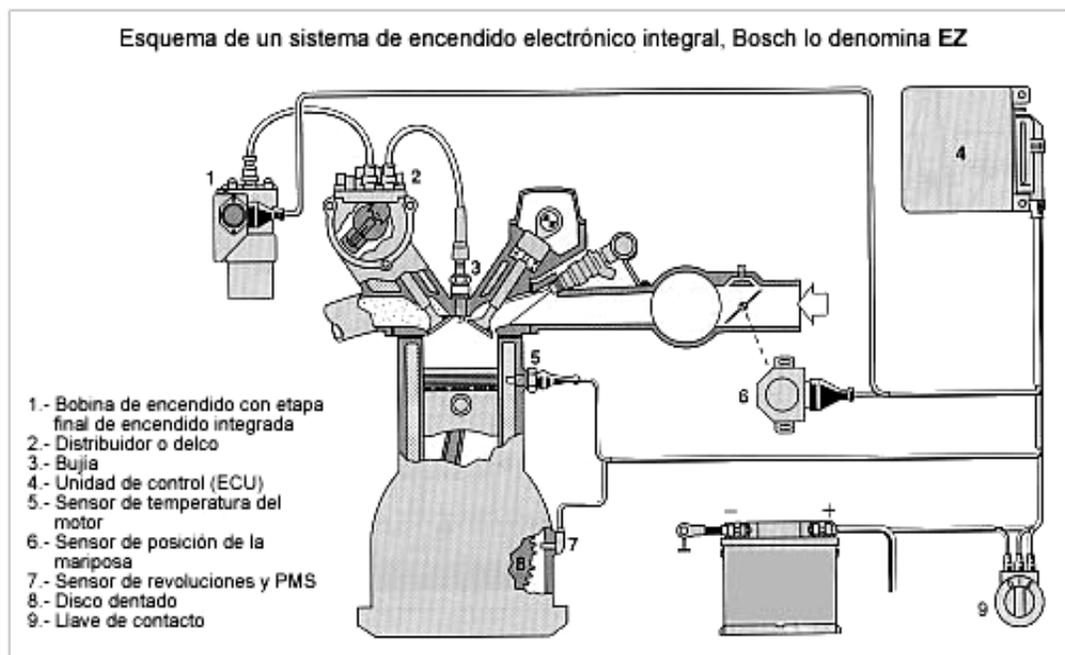
Para el buen funcionamiento del generador de impulsos hay que comprobar la distancia entre la parte fija y la parte móvil del generador, que siempre deben de mantener la distancia que nos recomienda el fabricante.

### 2.2.16.2.3 ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL

Una vez más el distribuidor evoluciona a la vez que se perfecciona el sistema de encendido, esta vez desaparecen los elementos de corrección del avance del punto de encendido ("regulador centrífugo" y "regulador de vacío") y también el generador de impulsos, a los que se sustituye por componentes electrónicos. El distribuidor en este tipo de encendido se limita a distribuir, como su propio nombre indica, la alta tensión procedente de la bobina a cada una de las bujías.

El tipo de sistema de encendido al que nos referimos ahora se le denomina: "**encendido electrónico integral**" y sus particularidades con respecto a los anteriores sistemas de encendido son el uso de:

**Figura 29.**

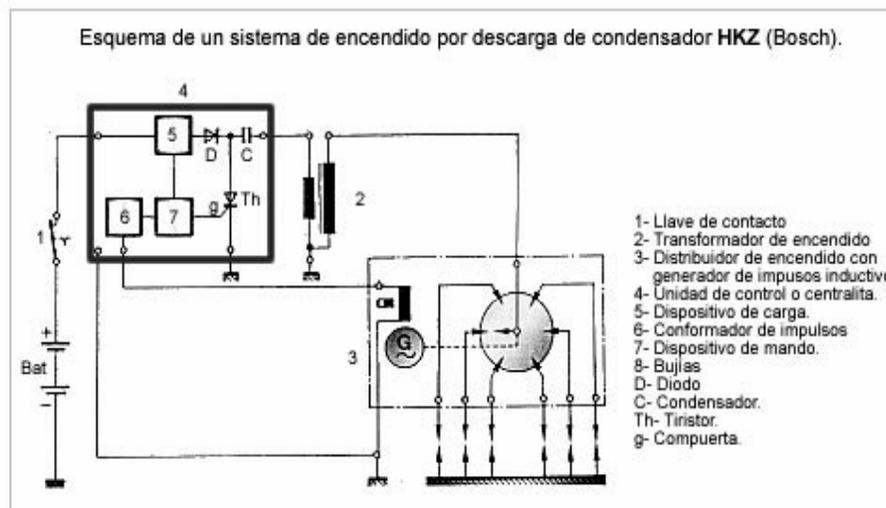


Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciongadolina.org](http://www.mecanicavirtual/inyecciongadolina.org)

#### 2.2.16.2.4 ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR DESCARGA DE CONDENSADOR

Este sistema llamado también "encendido por tiristor" funciona de una manera distinta a todos los sistemas de encendido (encendido por bobina). Su funcionamiento se basa en cargar un condensador con energía eléctrica para luego descargarlo provocando en este momento la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías. Para motores de carácter deportivo donde es necesario almacenar una gran cantidad de energía eléctrica para después descargarla en las bujías en intervalos muy cortos de tiempo por el elevado número de revoluciones, se utiliza el encendido por descarga de condensador.

Figura 30.



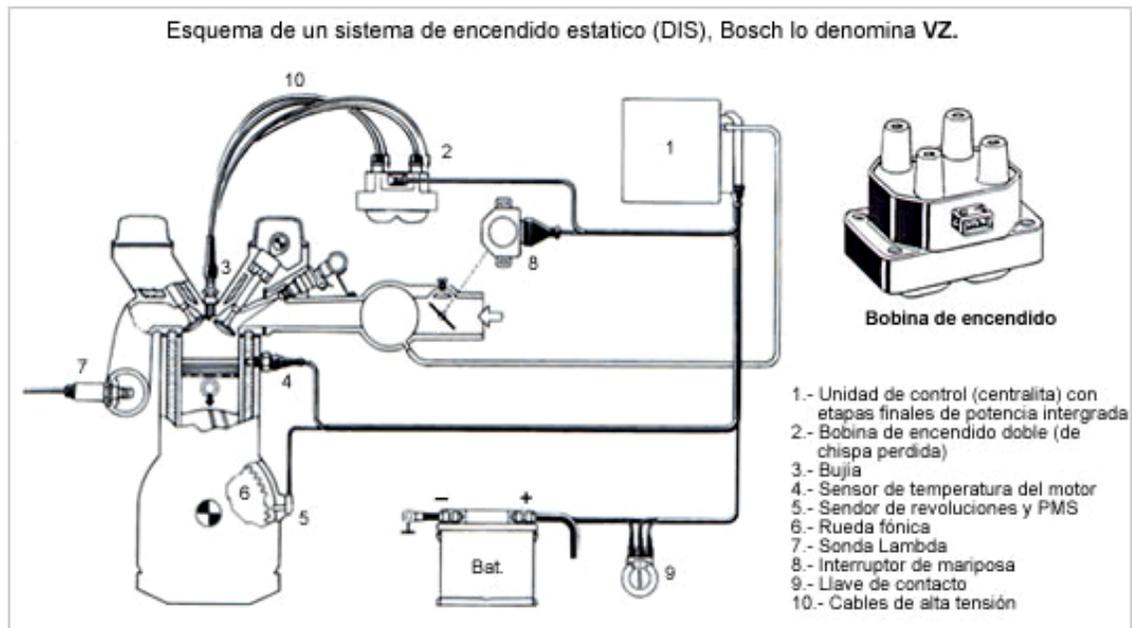
Fuente: [www.mecanicavirtual/inyecciongasolina.org](http://www.mecanicavirtual/inyecciongasolina.org)

#### 2.2.16.2.5 SISTEMA DE ENCENDIDO DIS

El sistema de encendido DIS (**D**irect **I**gnition **S**ystem) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor, se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Además la utilización del sistema DIS tiene las siguientes ventajas:

- Tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la chispa que impide inflamar la mezcla.
- Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, incluso se llegan a eliminar estos en algunos casos.
- Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.

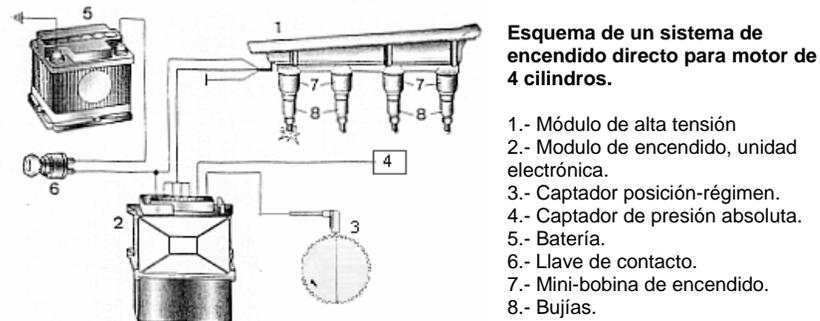
**Figura 31.**



Fuente: [www.mecnicavirtual/inyecciongasolina.org](http://www.mecnicavirtual/inyecciongasolina.org)

Una evolución en el sistema DIS ha sido integrar en el mismo elemento la bobina de encendido y la bujía (se eliminan los cables de alta tensión). (Ver más en Anexo 6)

**Figura 32.**



Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadeencendido.org](http://www.mecanicavirtual/sistemadeencendido.org)

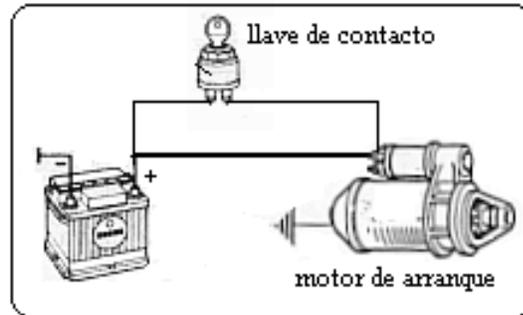
Las bujías utilizadas en este sistema de encendido son de platino sus electrodos, por tener como característica este material: su estabilidad en las distintas situaciones de funcionamiento del motor. El voltaje necesario para que salte la chispa entre los electrodos de la bujía depende de la separación de los electrodos y de la presión reinante en el interior de los cilindros. Si la separación de los electrodos esta reglada igual para todas las bujías entonces el voltaje será proporcional a la presión reinante en los cilindros.

### **2.2.17 SISTEMA DE ARRANQUE PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

El sistema de arranque consta de las siguientes unidades:

- Acumulador y cables.
- Motor de arranque e interruptor de solenoide.
- Unidad de transmisión al motor.
- Circuito de control.

**Figura 33. Sistema de arranque**

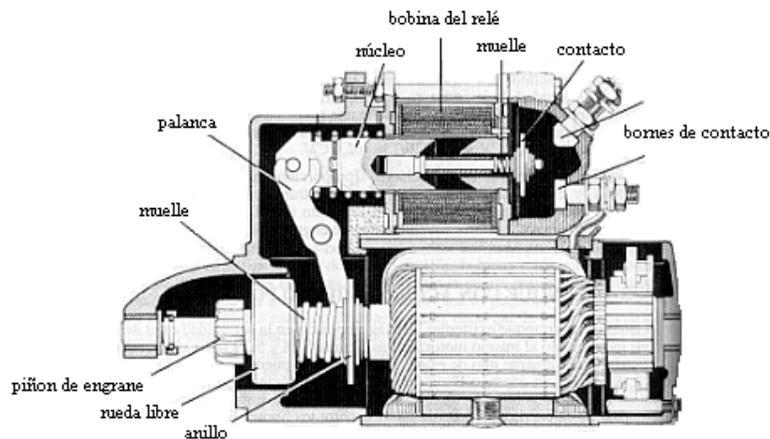


Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadearranque.org](http://www.mecanicavirtual/sistemadearranque.org)

El motor de arranque consta de dos elementos diferenciados:

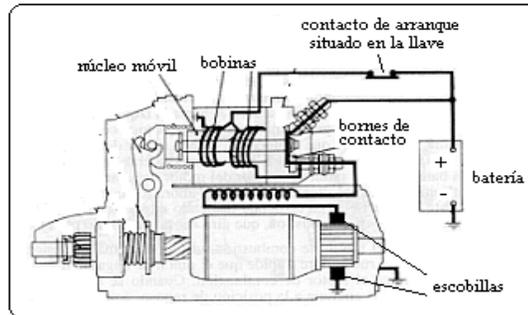
- El motor propiamente dicho que es un motor eléctrico ("motor serie" cuya particularidad es que tiene un elevado par de arranque).
- Relé de arranque: tiene dos funciones, como un relé normal, es decir para conectar y desconectar un circuito eléctrico. También tiene la misión de desplazar el piñón de arranque para que este engrane con la corona del volante de inercia del motor térmico y así transmitir el movimiento del motor de arranque al motor térmico.

**Figura 34. Partes mecánicas del motor de arranque**



Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadearranque.org](http://www.mecanicavirtual/sistemadearranque.org)

**Figura 35. Elementos eléctricos del motor de arranque**



*En la figura vemos resaltada la parte eléctrica del motor de arranque. Se ven claramente las dos bobinas eléctricas que forman el relé de arranque. También se ve el bobinado inductor y las escobillas, así como el circuito eléctrico exterior que siempre acompaña al motor de arranque*

Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadearranque](http://www.mecanicavirtual/sistemadearranque)

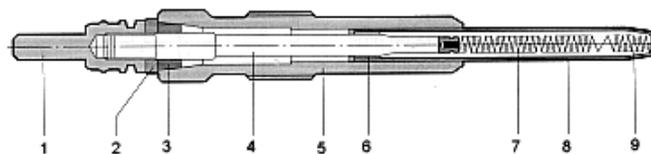
**Sistema de ayuda de arranque para los motores diesel:** Los motores Diesel cuando están fríos presentan dificultad de arranque o combustión ya que las pérdidas por fugas y de calor al comprimir la mezcla de aire-combustible, disminuyen la presión y la temperatura al final de la compresión. Bajo estas circunstancias es especialmente importante la aplicación de sistemas de ayuda de arranque.

### **Bujía de espiga incandescente:**

La espiga de la bujía esta montada a presión de forma fija y estanca a los gases de escape en un cuerpo de la bujía, y consta de un tubo metálico resistente a los gases calientes y a la corrosión, que lleva en su interior un filamento incandescente rodeado de polvo compactado de óxido de magnesio.

**Figura 36. Bujías de precalentamiento para motores Diesel**

Bujía de espiga incandescente GSK2



1- Enchufe de conexión; 2- Arandela aislante; 3- Junta doble; 4- Perno de conexión; 5- Cuerpo; 6- Junta del cuerpo calefactor; 7- Filamento calefactor y regulador; 8- Tubo incandescente; 9- Polvo de relleno.

Fuente: [www.mecanicavirtual.sistemadeayudaalsistemadearranque](http://www.mecanicavirtual.sistemadeayudaalsistemadearranque)

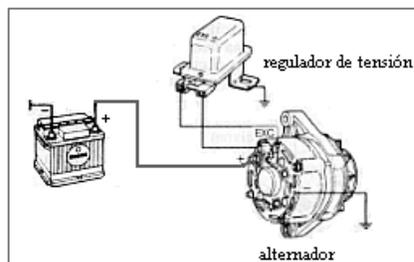
**Unidad de control de tiempo de incandescencia (GZS):** para la activación de las bujías de espiga incandescente, se dispone de un relé de potencia, de bloques de conmutación electrónica. Estos bloques controlan los tiempos de activación de las bujías de espiga incandescente, o realizan funciones de seguridad y de supervisión. Con la ayuda de sus funciones de diagnóstico, las unidades de control del tiempo de incandescencia más perfeccionada, reconocen también el fallo de bujías incandescentes aisladas, comunicándolo entonces al conducto. Las entradas de control hacia la unidad de control de tiempo de incandescencia están construidas como un conector múltiple, y la vía de corriente hacia las bujías de espiga incandescente se conduce mediante pernos roscados o conectores apropiados, con el fin de impedir caídas de tensión no deseadas.

### **2.2.18 SISTEMA DE CARGA PARA LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

El sistema de carga es el responsable de mantener el estado de la carga del acumulador, si el sistema de carga falla, el acumulador seguirá proporcionando energía por un lapso muy breve. Los componentes del sistema de carga son:

- Alternador
- Regulador
- Acumulador
- Instrumento indicador

**Figura 37. Circuito de un sistema de carga respectivamente**

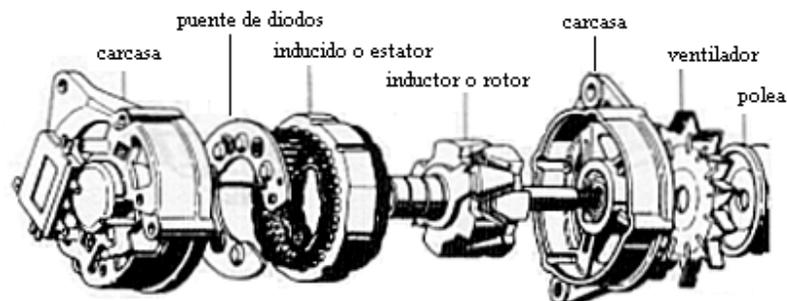


Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadearranque](http://www.mecanicavirtual/sistemadearranque)

**Alternador y sus componentes:** Es el encargado de proporcionar la energía eléctrica necesaria a los consumidores del automóvil (encendido, luces, motores de limpia-parabrisas, cierre centralizado, etc.), también sirve para cargar la batería. Además el alternador entrega su potencia nominal a un régimen de revoluciones bajo; esto le hace ideal, ya que el alternador carga la batería incluso con el motor funcionando a ralentí. El alternador igual que el motor de arranque se rodea de un circuito eléctrico que es igual para todos los motores. El borne positivo del alternador se conecta directamente al positivo de la batería y al borne + del regulador de tensión. La energía eléctrica proporcionada por el alternador esta controlada por el regulador de tensión, esta energía es enviada hacia la batería, donde queda almacenada, y a los circuitos eléctricos que proporcionan energía eléctrica a los distintos consumidores.

El alternador igual que el motor de arranque en la mayoría de los casos si se produce una avería se sustituye. La excepción se produce cuando la avería viene provocada por las escobillas, fallo frecuente y que se arregla fácilmente sustituyendo las escobillas desgastadas por unas nuevas. Otra avería podría ser la provocada por un falso contacto en los componentes eléctricos que forman el alternador debido a las vibraciones del motor o a la suciedad. Este fallo se arregla desmontando el alternador para limpiarlo y comprobar sus conexiones. Otro fallo habitual es el gripado de los rodamientos o cojinetes que se arregla sustituyendo los mismos.

**Figura 38. Despiece de un alternador**

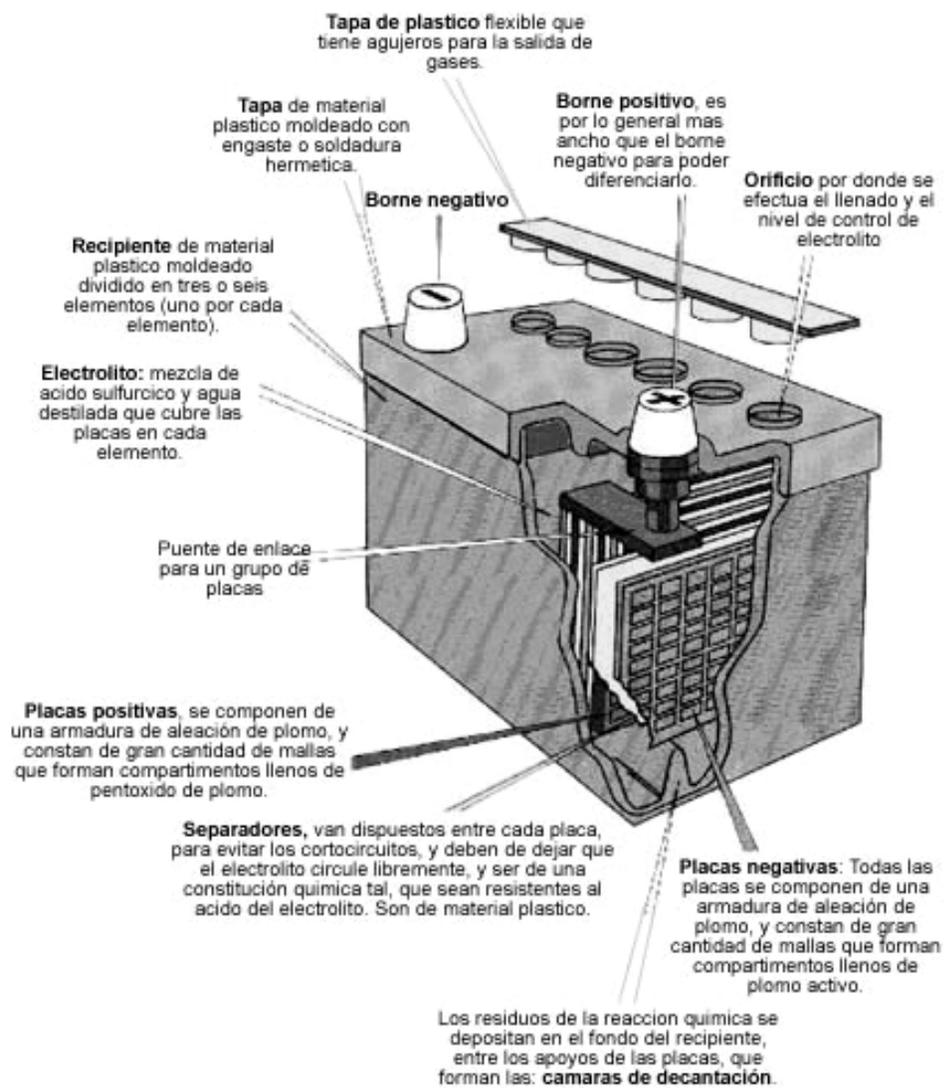


Fuente: [www.mecanicavirtual/sistemadearranque](http://www.mecanicavirtual/sistemadearranque)

**Batería:** Se entiende por batería a todo elemento capaz de almacenar energía eléctrica para ser utilizada posteriormente.

Los elementos que forman una batería se ven en la figura. El líquido que hay dentro de la batería, se llama electrolito, está compuesto por una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico, con una proporción del 34% de ácido sulfúrico y el resto de agua destilada. El nivel del electrolito debe estar un centímetro por encima de las placas.

**Figura 39. Sección de la batería**



Fuente: [www.mecanicavirtual.cursobateria.htm](http://www.mecanicavirtual.cursobateria.htm)

### 3. PRÁCTICAS A EFECTUARSE EN EL LABORATORIO

#### 3.1 PRÁCTICA No. 1. “SEGURIDAD EN EQUIPO Y HERRAMIENTA”

##### 3.1.1 OBJETIVO

- Determinar la calidad de seguridad en un laboratorio.
- Conocer como utilizar el equipo y la herramienta

##### 3.1.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos</li><li>• Manuales de fabricante</li><li>• Reglamento de laboratorio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipos de herramienta</li></ul>

##### 3.1.3 PROCEDIMIENTO

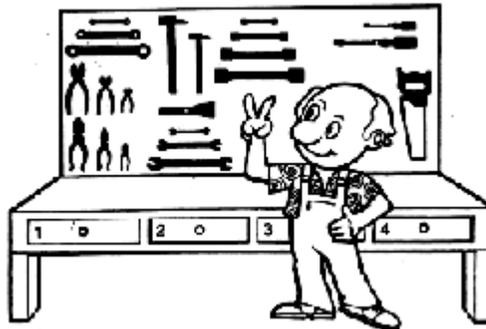
Para la realización de esta práctica es necesario que el catedrático de a conocer las normas y reglamentos del laboratorio para evitar accidentes y para complementar es necesario que tengamos presente lo siguiente:

**Accidente de trabajo:** Son los indicadores inmediatos y más evidentes de una mala condición de trabajo y, dada su frecuencia y gravedad, la lucha contra los accidentes es siempre el primer paso de toda actividad preventiva.

**Seguridad en las herramientas y equipos:** Muchas de las lesiones que se producen en los lugares de trabajo se deben a la mala utilización de herramientas, ya sean manuales o accionadas por motor. Las herramientas manuales más utilizadas son: martillos, cinceles, cuchillos, tenazas, alicates, destornilladores y llaves. Por eso se recomiendan las siguientes medidas preventivas:

- Se usarán solo para el trabajo que han sido diseñadas.
- Instrucción adecuada para la utilización de cada tipo de herramienta.
- Utilización de gafas protectoras cuando haya peligro de proyección de partículas.
- Utilización de guantes al manipular herramientas cortantes y productos calientes.
- Mantenimiento periódico (reparación, afilado, limpieza, etc.).
- Revisión periódica del estado de los mangos, recubrimientos, aislantes, etc.
- Almacenamiento en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tenga su lugar.

**Figura 40. Herramienta ordenada**



- Retirar de la zona de trabajo lo que no esté en uso y no se necesite.
- Tener solamente el equipo y la herramienta necesaria para la jornada.
- Evitar el apoyo de materiales en el piso utilizando bastidores con diferentes niveles, tarimas de madera, barras de apoyo y/o contenedores.
- Colocar cada cosa en su lugar después de haber sido utilizada.

### **Medidas de higiene personal y de protección individual en el laboratorio:**

- Prohibir que los estudiantes coman, beban o fumen en las zonas de trabajo.
- No guardar alimentos ni bebidas en el laboratorio.
- No llevar pulseras, colgantes o mangas anchas por el peligro de engancharse.
- Mantener en todo momento las batas bien abrochadas.
- Llevar zapatos adecuados.
- No llevar el pelo suelto, si tienen el pelo largo.

### **Precauciones De Seguridad**

Estas reglas deben ser observadas en toda prueba:

1. El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, pero letal; procure que el lugar tenga buena ventilación.
3. Verifique el nivel de aceite del motor antes de la prueba.
4. Verifique el nivel de refrigerante del radiador.
5. NO use la lámpara de tiempo muy cerca del ventilador, su luz produce la ilusión óptica de estar quieto y causar un accidente.
6. Nunca mire directamente al carburador.
7. NO toque las superficies calientes como múltiple de salida, radiador, mangueras, convertidor catalítico etc.
8. NO coloque herramientas sobre la batería puede causar cortos o dañarla internamente.
9. EL ácido de batería produce quemaduras, si tiene contacto neutralícelo con: Soda o bicarbonato de calcio y abundante agua.
10. Altos voltajes existen en el sistema secundario, use pinzas aisladas para cualquier desconexión que requiera.
11. El hidrógeno producido por la batería es explosivo.

Para determinar el aprendizaje de esta práctica se entregara un reporte de las señalizaciones que faltan realizar en el laboratorio.

## 3.2 PRÁCTICA No. 2. “DIFERENCIA ENTRE UN MOTOR OTTO Y UN DIESEL”

### 3.2.1 OBJETIVO

- Determinar las diferencias entre los motores de combustión interna.
- Aplicar los conocimientos de ingeniería para definir la eficiencia de los motores.

### 3.2.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maquetas de los motores Otto y Diesel, que están seccionados.</li><li>• Manual del fabricante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Información termodinámica.</li></ul>

### 3.2.3 PROCEDIMIENTO

Para realizar la siguiente práctica se requerirá que los estudiantes observen las dos maquetas de los motores y **realicen un listado de los componentes físicos que diferencian a los dos tipos de motores.** Después de realizar el listado de las diferencias, **determinar si es posible que los motores Diesel se pueden convertir a motores gasolina. ¿Por qué?** Realizado esto se tendrá una plenaria para resolución de dudas. Toda esta actividad tiene una duración de 1 hora.

### 3.3 PRÁCTICA No. 3. “VERIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN MECÁNICA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA”

#### 3.3.1 OBJETIVO

- Verificar las condiciones del motor.
- Determinar el funcionamiento del motor.

#### 3.3.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Liquido penetrante.</li><li>• Guantes de cuero.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor Diesel y Gasolina.</li><li>• Manual del fabricante.</li><li>• Lámpara estroboscópica.</li><li>• Compresímetro.</li><li>• Comprobador de fugas de cilindros.</li><li>• Multímetro.</li><li>• Estetoscopio.</li><li>• Compresor de aire comprimido.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copa para bujías raíz 1/2", de 13/16" y 5/8".</li><li>• Ratchet de 1/2" con extensión.</li></ul>

#### 3.3.3 PROCEDIMIENTO

Antes de iniciar la práctica es necesario colocar en el área de trabajo, las herramientas, y equipo a utilizar, siguiendo las instrucciones del catedrático, con el fin de optimizar el desarrollo de la práctica.

Para verificar la condición mecánica de un motor se necesitan procedimientos establecidos, que a continuación llevaremos a cabo:

**Inspección Visual:** al realizar una inspección visual se necesita que tengamos una observación detallada de cada elemento superficial que compone el motor, con el objetivo de determinar fugas visibles y palpables que nos indiquen cuales son las condiciones en las que se encuentra el motor.

**Inspección Auditiva:** para realizar esta inspección nos podemos auxiliar de un estetoscopio con el cual escucharemos los sonidos emitidos por el motor en funcionamiento, para determinar alguna anomalía en las condiciones que se encuentra. Se pretende encontrar sonidos distintos a una sincronización de funcionamiento normal.

**Inspección Práctica:** Esta inspección es la más importante, debido a que en este momento se aplican herramientas y los análisis técnicos para determinar la condición del motor. A continuación los pasos a seguir para realizar esta práctica:

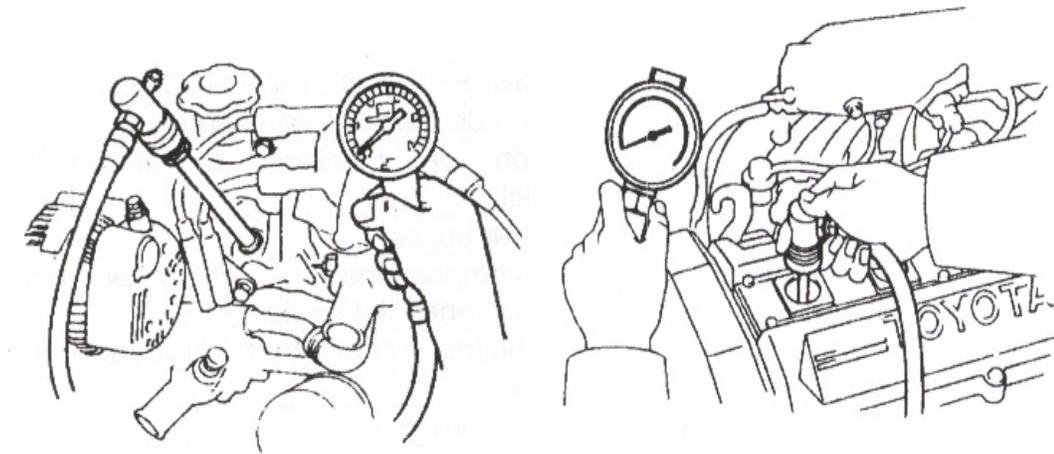
### **Medición de compresión:**

Para que los cilindros produzcan potencia uniforme, sus compresiones deben ser semejantes dentro de ciertos límites. Es tan importante comparar las presiones de compresión entre los cilindros como saber la compresión actual. Como tanto la temperatura del motor, la viscosidad del aceite y la velocidad de giro del motor influyen en los resultados de la prueba, se debe esperar algo de variación con respecto a las presiones especificadas. Sin embargo, las compresiones deberán ser semejantes entre los cilindros. Algunos fabricantes permiten una diferencia máxima de compresión de 15%; si se tiene una diferencia mayor, se deberán reparar los cilindros afectados.

## Motores Otto

1. Identificar el motor y seleccionar los datos y valores del fabricante: determinando el año, marca, serie y cilindrado del motor, identificar estos datos en el manual del fabricante y seleccione los valores máximos y mínimos de la presión de compresión.
2. Llevar el motor a temperatura normal de funcionamiento.
3. Desmontar fusibles de ignición y bomba eléctrica de combustible, tanto para motores diesel como gasolina.
4. Desmontar los cables de alta tensión y marcarlos para evitar confusión, desmonte las bujías del motor evitando ladear la llave de copa para no dañar la porcelana aislante de las bujías.
5. Colocar Compresímetro en el cilindro numero uno, se instala en la rosca de la bujía, haciéndolo girar manualmente hasta fijarlo.

**Figura 41. Instalación de compresímetro**



Fuente: Manual de practicas de Intecap. Pág. 3

6. Presionar el acelerador a fondo, dejándolo oprimido.

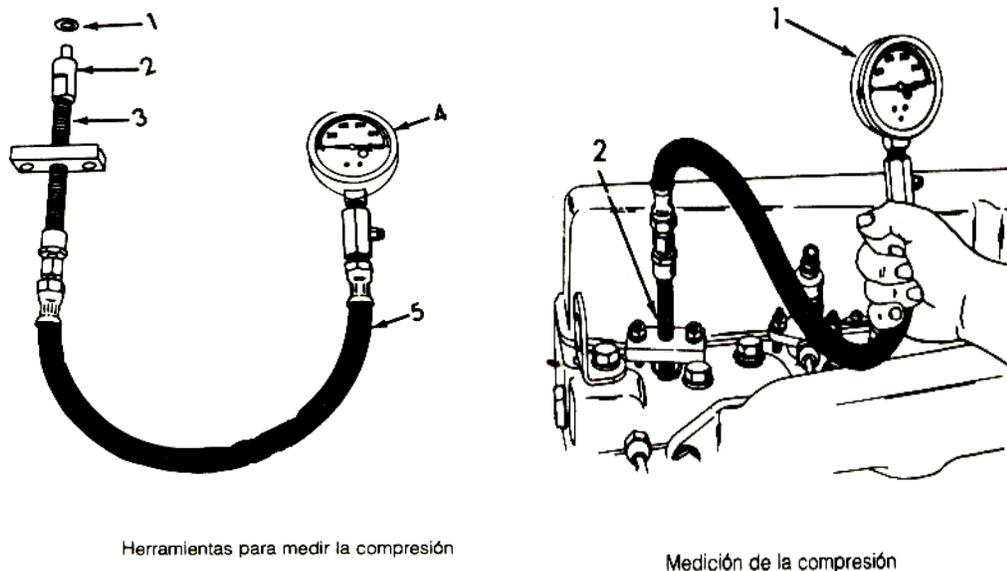
7. Accionar el motor de arranque por lo menos durante seis carreras de compresión, anote la lectura máxima de compresión y el número de ciclos necesarios para obtener la lectura. Repita la prueba en los cilindros restantes, dando vuelta al motor con el mismo número de ciclos que fueron necesarios para obtener la lectura máxima en el cilindro número uno.
8. Anotar la medición obtenida para todos los cilindros, y descargue el Compresímetro.
9. Comparar los datos obtenidos de las mediciones de todos los cilindros con las especificaciones del fabricante. Y elaborar un diagnostico de lo observado como sigue:
  - Normal: la compresión crece rápida y uniformemente hasta llegar a la compresión especificada en todos los cilindros.
  - Fuga en los anillos del pistón: la compresión es baja en el primer golpe, pero tiende a subir en los siguientes. No alcanza la presión normal del cilindro.

### **Motores Diesel**

1. Se aplican los pasos 1 al 3 de los motores Otto
2. Quite las bujías de precalentamiento, los tapones fusibles o los inyectores para poder conectar el probador de compresión.

Algunos motores se prueban a través del agujero del tapón fusible, otros en el agujero de las bujías de precalentamiento, en tanto que otros a través del agujero del inyector. Los probadores de compresión pueden estar equipados con adaptadores de atornillar o de presión, asegúrese de seguir las especificaciones del motor y las instrucciones del fabricante.

Figura 42. Medidor de compresión para diesel



1. Empaque de la tobera
  2. Tobera adaptadora
  3. Adaptador
  4. Conjunto de medidor de compresión
  1. Conjunto medidor de compresión
  2. Adaptador para el medidor de compresión
- Fuente: Manual de Mecánica Diesel, tomo 3. Thiessen, Frank J. Pág. 593

3. Se aplican los pasos 5 al 9 para todos los cilindros.

### **Prueba de fuga de cilindros:**

Las pruebas de fugas en los cilindros se hacen para determinar si las presiones de compresión se pueden fugar por los anillos al cárter, por las válvulas de escape al sistema de escape, por las válvulas de admisión al sistema de inducción, o por el empaque de la cabeza al sistema de enfriamiento o lubricación.

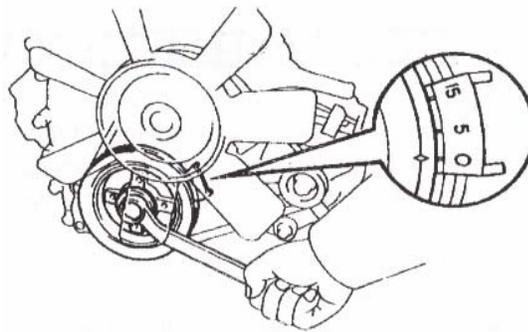
### **Motores Otto**

Después de haber realizado las mediciones de compresión y evaluar las comparaciones, proseguimos con la comprobación de fugas de cilindros.

1. Para lo cual retomamos los puntos del 1 al 4 del anterior proceso, y seguimos.

2. Colocar el pistón número uno en el punto muerto superior de compresión girando la polea del eje cigüeñal, asegurarse de que esté exactamente en el PMS del tiempo de compresión, por tres razones importantes: a) el pistón se bajara debido a la presión del aire sino esta en su PMS exacto; b) los anillos del pistón deben quedar al fondo de sus ranuras para esta prueba; c) las válvulas quedan cerradas con el pistón en esta posición. Localizando las marcas de sincronización en la polea del cigüeñal y en el frente del motor, haga coincidir las marcas.

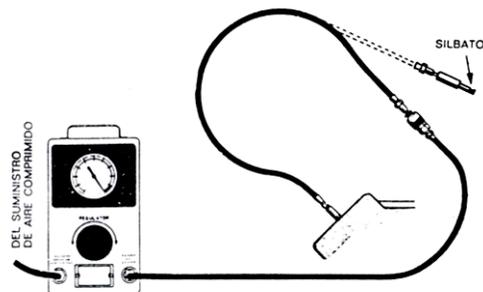
**Figura 43. Revisión de marcas de sincronización**



Fuente: Manual de practicas de Intecap. Pág. 8

3. Calibrar el medidor de fugas de compresión para facilitar la localización del PMS e instale la manguera flexible del medidor en el orificio de la bujía número uno.

**Figura 44. Medidor de fuga de cilindros**



Aplicación de un comprobador de fugas. El silbato se coloca para facilitar la localización del PMS en el primer cilindro (Sun Electric Corporation).

Fuente: Manual de reparación para motores de combustión interna. Pág. 125.

4. Preste atención para descubrir fugas de aire al sistema de escape en el tubo de escape; si hay, indica que hay fugas en las válvulas de escape. Trate de descubrir fugas de aire hacia el sistema de admisión; si hay, indica que la válvula de admisión tiene fugas. Trate de descubrir fugas de aire en el tapón del aceite o en el tubo de la varilla medidora; si hay, quiere decir que la fuga esta en los anillos del pistón. Fíjese si hay burbujas de aire en el medio de enfriamiento en el radiador; si hay, indica que el cilindro se fuga por la junta de la cabeza al sistema de enfriamiento.
5. Desconecte el tubo del aire del cilindro y repita la prueba en todos los cilindros.
6. Elaborar diagnostico de la estanqueidad de las cámaras.
7. Instalar todos los elementos desmontados.
8. Limpieza de toda la herramienta, equipo y área de trabajo.

### **Motor Diesel**

Se aplican los pasos del 1 al 5 de los motores Otto

Algunos motores se prueban a través del agujero del tapón fusible, otros en el agujero de las bujías de precalentamiento, en tanto que otros a través del agujero del inyector. Los probadores de compresión pueden estar equipados con adaptadores de atornillar o de presión, dependiendo del uso; asegúrese de seguir las especificaciones del motor y las instrucciones del fabricante.

### **Preguntas:**

1. ¿Por qué las compresiones se miden con el motor a temperatura normal de funcionamiento?
2. ¿Cuál es el objetivo de revisar la presión de compresión de los cilindros?
3. ¿Cuál es el objetivo de hacer la prueba de fuga de cilindros?

### 3.4 PRÁCTICA No. 4. “DESARMADO E INSPECCIÓN DEL MOTOR”

#### 3.4.1 OBJETIVO

- Determinar la forma de desarmar un motor de combustión interna.
- Inspeccionar un motor desarmado
- Determinar el tipo de mantenimiento que ha tenido el motor.

#### 3.4.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Líquido penetrante.</li><li>• Bandeja para depositar el aceite.</li><li>• Bandeja para depositar el refrigerante.</li><li>• Bandejas para lavar piezas.</li><li>• Combustible.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor gasolina y motor diesel.</li><li>• Pistola neumática de impacto raíz ½”.</li><li>• Compresor de aire.</li><li>• Extractor del filtro de aceite.</li><li>• Extractor de polea.</li><li>• Extractor de Válvulas.</li><li>• Pinzas para desmontar anillos del pistón.</li><li>• Juego de micrómetros.</li><li>• Espectrofotómetro de absorción atómica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de llaves mixtas milimétricas</li><li>• Juego de copas milimétricas raíz de ½”</li><li>• Extensión mediana, larga raíz de ½”</li><li>• Maneral raíz ½”.</li><li>• Ratchet raíz ½”.</li><li>• Juego de alicates.</li><li>• Juego de destornilladores planos.</li><li>• Juego de destornilladores en cruz.</li><li>• Martillos de diferentes tipos.</li></ul>

### 3.4.3 PROCEDIMIENTO

La realización de esta practica se hace con la finalidad de conocer los pasos para desarmar un motor y así diagnosticar cual fue la falla del motor o el estado de funcionamiento que este tenia antes de ser desarmado, también en el listado de materiales esta liquido penetrante, el cual lo utilizaremos en lugares donde los tornillos estén pegados ya sea por corrosión u oxidación. Para lo cual se presentan los siguientes pasos a seguir:

#### **Desarmado:**

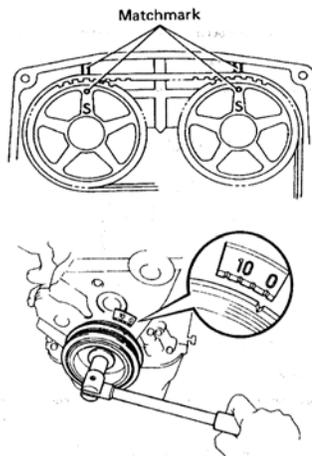
#### **Motores Otto**

Preparar el equipo, herramienta y materiales a utilizar.

1. Identificar el motor y seleccionar los datos y valores del fabricante.
2. Desconectar los cables de la batería. **Pregunta: ¿Cuál es el cable que se desconecta primero? ¿Por qué?**
3. Quite el filtro de aire y su ducto. Descargue la presión de combustible en los motores con inyección, y descargue los tubos de suministro y retorno de combustible en los motores carburados.
4. Desconecte el subgrupo de alambres del compartimiento del motor en la caja de fusibles, y el cable de tierra.
5. Desconecte el cable de aceleración.
6. Desconecte en las bujías sus cables, los conectores eléctricos y mangueras de vacío en el distribuidor, marquelos en su posición.
7. Desmonte el distribuidor.
8. Drenar el aceite y el refrigerante del motor y desmontar el filtro del motor.
9. Desmontar la bomba de impulsión de agua. **¿Por qué impulsión?**
10. Desmontar mangueras y el radiador.
11. Desmontar múltiple de escape y múltiple de admisión.

12. Desconectar líneas del sistema de emisión de gases.
13. Desmontar tapadera de válvulas.
14. Sincronizar el tiempo del motor (eje de levas, eje cigüeñal).

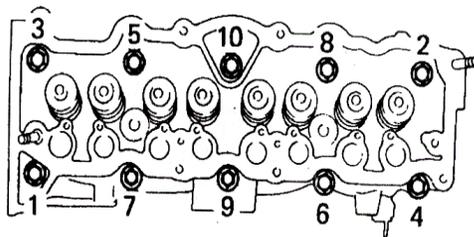
**Figura 45. Sincronización de los tres puntos**



Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 26

15. Extraer la unidad tensora de la faja.
16. Extraer la faja dentada, cadena o engranajes.
17. Desmontar la cabeza de cilindros.

**Figura 46. Secuencia de desmontaje de pernos de sujeción de la culata**



Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 37

18. Desmonte el volante y retirarlo del motor, extraiga el retenedor y limpie su alojamiento.
19. Desmontar el cárter, los pistones con sus bielas y marcar su posición.

20. Desmonte el eje cigüeñal y sus cojinetes.
21. Desmontar el eje de levas.
22. Limpiar y proporcionar mantenimiento básico al equipo y herramienta utilizada.
23. Limpiar y ordenar área de trabajo.

### **Para motores Diesel**

Se toman los pasos anteriores con la diferencia que:

- En donde se sincroniza el tiempo, también se sincroniza la bomba de inyección.
- Desconectar las bujías de precalentamiento.

### **Inspección**

Todas las inspecciones a realizar se harán con la utilización del manual del fabricante el cual establece las mediciones o ajustes de los componentes así como los pasos a seguir.

### **Motores Otto**

1. Verificar el funcionamiento del termostato.
2. Verificar el estado de la bomba de agua.
3. Verificar estado del radiador y las mangueras.

**Figura 47. Revisión del estado de las mangueras**



Fuente: Manual de practicas de Intecap. Pág.15

4. Inspeccionar la deformación de la culata.
5. Inspección de los balancines, articulaciones esféricas, en busca de grietas, asperezas, quemaduras, muescas o desgaste.
6. Inspección del eje de balancines.
7. Inspección de los taques, si los utiliza.
8. Inspeccionar la faja dentada, cadena o tren de engranajes de distribución.
9. Inspeccionar el tensor de la faja.
10. Inspeccione la deformación de la superficie del bloque de cilindros, el diámetro de los cilindros.
11. Inspección de la bomba de aceite según lo determina el fabricante.
12. Inspeccionar el desgaste de los anillos, pistón, tejas de biela y centrales.
13. Inspeccionar el cigüeñal, midiendo los lóbulos para determinar el desgaste.
14. Inspeccionar los ductos de lubricación.
15. Inspección del eje de levas.

### **Motores Diesel**

Todos los pasos anteriores y:

1. verificación de las bujías de precalentamiento.

La finalidad de esta práctica es cumplir el objetivo y a la vez que se tengan claro los conceptos teóricos. Por la misma situación se pretende que el estudiante observe el desgaste que ha tenido el motor, con lo que podrá determinar si ha sido desgaste normal porque ha tenido un mantenimiento adecuado, o por falta de mantenimiento.

### 3.5 PRÁCTICA No. 5. “MEDICIÓN DE AJUSTES Y ARMADO DEL MOTOR”

#### 3.5.1 OBJETIVO

- Conocer como se arma un motor.
- Determinar los ajustes pertinentes para el motor.

#### 3.5.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Líquido penetrante.</li><li>• Sellador de tornillos (loctite).</li><li>• Plastigage.</li><li>• Aceite para motor.</li><li>• Juego de empaques de motor.</li><li>• Refrigerante.</li><li>• Combustible.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor gasolina y motor diesel.</li><li>• Manual del fabricante.</li><li>• Compresor de aire.</li><li>• Tijeras para desmontar los anillos del pistón.</li><li>• Juego de micrómetros.</li><li>• Llave Dinamométrica o Torquímetro.</li><li>• Manual del fabricante.</li><li>• Compresor de anillos.</li><li>• Calibrador de válvulas.</li><li>• Calibrador de bujías.</li><li>• Lámpara estroboscópica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de llaves mixtas milimétricas</li><li>• Juego de copas milimétricas raíz de 1/2”</li><li>• Extensiones medianas, largas raíz de 1/2”</li><li>• Maneral raíz 1/2”.</li><li>• Ratchet raíz 1/2”.</li><li>• Juego de alicates.</li><li>• Juego de destornilladores planos.</li><li>• Juego de destornilladores en cruz.</li><li>• Martillos de diferentes tipos.</li></ul>

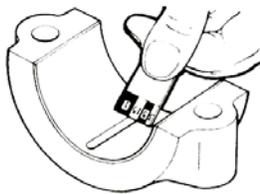
### 3.5.3 PROCEDIMIENTO

El catedrático deberá indicarle la aplicación de las medidas de seguridad personal y del equipo que se requieren para el armado y mediciones de ajuste para el motor, depende del motor que se este trabajando, en algunos el fabricante recomienda que a los tornillos de sujeción se les unte el sellador, todas las mediciones se realizaran como lo establece el manual del fabricante, así como en el armado el apriete de los tornillos.

#### Medición de ajustes

1. Preparar el equipo, herramienta y materiales a utilizar siguiendo las instrucciones del catedrático, con el fin de optimizar el desempeño.
2. Medición de la deformación de la superficie plana del bloque de cilindros.
3. Medición de diámetro de los cilindros.
4. Medición de diámetro de bancadas centrales.
5. Colocar el eje cigüeñal en el bloque de cilindros y medir la holgura de aceite en los cojinetes centrales. Corte tiras de plastigage (calibrador plástico) de igual longitud que el ancho de los muñones centrales y colóquelos sobre estos longitudinalmente, respecto del cigüeñal. Monte cuidadosamente las tapaderas de bancada y apriete los tornillos según orden y torque especificado por el fabricante. Luego afloje las bancadas y retírelas de su lugar, observe y mida la holgura.

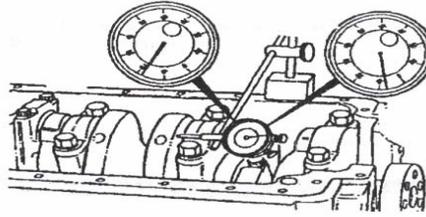
**Figura 48. Medición de holgura de lubricación**



Fuente: Manual Chilton modelos 1987-91. Tomo 5. Pág. 1321

6. Verificar el juego axial del cigüeñal con micrómetros de cuadrante y con calibrador de hojas.(según el fabricante)

**Figura 49. Medición del juego axial**



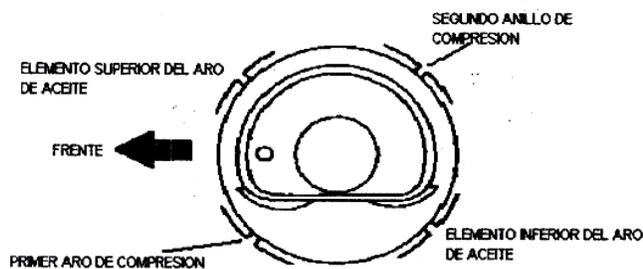
Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 64

7. Medir la holgura de aceite de los cojinetes de biela de la misma manera que el paso 5.
8. Ajuste de los pistones en los cilindros.
9. Medición de la holgura de los extremos de los anillos.
10. Medición de la holgura de los anillos en los pistones.
11. Medir presión de resortes de válvulas.
12. Revisar el asiento de válvula.
13. Medir el vástago de válvula.

### **Armado del motor**

1. Limpieza del bloque y todos los elementos que conforman el motor.
2. Instalación del cigüeñal en las tejas centrales y torquarlo según lo especificado por el fabricante.
3. Instalación de anillos en el pistón. Conforme el fabricante lo especifique.

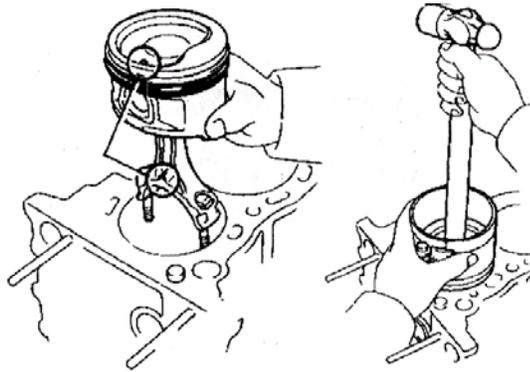
**Figura 50. Instalación de anillos**



Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 72

4. Montaje de pistones en la cabeza de cilindros.

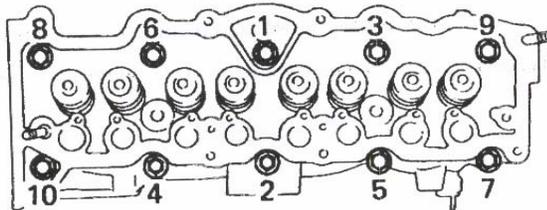
**Figura 51. Montaje de pistones**



Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 68

5. Torquear cada cojinete de biela con el cigüeñal según lo especifica el fabricante.
6. Colocar tapadera frontal y posterior del bloque.
7. Montar bomba de aceite, cebada con lubricante limpio.
8. Montar cárter.
9. Montar volante y torquearlo según especificación de fábrica.
10. Armado de la culata.
11. Instalación de empaque de culata.
12. Torquear la culata según especifica el fabricante.

**Figura 52. Apriete de los pernos de sujeción según el orden del fabricante**



Fuente: Manual de capacitación de Intecap. Pág. 45

13. Instalar eje de levas, sus auxiliares y los elementos de sincronización.
14. Calibrar válvulas según especificaciones del fabricante.

15. Montar tapadera de válvulas.
16. Instalar bomba de agua.
17. Instalar mangueras y el radiador.
18. Instalar los filtros de aceite, de aire, de combustible, el lubricante y el refrigerante.
19. Conectar las conexiones eléctricas
20. Instalar los cables del acumulador iniciando por el positivo.
21. Limpiar y proporcionar mantenimiento básico al equipo y herramienta.

**Preguntas:**

- 1) ¿Cuál es la importancia de medir los ajustes del motor? Si la lubricación mejora conforme la tecnología esta avanzando.
- 2) ¿Qué lubricante según grafica de viscosidades es preferible, el monogrado o el multigrado? ¿Por qué?

### 3.6 PRÁCTICA No. 6. “PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR”

#### 3.6.1 OBJETIVO

- Determinar la importancia de la sincronización del tiempo del motor.
- Conocer cuales son los pasos antes de poner en marcha un motor.

#### 3.6.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Liquido penetrante.</li><li>• Refrigerante.</li><li>• Lubricante.</li><li>• Agua destilada.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor Otto y Diesel.</li><li>• Compresímetro.</li><li>• Lámpara estroboscópica.</li><li>• Manual del fabricante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copa para bujías raíz de ½”.</li><li>• Cepillo de alambre.</li></ul>

#### 3.6.3 PROCEDIMIENTO

Es muy importante que antes de realizar la práctica con el motor y sus sistemas auxiliares, se tengan presentes las reglas de seguridad para evitar accidentes y que ponen en riesgo la integridad física de los estudiantes en el laboratorio. Antes de poner en marcha un motor que no estaba funcionando, se necesita lo siguiente:

##### Motores Otto

1. Preparar el equipo, herramienta y materiales a utilizar.
2. Revisar los niveles de refrigerante, lubricante y agua destilada para el acumulador.
3. Revisar el orden del encendido.

4. Revisar las bujías.(Selección de bujías en Anexo 7)
5. Revisar la tasa de distribuidor de chispa.
6. Revisar conexiones eléctricas.
7. Revisar el sistema de alimentación de combustible.
8. Revisar la instalación de mangueras.
9. Arrancar el motor.
10. Después de haber realizado los pasos debemos determinar el buen funcionamiento del motor.
11. Apagar el motor.
12. Limpiar y proporcionar mantenimiento básico al equipo y herramienta utilizada.
13. Limpiar y ordenar área de trabajo.

### **Motores Diesel**

Todos los pasos anteriores y los siguientes:

1. Revisar trampa de agua (ver anexo 4), para los motores diesel
2. Revisar el sistema de las bujías de precalentamiento para motores diesel.

La finalidad de esta práctica a parte de cumplir con los objetivos anteriormente descritos, es que como estudiantes de ingeniería deben conocer cuales son los pasos para poner en marcha el motor.

### 3.7 PRÁCTICA No. 7. “AFINACIÓN DEL MOTOR”

#### 3.7.1 OBJETIVO

- Conocer los elementos de afinación para un motor de combustión interna.
- Determinar la secuencia de la afinación.

#### 3.7.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Lubricante.</li><li>• Refrigerante.</li><li>• Agua destilada.</li><li>• Lija.</li><li>• Filtro de aire.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor Otto o Diesel.</li><li>• Calibrador de galga.</li><li>• Calibrador de Bujías.</li><li>• Multímetro digital.</li><li>• Manual del fabricante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Copa para bujías raíz de ½”.</li><li>• Juego de llaves milimétricas y en pulgadas.</li><li>• Ratchet.</li><li>• Juego de destornilladores planos y de cruz.</li></ul>

#### 3.7.3 PROCEDIMIENTO

En la afinación del motor se corrigen anomalías encontradas que ponen a punto el motor, es decir, optimiza sus características de funcionamiento.

##### Motores Otto

- Calibración de válvulas.
- Revisión o cambio de filtro de aire, de aceite y de combustible.

- Revisión de cables de bujías por medio de la medición de resistencia de los cables o con equipo especial, si es necesario se cambian.
- Revisión de tasa de distribución se observa que no tenga grietas, desgaste excesivo, se determina si se cambia o no.
- Revisar las bujías.
- Cambio de lubricante.
- Revisión del refrigerante.
- Revisión de la presión del tapón de radiador.
- Revisión de presión o fugas dentro del sistema de enfriamiento.
- Revisión del nivel de electrolito dentro del acumulador.
- Revisar la sincronización del encendido. Observando la sincronización con la lámpara estroboscópica a temperatura normal de funcionamiento del motor.

### **Motor Diesel**

- Limpie el exterior del motor. Se debe hacer hincapié en la importancia de la limpieza al trabajar los motores diesel y en los sistemas de inyección de combustible.
- Cambie el aceite del motor y los filtros de aceite, esta operación se realiza a intervalos recomendados de tiempo y kilometraje.
- Revisar el nivel del medio de enfriamiento.
- Revise si hay tornillos, tubos, conexiones, soportes y pedestales del montaje flojos.
- Revise el sistema de admisión de aire, así como todas las mangueras, tubos y conexiones del sistema de admisión.
- Revise el sistema de escape.
- Servicio al sistema de combustible, tubería, bomba, filtro de combustible, trampa de agua.
- Quitar, probar y calibrar los inyectores si es necesario.

- En caso necesario se debe hacer una prueba de compresión al motor.
- Ajuste de la holgura de las válvulas del motor.
- Revise el eslabonamiento del acelerador, asegúrese que puede moverse a todo lo largo de su carrera y no se atore en algún lugar.
- Revise los indicadores del motor montados en el tablero de instrumentos.

Estos son los elementos de una afinación y están conforme la secuencia de afinación. Ahora hay que realizar las actividades de desarmar, calibrar y limpiar conforme lo describe el fabricante.

La ingeniería mecánica influye dentro de la afinación de maquinaria industrial, como lo son los motores de combustión interna debido a que, el ingeniero debe tener planes de mantenimiento de la maquinaria para alargar su vida útil, y no generar paradas no deseadas dentro de la generación de un trabajo. Los estudiantes de ingeniería mecánica, son los que deben mantener clara la idea de ser ingenieros.

### 3.8 PRÁCTICA No. 8. “ELABORACIÓN DE CARTA DE AFINACIÓN”

#### 3.8.1 OBJETIVO

- Elaborar carta de afinación.
- Determinar la importancia de tener cartas de afinación.

#### 3.8.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Hojas de papel bond.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maqueta de motores Otto y Diesel.</li><li>• Manual del fabricante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hojas de control de funcionamiento.</li></ul>

#### 3.8.3 PROCEDIMIENTO

Para ejecutar la siguiente práctica el estudiante deberá realizar una carta de afinación teniendo como guía un ejemplo de carta de afinación. Solo que para este ejemplo lo realizaremos en base a kilometraje, pero el que va a realizar será en horas.

Ejemplo:

**Tabla VI. Afinación para motor Diesel**

SERVICIO DE AFINACION MOTOR DIESEL	4KD	3KD	2KD	1KD
Lavado de motor	L	L	L	L
Cambio de aceite	C	C	C	C
Cambio de filtro de aceite	C	C	C	C
Filtro de aire	R	R	R	R
Batería	R	R	R	
Fajas exteriores	R	R	R	
Filtro de combustible	C	C		
Revisión del sedimentador de agua (trampa de agua)	R	R		
Faja dentada	R			
Revisión de mangueras y conexiones de refrigerante	R	R	R	
Refrigerante del sistema de enfriamiento	C	R	R	R
Líneas de combustible, tapón y conexiones	R			
Revisión de calibre de válvulas	R			
Sistema PCV	R	R		
Humo de Diesel	R	R		

KILOMETRAJE	MESES	No. DE SERVICIO
5000	4	1KD
10000	8	2KD
20000	16	3KD
40000	32	4KD

NOTACION	SIGNIFICADO
R	Revisar
C	Cambiar
L	Lavar

Fuente:  
Toyota.  
Servicio de  
mantenimien  
to. Pág. 452

La importancia de una carta de afinación es que se pretende obtener un mantenimiento preventivo eficiente para el buen funcionamiento de los motores de combustión interna. Dentro de la industria se requiere que el ingeniero encargado del mantenimiento este en la capacidad de realizar cartas de mantenimiento, para no afrontar mantenimientos correctivos en momentos menos inesperado, con lo que se provoca un paro innecesario, generando así pérdidas en la producción.

### 3.9 PRÁCTICA No. 9. “DIAGNÓSTICO DE FALLAS”

#### 3.9.1 OBJETIVO

- Aplicación de la teoría en la práctica para determinar fallas.
- Aplicación de maquinaria y de historial de los motores.

#### 3.9.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motores Otto y Diesel</li><li>• Manual del fabricante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documentación del funcionamiento de los motores de combustión interna.</li><li>• Información del mantenimiento ejercido en los motores y fallas percibidas.</li></ul>

#### 3.9.3 PROCEDIMIENTO

Para la realización de esta actividad se necesita hacer una tabla de diagnostico como la siguiente y después efectuar las posibles soluciones. Para ello es necesario tener claro que los motores en su funcionamiento pueden fallar por falta de mantenimiento, por mantenimiento inadecuado y con lo cual produce fallas consecutivas. Y para la realización, tenemos un ejemplo en la tabla siguiente:

Tabla VII.

CAUSAS		SINTOMAS							
		MARCA MINIMA MAL FUNCIONAMIENTO, BORBOTEOS FALTA DE POTENCIA	HUMO BLANQUIAZUL HUMO NEGRO MARCHA MINIMA BRUSCA, VIBRACION DEL MOTOR	ALTO CONSUMO EXCESIVO EN EL ESCAPE	VELOCIDAD EXCESIVA DEL CONSUMIBLE	EL MOTOR NO ARRANCA ARRANQUE DIFICIL			
1. Ajuste del varillaje de acelerador									
2. Varillaje de acelerador pegado, trabado.									
3. Ajuste incorrecto de gobernador (externo)									
4. Ajuste incorrecto de gobernador (interno)									
5. Restricción del filtro de aire									
6. Exceso de aceite en el filtro de aire									
7. Alimentación incorrecta de combustible									
8. Baja presión de alimentación de combustible									
9. Válvula de retorno con fugas o pegado en abierto									
10. Filtro de combustible restringido obstruido									
11. Fugas de aire en el sistema de combustible									
12. Purga incorrecta, tanque de combustible									
13. Tubo de retorno al tanque obstruido									
14. Tubos para alta presión restringidos									
15. Sincronización de la bomba con el motor									
16. Sincronización de válvulas del motor									
17. Pegadura de cremalleras o de bomba de inyección									
18. Tuberías defectuosas con fugas, gastados									
19. Presión de apertura de tuberías incorrecta									
20. Torsión incorrecto de taberas									
21. Válvula de tabera pegada									
22. Válvula de entrega pegada o con fugas									
23. Bomba de transferencia de combustible no funciona									
24. Tubo de escape o silenciador obstruidos o apostados									
25. Impulsión de la bomba, gastada									
26. Sincronización incorrecta adelantada o atrasada									
27. Combustible incorrecto, contaminado con agua, grado o tipo incorrecto									
28. Bomba de aceite sucia u obstruida									
29. Sistema de lubricación restringido									
30. Nivel de aceite muy alto									
31. Nivel de aceite muy bajo									
32. Aceite muy grueso contaminado									
33. Desviación de soportes del motor									
34. Motor frío									
35. Motor sobrecalentado									
36. Baja compresión									
37. Fugas por juntas de culatas									
38. Depósitos excesivos de carbón en las cámaras de Combustion									
39. Guías de válvulas, gastadas o pegadas									
40. Pistones o anillos pegados, gastados o rotos.									
41. Embolo de bomba pegados									
42. Embolos de bomba gastados									
43. Rodillos o levas de bomba gastados									
44. Respiradero del tanque obstruido									
45. Válvula del tanque cerrado, no hay combustible									
46. Tubos o filtros de combustible obstruidos									
47. Presión incorrecta de disparo de tuberías									
48. Impulsión de la bomba roto									

Fuente: Equipos industriales. Guía práctica para reparación y mantenimiento. Pág. 225

Para la realización de la tabla es importante, tener la información del fabricante y el tipo de mantenimiento que se le da al motor. Con una tabla de diagnostico se puede tener un mejor control en el funcionamiento de los componentes del motor.

**Preguntas:**

1. ¿Cuál es el propósito de diagnosticar fallas?
2. ¿Cómo se detectan las fallas?

### **3.10 PRÁCTICA No. 10. “CONTROL DE EMISIÓN DE GASES PARA MOTORES DIESEL Y GASOLINA”**

#### **3.10.1 OBJETIVO**

- Conocer los componentes que conforma el sistema de control de emisión de gases.
- Aplicar los analizadores de gases, para determinar el grado de contaminación de los motores de combustión interna.
- Determinar las condiciones de los componentes para un buen funcionamiento y menos contaminación.
- Mejorar o eliminar las emisiones nocivas.

#### **3.9.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR**

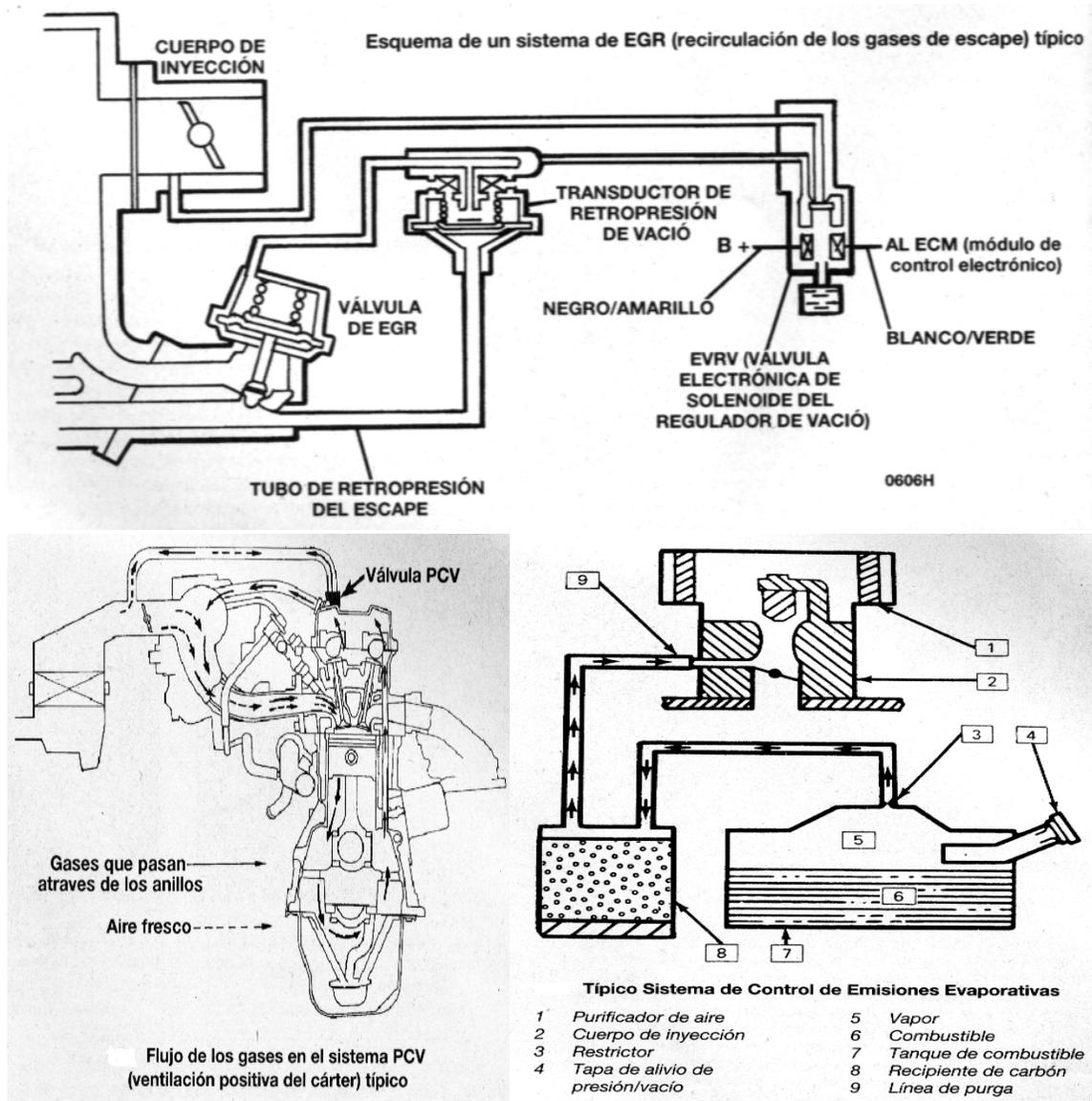
Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe</li><li>• Gasolina o Diesel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor Otto y Diesel.</li><li>• Analizador de gases.</li><li>• Multímetro.</li><li>• Tacómetro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarmadores planos.</li><li>• Desarmadores de cruz.</li><li>• Llaves milimétricas.</li><li>• Llaves inglesas.</li><li>• Alicates.</li></ul>

#### **3.9.3 PROCEDIMIENTO**

Para la realización de esta práctica es necesario tener presente las normas de seguridad, la protección necesaria, para que no ocurran accidentes innecesarios. En primer lugar debemos conocer los elementos fundamentales de control de emisión de

gases en un motor de combustión interna (ver más en Anexo 8). Para ello tenemos la siguiente figura:

**Figura 53. Sistema EGR, PCV y emisiones evaporativas de los gases.**



Fuente: Haynes H. John. Manual de inyección de combustible. Págs. 3A-24, 3A-27 y 3A-29

En esta figura se observan los componentes de los controles de emisión de gases que el motor lleva según su fabricación. Para la verificación del buen funcionamiento de estos componentes es necesario, realizar un diagnostico con analizador de humos el cual ayudara a obtener resultados satisfactorios en como esta funcionando el motor.

**Figura 54. Analizador de gases de escape.**



Fuente: [www.principal.htm](http://www.principal.htm)

### **Puesta a punto del analizador de gases**

1. Se debe encender e inicializar el analizador de gases asegurándose del correcto estado de mantenimiento y calibración del mismo, de acuerdo con las instrucciones contenidas en el manual de operación provisto por el fabricante.
2. Conecte la unidad a la red de alimentación. Observe que el voltaje sea igual al de la placa de identificación.
3. Conecte la sonda de prueba a la entrada de los filtros en la parte posterior del equipo. NO inserte el otro extremo a la salida de los gases del motor.
3. Prenda la unidad con el interruptor localizado en la parte posterior.

4. Se debe eliminar de los filtros y de la sonda partículas de distintos materiales, el agua o la humedad y toda sustancia extraña que pueda alterar las lecturas de la muestra.
5. Teniendo tapada la aguja de toma de gases se chequea que el aparato emita el mensaje LOF en todos sus display a fin de verificar la fiabilidad de la lectura.
6. Se realiza la prueba de fugas según el manual. En caso de existir una fuga se mostrará el aviso LEC.
7. La activación del analizador, antes de realizar cada prueba, deberá estar sujeta a la comprobación automática de residuos. Antes de efectuar una nueva medición se deberá esperar a que las lecturas del analizador de gases vuelvan al mínimo, con la sonda de gases en contacto con el ambiente. La condición que debe cumplirse es de HC  $\leq$  20 p.p.m. Si los residuos de HC no descienden por debajo de los 20 p.p.m. dentro de los 150 segundos siguientes, el analizador deberá bloquearse automáticamente y deberá aparecer el siguiente mensaje en pantalla: "posible filtros sucios en la línea de muestra". De igual manera, antes de realizar cada prueba, el sistema deberá incorporar una calibración periódica automática de los rangos de tolerancia, conocida como autocero, que incluya una indicación visual en la pantalla del equipo, la cual deberá indicar al técnico que este proceso se está realizando.
8. Después de encender el analizador puede ocurrir:
  - Autoprueba
  - Calentamiento: durante el tiempo de calentamiento: El display "CO" mostrará "SUN". El display "CO2" mostrará el tiempo que falta para completar el calentamiento. El display "HC" mostrará la revisión de software. Los otros indicadores estarán oscuros. La bomba de vacío deberá estar funcionando. Este tiempo no puede ser evitado.
  - Luego del tiempo de calentamiento, comienza la autocalibración durante 25 seg.
9. Una vez el analizador de gases ha realizado la prueba de residuos y el autocero, un mensaje en la pantalla del mismo indicará al operador que puede introducir la sonda de prueba al tubo de escape del motor, a la profundidad indicada por el fabricante.

Si el diseño del tubo de escape del motor no permite que sea insertada a esta profundidad, se requiere del uso de una extensión del tubo de escape.

10. Se acondiciona el analizador de acuerdo a las características del motor. (Tipo de encendido, N° de tiempos, N° de cilindros).

11. Selección del tipo de combustibles.

12. Selección de la relación Aire - Combustible (l).

13. Se enciende el motor en marcha lenta.

14. Se conecta la aguja de toma de gases al tubo de escape sólo cuando esté listo para tomar la muestra.

15. Fijándose en el tablero, se lleva el motor a que tenga una mezcla lo más rica posible; lo cual se logra graduando el tornillo de regulación de mezcla en vacío, variando la relación AIRE - COMBUSTIBLE.

#### **Puesta a punto del motor.**

1. Una vez en marcha el motor verificar que llegue a su temperatura normal de operación, lo que se comprueba con las lecturas de la sonda de temperatura del aceite del motor que posee el analizador de gases.

2. Se debe asegurar que el control manual de choque (ahogador), las luces y accesorios como el aire acondicionado, entre otros, estén desconectados.

3. Se debe verificar que no existan fugas en el tubo de escape y silenciador, tapa de llenado del tanque de combustible, tapa de llenado del aceite del motor ni en las uniones al múltiple de escape o en alguna salida adicional a las de diseño, que provoquen una dilución de los gases de escape o una fuga de los mismos. En caso de que alguna de estas circunstancias se presente, deberá ser corregida para obtener una muestra correcta de los gases.

4. Se debe conectar el tacómetro del analizador de gases u otro elemento de registro y toma de r.p.m., al sistema de ignición del motor y efectuar una aceleración a 2500 r.p.m.  $\pm$  250 r.p.m.

Se debe mantener esta condición por treinta (30) segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul y este se presenta de manera constante por más de diez (10) segundos, no se continuará con el procedimiento de prueba y el motor deberá ser ajustado.

5. Se acelera el motor hasta condiciones de velocidad de crucero, es decir hasta 2500 r.p.m.  $\pm$  250 r.p.m., manteniendo esta condición por treinta (30) segundos.

6. El analizador de gases deberá registrar el promedio de los valores medidos de las concentraciones de los gases de escape en los últimos cinco (5) segundos.

7. Se retorna a la condición de marcha mínima o ralenti especificada por el fabricante o ensamblador, o en su defecto a un máximo de 1000 r.p.m. y mantener esta condición por treinta (30) segundos.

8. El analizador de gases deberá registrar el promedio de los valores medidos de las concentraciones de los gases de escape en los últimos cinco (5) segundos.

9. Para realizar las determinaciones de los valores de las concentraciones de los gases de escape en motores con doble tubo de escape, se deberá utilizar una sonda de prueba doble.

10. Toma de los datos del tablero variando la relación AIRE-COMBUSTIBLE de máximo a mínimo (según indicaciones del Catedrático).

**Preguntas:**

1. ¿Si existiera mayor cantidad de monóxido de carbono en el escape, que se debe hacer?
2. ¿Cuál es el rango de regulación de la sonda lambda?
3. ¿Qué hace el catalizador?
4. ¿Cómo está compuesto el catalizador?

### 3.11 PRÁCTICA No. 11. “DIAGNÓSTICAR UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA”

#### 3.11.1 OBJETIVO

- Conocer como se diagnostica un sistema de inyección.
- Aplicación de conceptos de ingeniería.

#### 3.11.1 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wipe</li> <li>• Lija</li> <li>• Cinta aislante</li> <li>• Alicata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor Otto con sistema de inyección electrónica.</li> <li>• Multímetro.</li> <li>• Tacómetro.</li> <li>• Scanner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves milimétricas</li> <li>• Llaves inglesas.</li> <li>• Desarmadores Planos.</li> <li>• Desarmadores de cruz.</li> <li>• Compresímetro.</li> <li>• Copa para bujías.</li> <li>• Ratchet.</li> </ul>

#### 3.11.3 PROCEDIMIENTO

Es necesario mantener presente las normas de seguridad y protección, para la realización de la siguiente práctica.

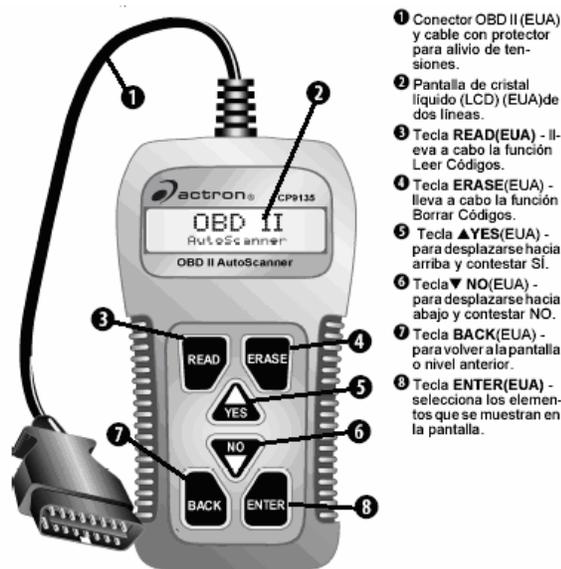
Para diagnosticar un sistema de inyección electrónica del año 1994 en adelante, se necesita de un Scanner para determinar por medio de códigos los supuestos errores en el sistema, para ello en el tablero se enciende una luz que nos indica que algo está fallando como en la figura.

Figura 55. Muestra de luz de revisar (Check)



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com>

Figura 56. Escáner OBDII



Fuente: [www.obd%20autoscaner%20cp9135\\_spanish.pdf](http://www.obd%20autoscaner%20cp9135_spanish.pdf)

### Puntos importantes:

- Los Códigos Diagnósticos de Problemas (“Diagnostic Trouble Codes - DTCs”) (EUA) nos avisan acerca de un síntoma o problema en un determinado sistema del motor, no en una parte específica.
- La computadora puede reportar DTCs únicamente en base a lo que sus sensores le están informando.
- A veces los sensores parecen estar fallando, cuando de hecho no lo están.

Una conexión mal hecha, un cable cortado o un cortocircuito pueden estar impidiendo que la señal del sensor alcance la computadora.

Una falla de funcionamiento en un sistema puede causar que un sensor ubicado en otro sistema reporte un valor que es demasiado alto o demasiado bajo.

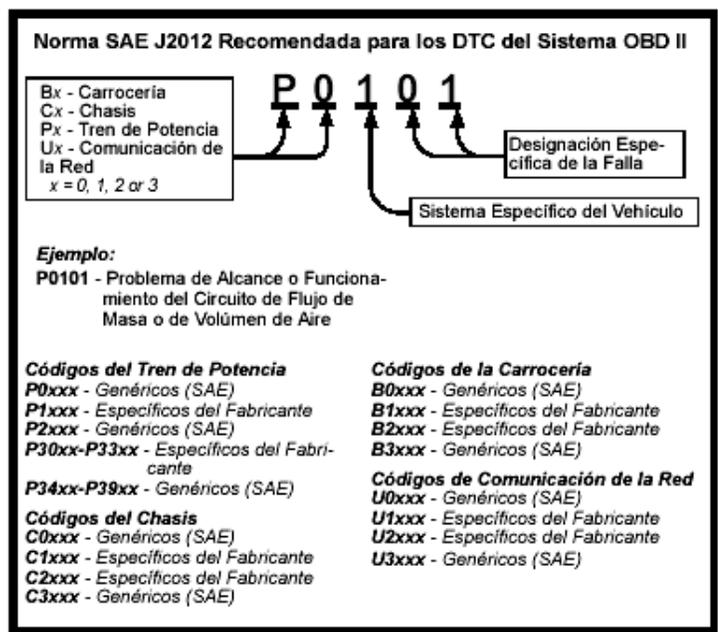
- Algunos de los sensores y actuadores de la computadora del vehículo pueden ser muy caros; antes de reemplazarlos es mejor asegurarse de que estén defectuosos.

**Pasos a seguir:**

1. Conexión en el vehículo y encendido del scanner. Se mueve el interruptor del encendido del vehículo a la posición de ignición, para diagnosticar.
2. Selección de marca, modelo y tipo de vehículo.
3. Leer códigos (Read Codes). Esta función es recuperar los códigos de diagnóstico de problemas de los módulos de la computadora del vehículo. Si se recupera un DTC el scanner mostrara en la línea superior de su pantalla en número y tipo del DTC, y en la línea inferior su definición. Si esta presenta más de un DTC la línea superior mostrara también el índice del código, por ejemplo 1 de 3.

Si no hay códigos presente la pantalla exhibirá el mensaje APROBADO No se recibieron códigos (PASS No Codes Returned).

**Figura 57. Ejemplo de lectura de códigos del scanner**



Fuente: [www.obd%20autoscanner%20cp9135\\_spanish.pdf](http://www.obd%20autoscanner%20cp9135_spanish.pdf)

4. El próximo paso en el proceso de diagnóstico es probar los sistemas y partes de los que se sospecha que pueden estar defectuosos, tomando las mediciones de los elementos según lo especifica el fabricante del vehículo. Este proceso de pruebas puede incluir:

- Sensores
- Sistema de inyección de combustible
- Sistema de encendido
- Sistemas de Aspiración y Presión

Aún al trabajar en vehículos modernos, controlados por computadora, no existe un sustituto para una buena localización de fallas al estilo tradicional (Diagrama de un sistema electrónico para analizar en A 9).

5. Borrar códigos (Erase Codes). Esta función elimina los DTC de la memoria de la computadora del vehículo, esta función se ejecuta después de que los sistemas hayan sido verificados completamente.

En vehículos con OBD II, la MIL señala también una falla relacionada con el control de emisiones. El vehículo puede no mostrar ninguna diferencia en su funcionamiento, pero el sistema OBD II está diseñado como para notar cambios muy pequeños en la operación del motor que puedan llevar a daños por emisiones, o falla.

El OBD II es una norma impuesta por los Estados Unidos de América, que requiere que todos los automóviles y camiones livianos tengan en común: conector de datos, ubicación del conector, protocolo de comunicación, DTCs y definiciones de códigos. OBD II (EUA) apareció por primera vez en vehículos a fines de 1994, y tienen que estar presente en todos los autos vendidos en los Estados Unidos de América a partir del 1º de enero de 1996.

Con esta práctica se cumple el objetivo de la misma, de tal manera que se determina la aplicación de equipos que en algún momento se han desconocido.

### 3.12 PRÁCTICA No. 12. “TURBO-COMPRESOR”

#### 3.12.1 OBJETIVO

- Conocer el funcionamiento del turbo-compresor
- Determinar que pruebas se le pueden realizar al turbo-compresor.
- Tipos de turbo-compresores.

#### 3.12.2 LISTADO DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe.</li><li>• Líquido penetrante.</li><li>• Aceite SAE 20W50.</li><li>• Abrazadera.</li><li>• Refrigerante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor con Turbo.</li><li>• Bomba para vacío.</li><li>• Medidor de presión de aceite.</li><li>• Pistola para aire.</li><li>• Compresor.</li><li>• Manguera para aire.</li><li>• Medidor de vacío.</li><li>• Manual de especificación del fabricante del motor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Llaves mixtas.</li><li>• Llaves milimétricas.</li><li>• Juego de copas milimétricas e inglesas.</li><li>• Extensiones</li><li>• Ratchet.</li><li>• Pinza de puntas planas y redondas.</li><li>• Alicates.</li><li>• Destornilladores planos y de cruz.</li><li>• Juego de llaves para tubería.</li></ul>

### 3.12.3 PROCEDIMIENTO

Es imprescindible mantener las medidas de seguridad personal y del equipo que se requieren para reacondicionar el turbo cargador del motor, además debe tomar en cuenta las medidas de protección del medio ambiente para el manejo de los desechos sólidos resultantes de la practica. (Funcionamiento de turbo-compresor en A 10)

El procedimiento es el siguiente:

1. Preparar equipo, herramienta y materiales a utilizar, verificar el listado de herramientas y equipo, coloque en el área de trabajo, los materiales, herramientas y equipo a utilizar, esto facilita la realización de la practica evitando perdidas de tiempo innecesarias.
2. Diagnosticar posibles fallas: el mal funcionamiento del turbo cargador puede producir fallas que afectan directamente la potencia del motor de combustión, tales fallas pueden ser causadas por una presión de sobre elevación demasiado baja que ocasiona reducción de potencia ene el motor, detonación causada por una presión de sobre elevación muy alta, consumo excesivo de aceite del motor causado por sellos dañados del turbo cargador, ruidos y vibraciones en el turbo cargador ocasionados por la rueda de la turbina o del compresor dañada o falta de lubricación de los rodamientos del eje del turbocompresor. Ejemplo:

**Tabla VIII. Diagnóstico de turbo-compresor**

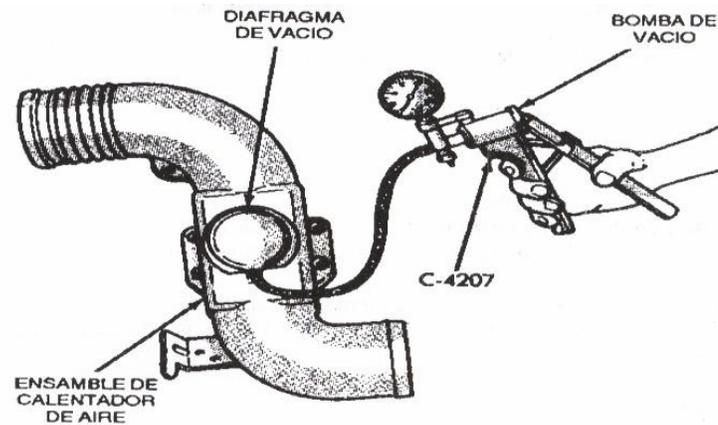
Causa	Síntoma	Revisar	Observaciones
Exceso de junta líquida en la entrada de aceite, ha provocado que este entre en el conducto del aceite, taponando el agujero de engrase del cojinete de empuje.	El turbo se rompe al faltar el engrase, y pierde aceite	Eliminar la junta líquida y no volverla a usar.	El uso de juntas líquidas esta completamente prohibido, ya que en la entrada de aceite al apretar la pletina pasa al interior del turbo, obstruyendo alguno de los orificios de engrase, y en el escape formando una película que obstruye la salida del aceite.

Impureza en el aceite Partículas sólidas en el aceite (carbón, virutas metálicas, restos de juntas líquidas solidificadas, etc.		El aceite, el filtro de aceite, los conductos del aceite, el cárter, comprobar si los latiguillos del aceite están obstruidos, tanto los de alimentación como los de retorno.	Esta avería puede producirse al estar el aceite contaminado, tanto por no haberse cambiado a tiempo, o por estar deteriorado tanto por ser de mala calidad como por haber trabajado en condiciones de temperatura para los que no ha sido diseñado. También se produce cuando hemos tenido una rotura en el motor y no hemos retirado del cárter las virutas o restos metálicos de las piezas rotas.
Exceso de temperatura en el escape, inyección fuera de punto, obstrucción del filtro del aire o el intercooler.	El motor se calienta, pierde potencia y aumenta el consumo.	La inyección, el filtro del aire, el intercooler o los conductos.	El exceso de calor en el escape produce el agrietamiento y la deformación de la carcasa de escape, esto puede provocar que se suelten partículas que al golpear el eje lo rompan, o que al deformarse el interior de la carcasa donde va alojada la turbina, esta roza, y se destruye (no olvidar que el rotor puede llegar a 200.000 r.p.m.).
Ingestión de polvo, arena o sal por la admisión Un filtro roto, su ausencia, en mal estado, una abrazadera suelta o un manguito rajado, provocan la entrada de polvo, arena o sal.	El motor pierde potencia y se calienta.	El filtro, las mangueras, sus abrazaderas	Seguir estrictamente las revisiones recomendadas por el fabricante.
La válvula no actúa (turbos de válvulas de presión), <b>rotura</b> del manguito que lleva la presión a la válvula.	El motor tiene más potencia a altas revoluciones ya que la válvula no corta el soplo del turbo (Peligro de rotura del motor)	Comprobar que el manguito no toca ninguna parte del motor (si esta parte esta caliente deforma y rompe la manguera) o que las abrazaderas que sostienen la manguera no han producido un corte en la misma.	Esta rotura se produce al manipular el motor y no tener cuidado, también puede olvidarse colocar el manguito después de comprobar si la válvula funciona.

Fuente: [www.turbomaster.com](http://www.turbomaster.com)

### 3. Pruebe la presión de vacío en el turbo cargador.

**Figura 58. Comprobación de la presión de vacío**



Fuente: Manual de operaciones de Intecap. Pág. 122

12. Limpiar y proporcionar mantenimiento básico al equipo y herramienta utilizada.
13. Limpiar y ordenar área de trabajo.

**Pregunta:**

1. ¿Cuáles son los tipos de turbo cargadores?
2. ¿Cuál es el más eficiente? ¿Por qué?

### 3.13 PRÁCTICA No. 13. “POTENCIA Y PAR MOTOR”

#### 3.13.1 OBJETIVO

- Conocer los tipos de medidores.
- Como se realiza la medición de la potencia y el par motor.

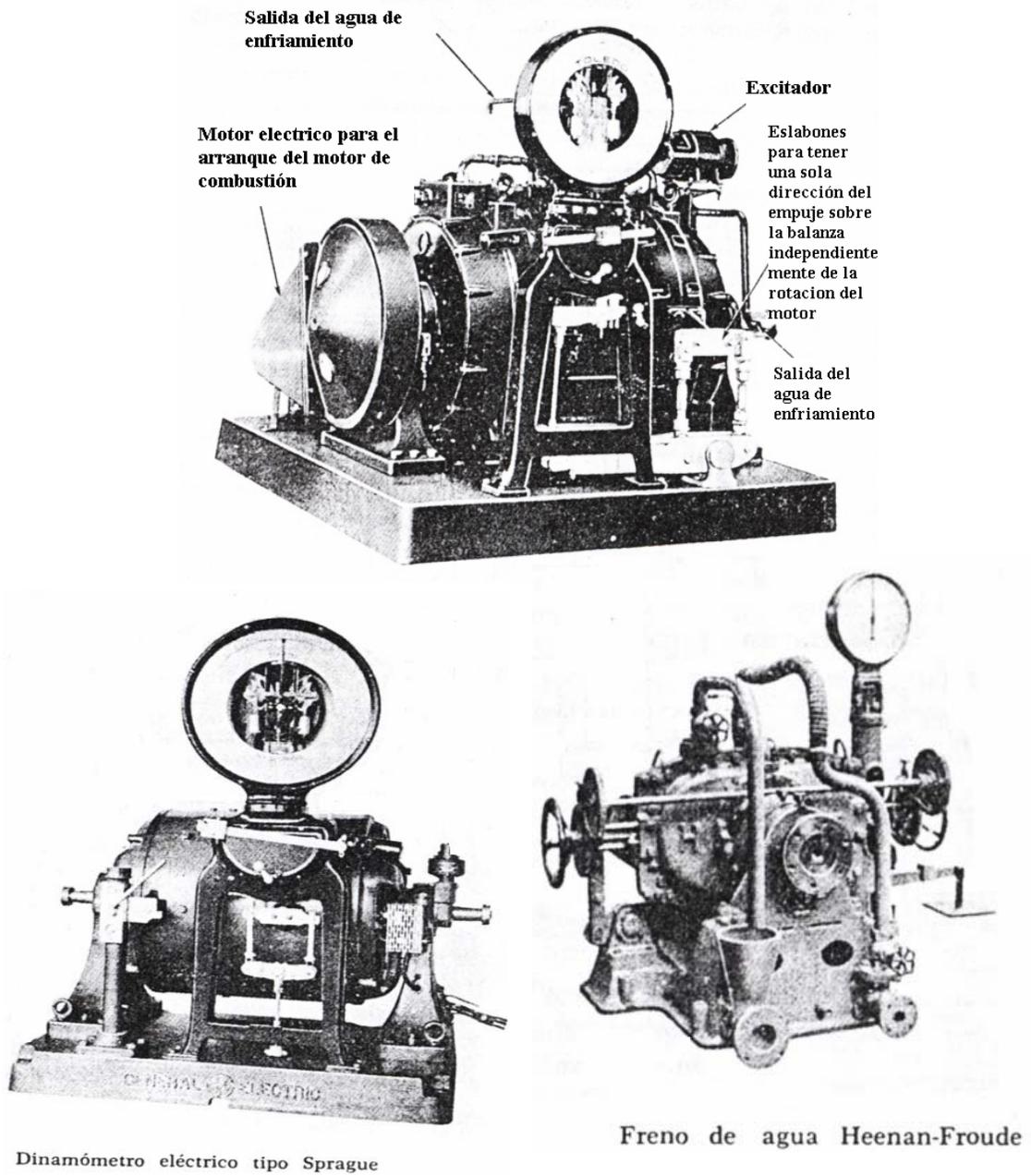
#### 3.13.2 LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wipe</li><li>• Liquido penetrante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor Otto y Diesel.</li><li>• Dinamómetro.</li><li>• Tacómetro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Llaves milimétricas.</li><li>• Juego de copas de raíz de ½”.</li><li>• Ratchet de ½”</li></ul>

#### 3.13.3 PROCEDIMIENTO

Antes de iniciar la practica es necesario que se conozcan los distintos probadores de potencia que existen. A continuación se presentan algunas:

Figura 59. Tipos de dinamómetros.

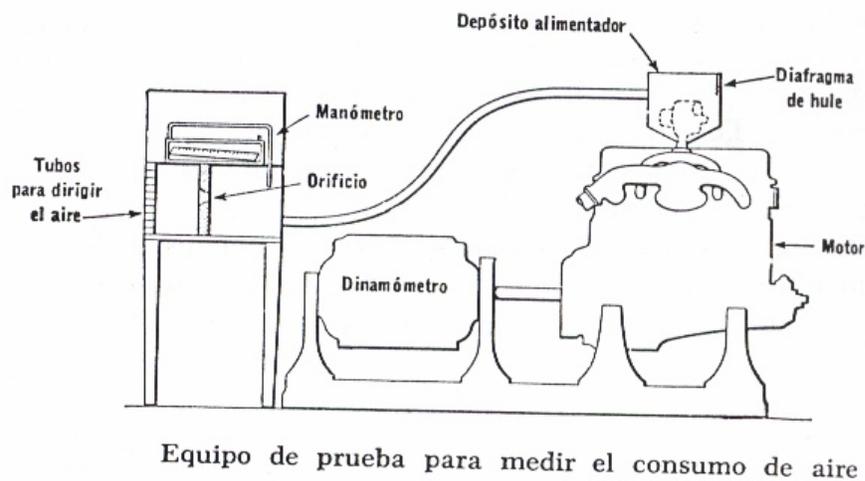


Fuente: Edward F. Obert. Motores de combustión interna. Pág. 52

Después de haber observado los distintos dinamómetros, realizaremos la práctica de la siguiente manera:

1. Revisar las condiciones del motor para su buen funcionamiento.
2. Instalar el Dinamómetro a la flecha del motor cuya potencia debe medirse.

**Figura 60.**

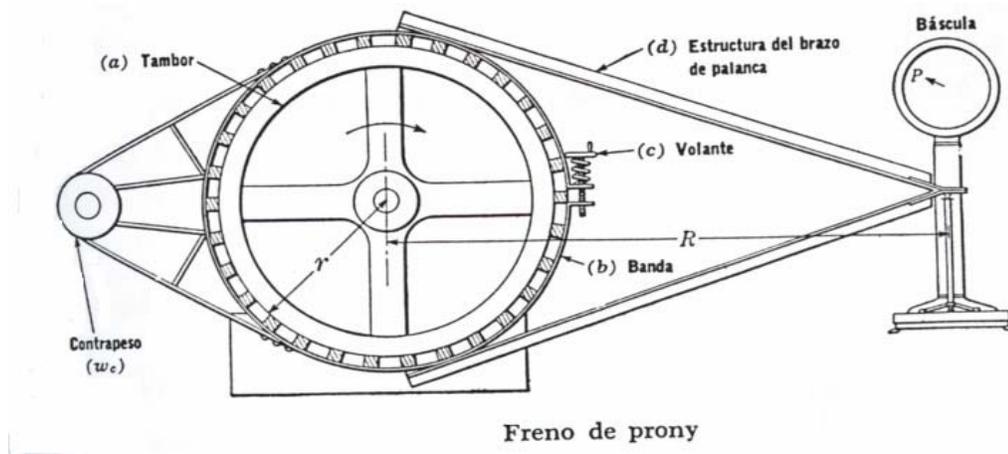


Fuente: Edward F. Obert. Motores de combustión interna. Pág. 64

3. Medir los consumos de energía y las variables cinemáticas y dinámicas en los eslabones (desplazamientos, velocidades, aceleraciones, fuerzas y momentos).
4. Para ejemplificar la practica utilizaremos como guía la figura siguiente, mediante la manivela *c* puede apretarse la banda *b* que envuelve al tambor, el valor de ese ajuste determina la fricción de arrastre, que actúa en la periferia del tambor y opone resistencia a la rotación de la flecha.
5. Mediante un brazo de palanca *d* apoyado en la plataforma de la báscula, se impide el movimiento de la banda y sus superficies de fricción excepto en un arco limitado.

6. El trabajo lo encontramos de la formula siguiente:  $\text{trabajo} = 2\pi r f$ , donde  $f$  es la resistencia a la fricción.
7. El momento externo del freno, es el producto de la lectura  $P$  de la báscula y el brazo  $R$ , entonces el trabajo será:  $\text{trabajo} = 2\pi PR$ , al producto  $PR$  se le llama *par de torsión*.
8. La potencia la encontramos de la forma siguiente:  $\text{Potencia} = 2\pi PRN$ , donde  $N$  es la revolución del motor por minuto.

**Figura 61.**



Fuente: Edward F. Obert. Motores de combustión interna. Pág. 47

La practica ejemplificada con el freno de Prony es una de las mas fáciles y solo se puede utilizar con motores de baja velocidad.

**Pregunta:**

1. ¿Cómo seleccionar un dinamómetro?
2. ¿Cuál es el rendimiento total del motor?

## **4. FASE DE ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE LA GUIA DE LABORATORIO**

### **4.1 FASE INICIAL DE ESTUDIO DEL LABORATORIO**

Como proceso inicial de estudio del laboratorio, se realizó una encuesta sobre la enseñanza en el laboratorio, cuyo objetivo fue determinar el estado del laboratorio en cuanto a la eficiencia de la maquinaria, equipo y establecimiento, para realizar las prácticas que se plantean y que se evaluarán, posteriormente se realizó una segunda encuesta para determinar los logros alcanzados de esta guía, esta se creó utilizando la modalidad de preguntas en cuestionario, la cual se presenta en la figura 62. Basada en la optimización del aprendizaje.

Paralelo a la encuesta, se realizaron las prácticas establecidas en esta guía, donde se pudo observar que las principales deficiencias se presentan en la poca herramienta, maquinaria atrasada en la tecnología, motores defectuosos y viejos, espacio reducido, no hay buena ventilación, y no están indicadas las señales respectivas de emergencia.

**Figura 62. Hoja de encuesta para evaluar las condiciones del laboratorio**

ENCUESTA DEL APRENDIZAJE			
DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA			
Con el fin de optimizar el aprendizaje y dar un aporte a nuestra Escuela:			
1.- ¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?			
Excelente_____	Bueno_____	Debe mejorar_____	
2.- ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?			
Si_____	No_____		
3.- ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?			
Excelente_____	Bueno_____	Debe mejorar _____	
4.- ¿El tiempo para las prácticas es el suficiente?			
Si_____	No_____		
5.- ¿Cómo califica el estado del laboratorio?			
	Excelente	Bueno	Debe mejorar
Maquinaria	_____	_____	_____
Equipo	_____	_____	_____
Instalaciones	_____	_____	_____
Seguridad e higiene	_____	_____	_____
COMENTARIOS O SUGERENCIAS:_____			
_____			
_____			
¡Muchas gracias por sus sugerencias y comentarios!			

En la tabla IX se muestran los resultados obtenidos de la primera encuesta realizada, la cual esta estructurada en forma de datos numéricos.

**Tabla IX. Resultados de la primera encuesta de las condiciones del laboratorio**

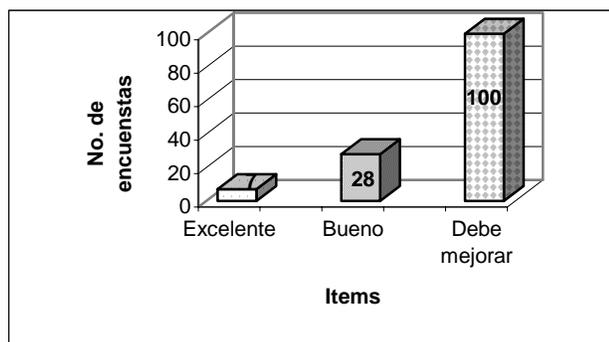
ENCUESTA DE EVALUACION INICIAL DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	
➤ Tiempo de duración de la encuesta	5 días hábiles
➤ Total de encuestas recolectadas	150
➤ Encuestas sin llenar los requisitos adoptados	15
➤ Total de encuestas validas	135

Los resultados obtenidos en cuanto a la primera interrogante planteada en la encuesta: ¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?, se presentan en forma grafica en la figura 63. Los resultados analizados en la tabla X, muestran la eficiencia en el aprendizaje, la eficiencia se obtiene sumando los porcentajes de los ítems *excelente* y *bueno*, que en este caso dan un valor de 25.93% en comparación con un 74.07%, del ítem *debe mejorar* que se considera como la deficiencia actual en dicho laboratorio, observada por los estudiantes que han recibido el laboratorio y mencionan que debe mejorarse.

**Tabla X. ¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?**

Ítems	No. De Encuestas	% de Eficiencia	Eficiencia 5.19 + 20.74 = 25.93%
Excelente	7	5.19%	
Bueno	28	20.74%	Deficiencia 74.07%
Debe mejorar	100	74.07%	
TOTAL	135	100%	

**Figura 63. Gráfica de las prácticas realizadas en el laboratorio**

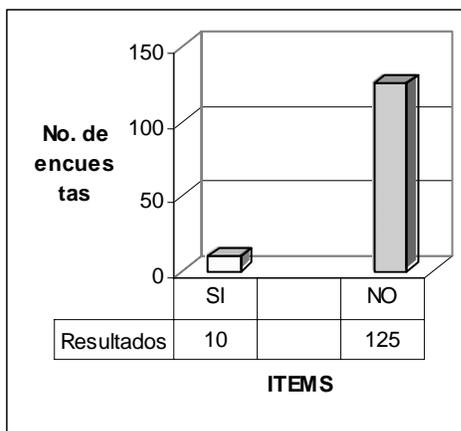


La segunda interrogante de la encuesta es: ¿El laboratorio tiene guías para las prácticas definidas?, esta pregunta sirvió para determinar el tipo de prácticas y las necesidades que existen dentro del laboratorio para un mejor aprendizaje, buscando así establecer la satisfacción en la enseñanza y aprendizaje de las distintas prácticas. La tabla XI, muestra los resultados obtenidos de acuerdo a las deficiencias y eficiencias encontradas por los encuestados.

**Tabla XI. ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?**

Ítems	No. De Encuestas	% de eficiencia	Eficiencia
Si	10	7.41%	7.41%
No	125	92.59%	Deficiencia
TOTAL	135	100%	92.59%

**Figura 64. ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?**



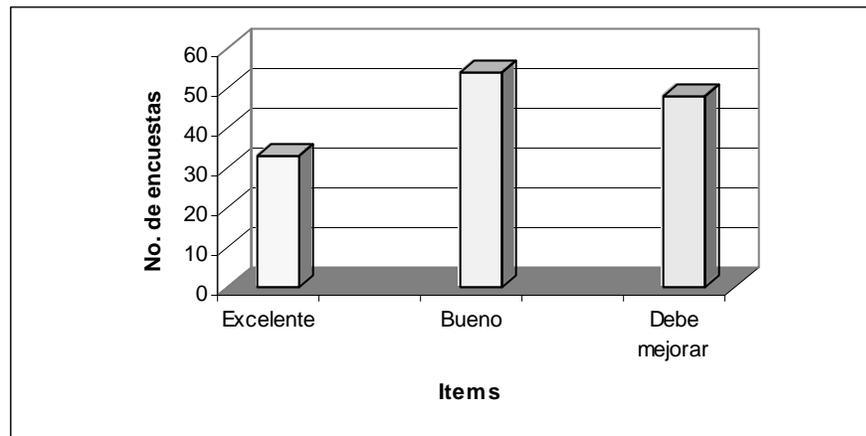
La interrogante tres: ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?, se estableció con el fin de determinar que con el poco material que se tiene, se trata de dar lo mejor, y sí el aprendizaje es bueno dentro de los estudiantes. Los resultados en cuanto a la satisfacción de los estudiantes puede verse en la tabla XII con sus respectivos porcentajes, la eficiencia en cuanto a la forma de aprendizaje es de 64.44%, comparado

con un 35.56% que se debe mejorar. Los mismos datos se muestran gráficamente en la figura 65.

**Tabla XII. ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?**

Ítems	No. de encuestas	% de eficiencia	Eficiencia 24.44 + 40 = 64.44%
Excelente	33	24.44%	
Bueno	54	40%	Deficiencia 35.56%
Debe mejorar	48	35.56%	
TOTAL	135	100%	

**Figura 65. ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático del laboratorio?**

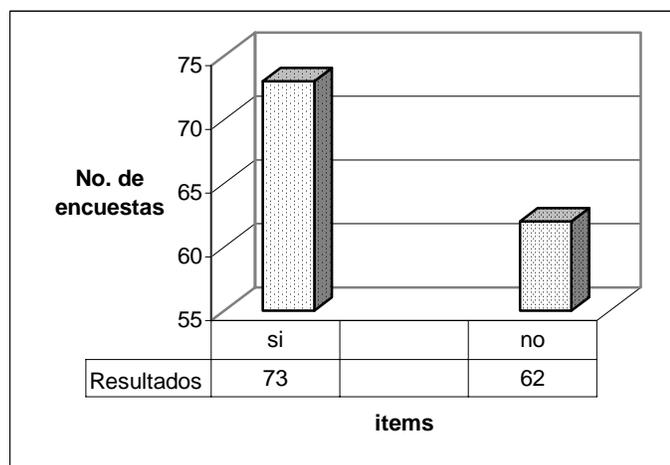


La interrogante número cuatro: ¿El tiempo para las prácticas de laboratorio es el suficiente?, con esta interrogante se buscó establecer si los alumnos del laboratorio, optimizaban el aprendizaje por el tiempo que se les brinda, para lo cual la respuesta se basó únicamente en dos “sí” o “no”. Los resultados se muestran en la tabla XIII. La eficiencia que se maneja en esta área es del 54.07% con una ineficiencia del 45.93%; estos resultados se presentan gráficamente en la figura 66.

**Tabla XIII. ¿El tiempo para las prácticas es el suficiente?**

Ítems	No. de encuestas	% de eficiencia	Eficiencia 54.07%
Si	73	54.07%	
No	62	45.93%	Deficiencia 45.93%
TOTAL	135	100%	

**Figura 66. Gráfica de resultado del tiempo para las prácticas del laboratorio**

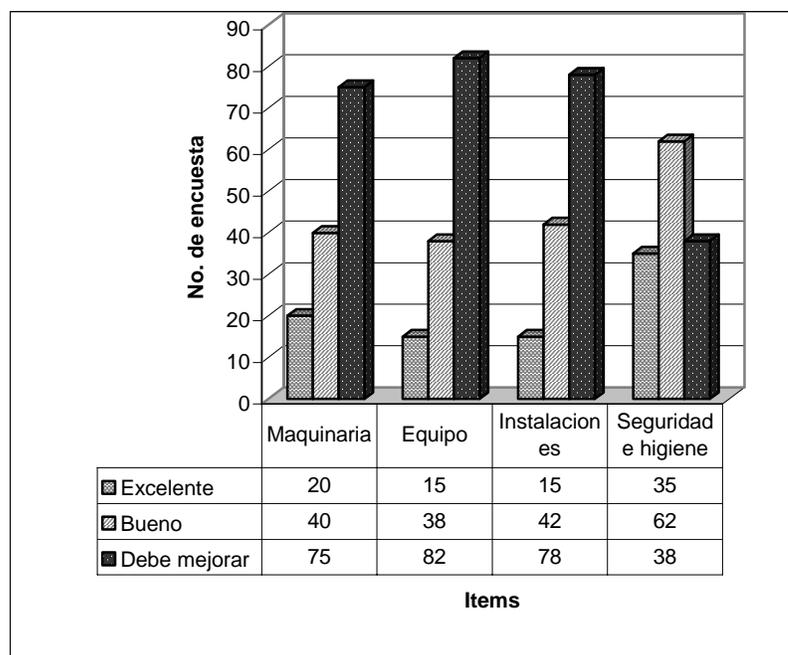


La interrogante número cinco: ¿Cómo califica el estado del laboratorio?, maquinaria, equipo, instalación y aplicación de una guía. Esta interrogante se tomó como un conjunto, para determinar la calidad, organización y orden del laboratorio. La tabla XIV muestra los resultados obtenidos según las necesidades que el estudiante ve en el laboratorio y en la figura 67 se representa gráficamente.

**Tabla XIV. ¿Cómo califica el estado del laboratorio?**

Ítems	Maquinaria	% de eficiencia	Equipo	% de eficiencia
Excelente	20	14.81%	15	11.11%
Bueno	40	29.63%	38	28.15%
Debe mejorar	75	55.56%	82	60.74%
TOTAL	135	100%	135	100%
Ítems	Instalaciones	% de eficiencia	Seguridad e higiene	% de eficiencia
Excelente	15	11.11%	35	25.93%
Bueno	42	31.11%	62	45.93%
Debe mejorar	78	57.78%	38	28.14%
TOTAL	135	100%	135	100%
<b>Eficiencias:</b>		<b>Deficiencia</b>		
Maquinaria:	14.81 + 29.63 = 44.44%	Maquinaria:	55.56%	
Equipo:	11.11 + 28.15 = 39.26%	Equipo:	60.74%	
Instalación:	11.11 + 31.11 = 42.22%	Instalación:	57.78%	
Seguridad e higiene:	25.93 + 45.93 = 71.86%	Seguridad e higiene:	28.14%	

**Figura 67. Gráfica de los aspectos generales del laboratorio**



**Sugerencias y comentarios de los estudiantes:**

Por último se registraron los comentarios o sugerencias hechas por los estudiantes, los siguientes comentarios son los más importantes y que afectan directamente el aprendizaje y enseñanza del laboratorio:

- En la mayoría de los casos las opiniones de los estudiantes se centraron en que se debía tener equipos de laboratorio de tecnología de punta para ser mas eficaz y eficiente el aprendizaje, para resaltar la competitividad de los estudiantes en la industria.
- Otro de los aspectos importantes es, que el espacio del laboratorio es demasiado pequeño para la cantidad de estudiantes, y existen pocos motores de combustión interna y son de tecnología demasiado vieja.

## **4.2 ANÁLISIS GENERAL DEL LABORATORIO DE MOTORES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta de evaluación inicial, de las principales áreas del laboratorio, se determinó en primer lugar que la calificación de las prácticas del laboratorio se tiene una eficiencia de 25.93% de igual manera se encontró que, en la utilización de guías para las prácticas del laboratorio se tiene una eficiencia de 7.41%, que afectan directamente el proceso de aprendizaje, otros de los aspectos evaluados como la maquinaria, escaso equipo de prueba, en los cuales necesitamos mejorar para optimizar resultados de aprendizaje, y los puntos que están en equilibrio son: la enseñanza del catedrático y la seguridad e higiene industrial, pero se pueden mejorar.

En cuanto a los comentarios o sugerencias, se pudo establecer que estos están relacionados a las áreas de aprendizaje, maquinaria y equipo por lo que deben tratarse conjuntamente. En términos generales, el laboratorio se encuentra de manera un tanto aceptable, sin embargo con una mejor organización, maquinaria y equipamiento adecuado, constante se puede lograr un laboratorio más eficiente, y un porcentaje alto de estudiantes satisfechos, así como la industria que espera a egresados de la escuela bien preparados.

Para que el laboratorio dé los frutos deseados, debe tomarse en cuenta cada una de las áreas que se han evaluado y que conforman el laboratorio e implementarse una serie de prácticas, y cambios.

## **4.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO**

La implementación de las guías de laboratorio, se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta de evaluación, de lo cual la importancia de las guías de laboratorio, es una más de las que se encontraron en la encuesta.

Para la aplicación de estas guías, se reprodujeron con la finalidad de que cada grupo o equipo de estudiantes que este en el laboratorio tenga en sus manos lo que iba a realizar según la práctica que le correspondiera, también el catedrático da las instrucciones pertinentes para efectuar de una mejor manera las prácticas allí descritas. Debido a la escasez de equipo y maquinaria algunas prácticas se realizaron en establecimientos que dieron la oportunidad de hacerlas. Teniendo siempre el cuidado de observar la calidad del aprendizaje en cada práctica, también se implemento una serie de preguntas que el estudiante debe responder, después de efectuada la práctica correspondiente, con lo que se evalúa la optimización del aprendizaje.

#### **4.4 FASE FINAL DEL ESTUDIO DEL LABORATORIO**

La fase final de la implementación de la guía del laboratorio, se realizó mediante una segunda encuesta similar a la utilizada en la evaluación inicial figura 62, esta encuesta tuvo como función determinar el alcance o el logro obtenido mediante la implementación de la guía de prácticas de laboratorio.

La tabla XV que se encuentra a continuación muestra los resultados de la segunda encuesta realizada en el laboratorio de motores de combustión interna, en un tiempo de 4 días hábiles, posteriores a los 3 meses de implementación de la guía de laboratorio.

**Tabla XV. Resultados de encuesta final del laboratorio**

<b>ENCUESTA DE EVALUACION INICIAL DEL LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</b>	
➤ Tiempo de duración de la encuesta	4 días hábiles
➤ Total de encuestas recolectadas	100
➤ Encuestas sin llenar los requisitos adoptados	5
➤ Total de encuestas validas	95

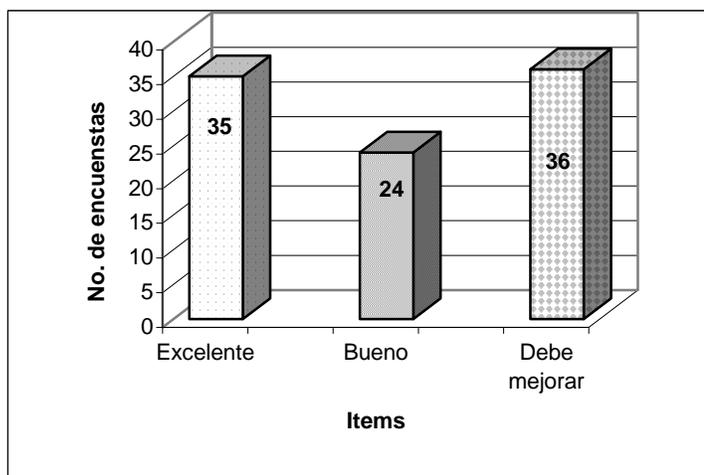
Los resultados en cuanto a la primera interrogante se encuentran en la tabla XVI y de forma gráfica en la figura 68. El valor de la eficiencia es la suma de los porcentajes de

los dos primeros ítems, excelente y bueno, la deficiencia es el valor del ítem debe mejorar, lo mencionado anteriormente se aplica de igual manera para cada interrogante planteada.

**Tabla XVI. ¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?**

Ítems	No. De Encuestas	% de Eficiencia	Eficiencia 36.84 + 25.26 = 62.10%
Excelente	35	36.84%	
Bueno	24	25.26%	Deficiencia 37.90%
Debe mejorar	36	37.90%	
TOTAL	95	100%	

**Figura 68. ¿Cómo califica las prácticas realizadas en el laboratorio?**

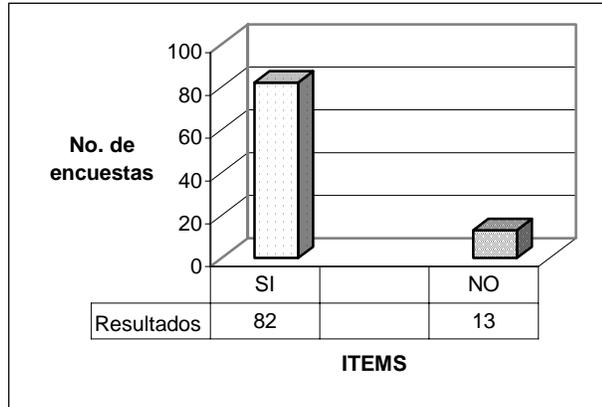


En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos referentes a la interrogante dos.

**Tabla XVII. ¿El laboratorio tiene guías para las prácticas definidas?**

Ítems	No. De Encuestas	% de eficiencia	Eficiencia 86.32%
Si	82	86.32%	
No	13	13.68%	Deficiencia 13.68%
TOTAL	95	100%	

**Figura 69. ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?**

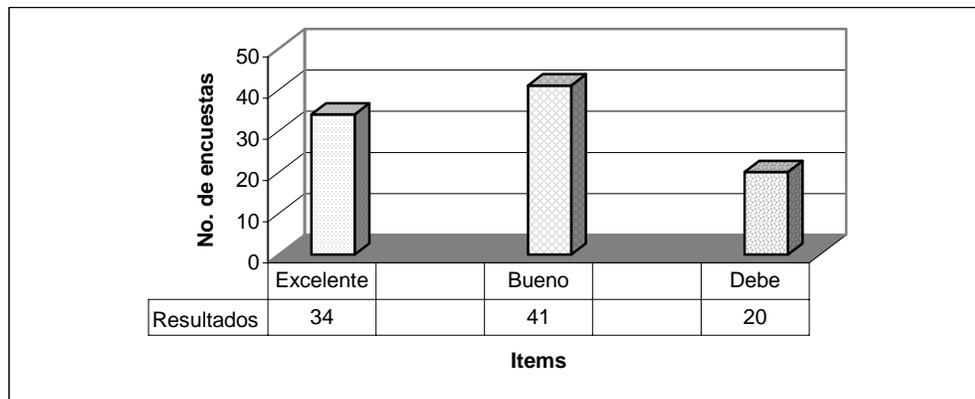


La tabla XVIII muestra los resultados obtenidos de acuerdo a la tercera interrogante planteada. Posteriormente a esta tabla se presentan los resultados gráficamente en la figura siguiente.

**Tabla XVIII. ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático?**

ítems	No. de encuestas	% de eficiencia	Eficiencia 35.79 + 43.16 = 79.95%
Excelente	34	35.79%	
Bueno	41	43.16%	Deficiencia 21.05%
Debe mejorar	20	21.05%	
TOTAL	95	100%	

**Figura 70. ¿Cómo califica la enseñanza del catedrático del laboratorio?**

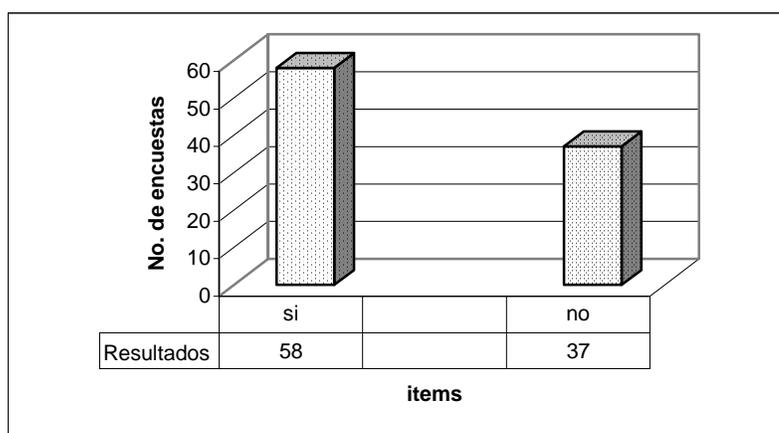


La tabla XIX, presenta los resultados numéricos y la figura 71 presenta gráficamente los resultados obtenidos de la interrogante cuatro.

**Tabla XIX. ¿El tiempo para las prácticas es el suficiente?**

Ítems	No. de encuestas	% de eficiencia	Eficiencia
Si	58	61.05%	61.05%
No	37	38.95%	Deficiencia
TOTAL	95	100%	38.95%

**Figura 71. Gráfica de resultado del tiempo para las prácticas del laboratorio**

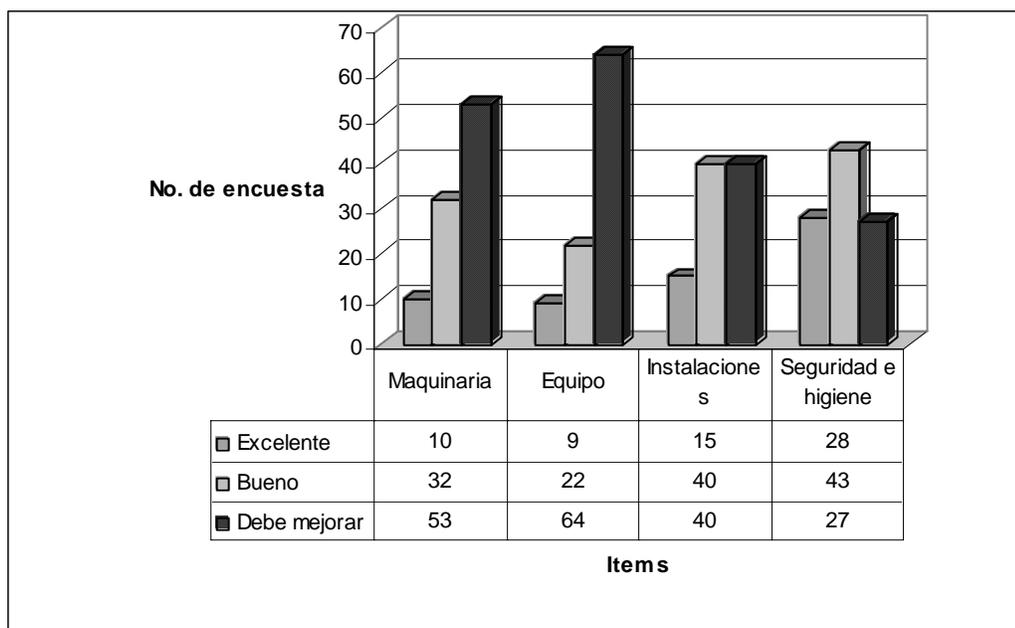


En la tabla XX. Se presentan los resultados de la interrogante número cinco que abarca cuatro puntos principales, Maquinaria, Equipo, Instalaciones y Seguridad e higiene. Para cada ítem se presentan la eficiencia lograda. Los resultados también se presentan en forma gráfica en la figura 72.

**Tabla XX. ¿Cómo califica el estado del laboratorio?**

Ítems	Maquinaria	% de eficiencia	Equipo	% de eficiencia
Excelente	10	10.53%	9	9.47%
Bueno	32	33.68%	22	23.16%
Debe mejorar	53	55.79%	64	67.37%
TOTAL	95	100%	95	100%
Ítems	Instalaciones	% de eficiencia	Seguridad e higiene	% de eficiencia
Excelente	15	15.80%	25	26.32%
Bueno	40	42.10%	43	45.26%
Debe mejorar	40	42.10%	27	28.42%
TOTAL	95	100%	95	100%
<b>Eficiencias:</b>		<b>Deficiencia</b>		
Maquinaria:	10.53 + 33.68 = 44.21%		Maquinaria:	55.79%
Equipo:	9.47 + 23.16 = 32.63%		Equipo:	67.37%
Instalaciones:	15.80 + 42.10 = 57.90%		Instalaciones:	42.10%
Seguridad e higiene:	26.32 + 45.26 = 71.58%		Seguridad e higiene:	28.42%

**Figura 72. Gráfica de los aspectos generales del laboratorio**



#### 4.5 ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD DEL LABORATORIO

La productividad del laboratorio, durante 3 meses de implementación de la guía, se muestra en una serie de resultados, los cuales son la puntualidad, la utilización de vestimenta adecuada, herramienta necesaria. Pero lamentablemente no se obtuvieron mayores resultados en comparación de la evaluación inicial debido a que, en esta guía hay prácticas que necesitan de equipo mas eficiente y moderna, para la realización de pruebas que tampoco se tiene, por lo que se produce un conflicto dentro de lo que se da en el curso y lo que se puede impartir dentro del laboratorio debido a la escasez de recursos. En la figura 73, se encuentra una hoja de control en la cual se observa la calidad en la productividad de las prácticas desarrolladas.

**Figura 73. Hoja de control de productividad**

Nombre del estudiante:				
------------------------	--	--	--	--

N o.	Desarrollo	Si	No	No aplica
1	Se presento puntual y adecuadamente al lugar indicado para el desarrollo de la practica			
2	Utilizo el uniforme y/o ropa, equipo de protección personal y aplico las normas y medidas de seguridad e higiene.			
3	Aplico las normas y medidas expuestas para la conservación y protección del medio ambiente.			
4	Reviso e interpreto la hoja de trabajo con las instrucciones para desarrollar la práctica.			
5	Preparo el equipo, herramientas y materiales requeridos para el desarrollo de la práctica.			
6	Limpio y proporciono mantenimiento básico al equipo y herramienta utilizada			
7	Almaceno adecuadamente el quipo, herramienta y material utilizado.			
8	Limpio y ordeno área de trabajo.			

Observación:

---

#### 4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de analizar los resultados de la implementación de la guía del laboratorio de motores de combustión interna, se observó el cambio producido, como lo demuestran los resultados presentados en la encuesta de evaluación final, los porcentajes de eficiencia obtenidos en comparación con los anteriores se muestran en la tabla XXI.

**Tabla XXI. Eficiencia encontrada después de la implementación**

ITEMS	% de encuesta inicial	% de encuesta final	% de Cambio
Calificación de las practicas del laboratorio	25.93	62.10	36.17
Aplicación de guía de laboratorio para las prácticas	7.41	86.32	78.91
Calificación de la enseñanza del catedrático	64.44	79.95	15.51
Tiempo requerido para cada práctica	54.07	61.05	6.98
Aspectos generales del laboratorio			
• Maquinaria	44.44	44.21	-0.23
• Equipo	39.26	32.63	-6.63
• Instalaciones	42.22	57.90	15.68
• Seguridad e higiene	71.86	71.58	-0.28

Por lo tanto, la implementación de la guía del laboratorio, ha cumplido una parte del objetivo para el cual fue creado, contribuyendo de esta manera a una mayor satisfacción del aprendizaje de forma general.

## CONCLUSIONES

- La implementación de las prácticas en el laboratorio, permitió obtener mejores resultados en cuanto a la atención de los estudiantes; en las pruebas se observó con satisfacción el aprendizaje generado.
- La mejora obtenida en cuanto a la productividad, genera mejores tiempos de desarrollo de las prácticas.
- Las variables más importantes para poder determinar el estado real del funcionamiento del laboratorio son: la satisfacción de los estudiantes y los índices de productividad en las prácticas.
- El mantenimiento de los equipos, maquinaria y herramienta son de gran importancia para el buen funcionamiento, y requiere de un estudio cuidadoso de las instrucciones proporcionadas por el fabricante, antes de dar servicio a los equipos y sistemas. Los procedimientos de mantenimiento pueden variar según el tipo de máquina y complejidad relativa de las reparaciones requeridas.
- Las prácticas de laboratorio son de gran importancia para el aprendizaje del funcionamiento de los diferentes motores de combustión interna, sus características sirven para determinar en dónde y en qué circunstancias pueden fallar.
- Las prácticas de laboratorio ayudan al estudiante a adquirir mejores conocimientos y ampliar su criterio sobre los diversos cambios tecnológicos en los motores de combustión interna, en su aplicación.

## RECOMENDACIONES

### **Catedrático:**

- Velar por el avance de las prácticas, con la satisfacción de encontrar la eficiencia en la enseñanza y aprendizaje.
- Realizar mejoras para determinar la satisfacción del aprendizaje, que permitan encontrar las debilidades y los aciertos de las prácticas, permitiendo implementar nuevas prácticas.

### **Director de Escuela:**

- Es necesario encontrar nuevos motores de combustión interna, equipos especiales y herramientas adecuadas para mejorar el nivel de aprendizaje en el laboratorio. Por medio de donaciones en embajadas, plantas industriales que laboran en el país.
- Los equipos con que cuenta actualmente el laboratorio de Motores de Combustión Interna, no son suficientes y además ya están discontinuados. Es conveniente que las autoridades respectivas de la Facultad de Ingeniería soliciten ayuda a organismos internacionales o nacionales, para que realicen los trámites correspondientes y necesarios con el fin de poder adquirir equipos de investigación y análisis de laboratorio (bancos de prueba), para implementar en el laboratorio de Motores de Combustión Interna.

**Estudiantes:**

- Es necesario forjar los conocimientos teóricos y prácticos en el laboratorio, aprovechando todo el tiempo dedicado al mismo.
- Buscar información tecnológica y apoyar a la Escuela de Ingeniería Mecánica en la búsqueda de empresas para que colaboren en donar los equipos faltantes en el laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Jackson, W. M. **Normas de seguridad e higiene industrial**. México: McGraw-Hill, 2002.
2. Avallone, Eugene A. y Theodore Baumeister III. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 9ª. Edición (Tomo 1). México: McGraw-Hill, 1995.
3. Obert, Edward F. **Motores de Combustión Interna, análisis y aplicaciones**. 21ra. Edición. México: Compañía Editorial Continental, S.A. 1995
4. **Manual de guías de prácticas de mantenimiento del motor**. Guatemala: Intecap. 2002
5. [www.mecanicavirtual/motor.htm](http://www.mecanicavirtual/motor.htm)
6. **Módulo de capacitación de lubricantes**. Guatemala: Texaco. S.A.
7. De Castro, Miguel. **Manual de inyección Diesel**. 3ª. Edición. España: Ediciones CEAC. 1993.
8. **Catálogo de bujías NGK**. USA.: s.l. 2000
9. Haynes, H. John. **Manual de sistemas de control electrónico del motor**. USA.: s.l. 1990
10. Toyota, Motor Corporation. **Servicios de mantenimiento**. Japón: Toyota Printed Latinoamérica, 2002.

11. Thiessen, Frank J. y Davis N. Dales. **Manual de mecánica diesel**. Tomo 3. Segunda edición. México. Prentice-Hall. 1990.
  
12. Chilton. **Manual diesel de reparación y mantenimiento 1978-84**. España. Gráficas Guada. 1984.

# ANEXO

## Anexo 1. SEÑALIZACIÓN

### SEÑALIZACION EN BANDERA

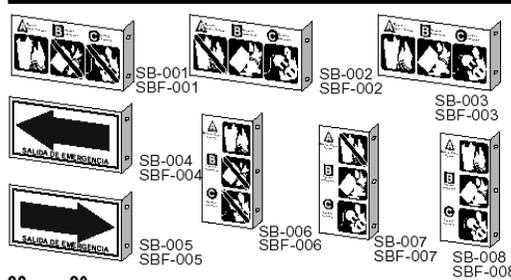
La señalización en bandera se utiliza para que trabajadores y visitantes visualicen un mensaje desde dos o más sitios de desplazamiento. Se ubica en sitios estratégicos como corredores, intersecciones de pasillos, salidas de ascensores y escaleras.

Impresa por ambas caras, sobre poliestireno o material fotoluminiscente. Cumple con las Normas Técnicas Colombianas y se instala lateralmente, con tornillo o cinta doble faz.

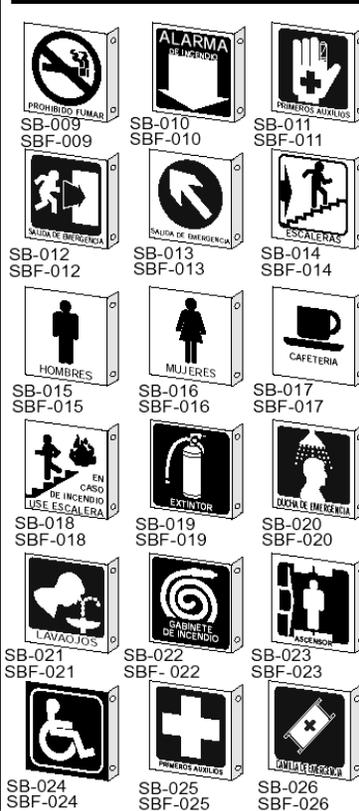
SB= POLIESTIRENO

SBF= POLIESTIRENO CON FOTOLUMINISCENTE

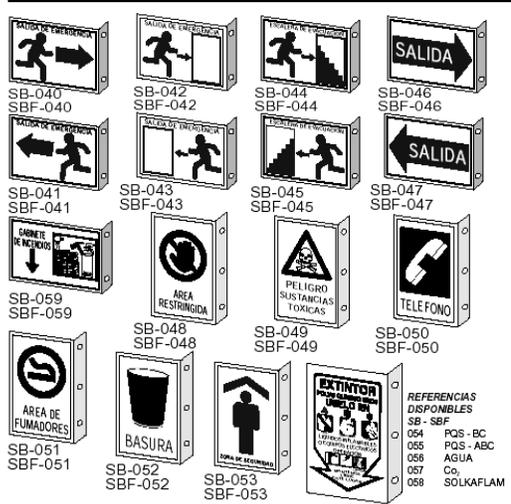
15 cm x 30 cm



20 cm x 20 cm



20 cm x 30 cm



Al hacer su pedido, tenga en cuenta las letras de la referencia que indican el material

SB= POLIESTIRENO  
SBF= POLIESTIRENO CON FOTOLUMINISCENTE

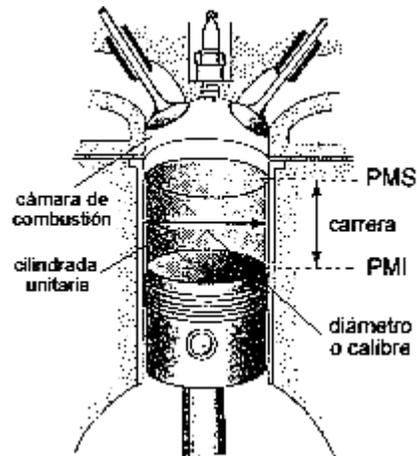
MATERIALES	TAMAÑOS (cm)		
POLIESTIRENO* Uso interior Ref. SB	15 x 30	20 x 20	20 x 30
FOTOLUMINISCENTE DE ALTO BRILLO Permalight® CON BASE EN POLIESTIRENO*	15 x 30	20 x 20	
Uso interior y exterior Ref. SBF	20 x 30		

\* Calibre 40 (1 mm), colaminado, impreso por ambas caras, agujeros para sujeción con tornillo, cinta autoadhesiva doble faz y empaque en bolsa de polietileno

## Anexo 2. TÉRMINOS UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL MOTOR

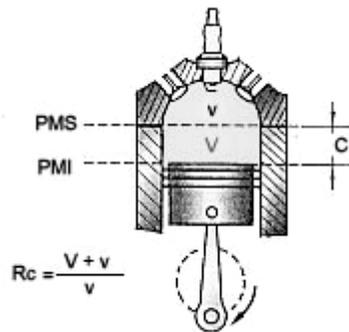
Los términos teóricos más importantes a la hora de estudiar un motor son:

**Punto muerto superior (PMS):** es cuando el pistón en su movimiento alternativo, alcanza el punto máximo de altura antes de empezar a bajar. **Punto muerto inferior (PMI):** es cuando el pistón en su movimiento alternativo, alcanza el punto máximo inferior antes de empezar a subir. **Diámetro o calibre (D):** Diámetro interior del cilindro (en mm.). **Carrera (C):** Distancia entre el PMS y el PMI (en mm). **Cilindrada unitaria (V):** es el volumen que desplaza el pistón del PMI al PMS. **Volumen de la cámara de combustión (v):** Volumen comprendido entre la cabeza del pistón en PMS y la culata.



**Relación de compresión (Rc):** Relación entre la suma de volúmenes ( $V + v$ ) y el volumen de la cámara de combustión. Este dato se expresa en el formato ejemplo: 10,5/1. La relación de compresión (Rc) es un dato que nos lo da el fabricante, no así el volumen de la cámara de combustión ( $v$ ), que lo podemos calcular por medio de la fórmula de la (Rc).

La Rc para motores gasolina viene a ser del orden de 10/1. Con motores turboalimentados desciende este valor. La Rc para motores diesel viene a ser del orden de 20/1.



**Cálculo de un ejemplo real:** Volkswagen Passat 1.9 TDi.

Diámetro por carrera (mm)= 79,5 x 95,5.

Cilindrada= 1896 cc.

Relación de compresión = 19,5: 1.

Cálculo de la cilindrada a partir del diámetro y el calibre.

$$\text{Sección} = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,14 \times 79,5^2}{4} = 4963,9 \text{ mm} = 49,63 \text{ cm}$$

$$\text{Cilindrada (V)} = \text{sección} \times \text{carrera} \times \text{n}^\circ \text{ de cilindros} = 49,63 \times 9,55 \times 4 = 1895,6 \text{ cc}$$

Cálculo del volumen de la cámara de combustión (v) a partir de la relación de compresión (Rc).

$$\text{Relación de compresión (Rc)} = \frac{V + v}{v}$$

$$19,5 = \frac{473,9 + v}{v} = 19,5 \times v = 473,9 + v$$

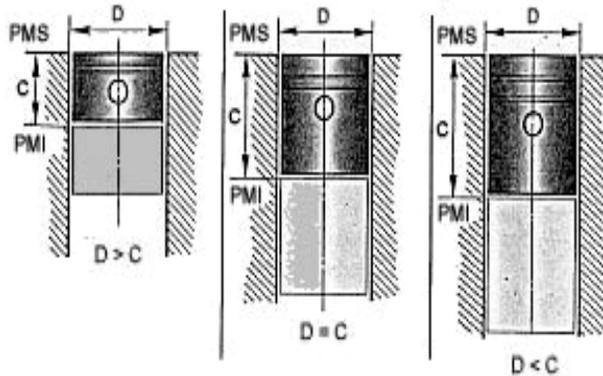
$$v = \frac{473,9}{18,5} = 25,61 \text{ cc}$$

En función de la medida de la carrera y diámetro diremos que un motor es:

**D > C = Motor super cuadrado.**

**D = C = Motor cuadrado.**

**D < C = Motor alargado.**



Actualmente se tiende a la fabricación de motores con mayor diámetro que carrera, con objeto de que al disminuir la carrera se reduzca la velocidad lineal del pistón y el desgaste de este y el cilindro provocado por el rozamiento entre ambos. Ejemplo Fiat 1.9 TD. Diámetro por carrera 82 x 90,4, Opel 1.6 i. diámetro por carrera 79 x 81.5, Citroen 2.0 16V diámetro por carrera 86 x 86, como se ve las medidas son muy dispares.

Las **ventajas** de los motores cuadrados y super cuadrados son: a) Cuanto mayor es el diámetro (D), permite colocar mayores válvulas en la culata, que mejoran el llenado del cilindro de gas fresco y la evacuación de los gases quemados. b) Las bielas pueden ser más cortas, con lo que aumenta su rigidez. c) Se disminuye el rozamiento entre pistón y cilindro por ser la carrera más corta, y, por tanto, las pérdidas de potencia debidas a este rozamiento. d) Cigüeñal con los codos menos salientes, o sea, más rígido y de menor peso.

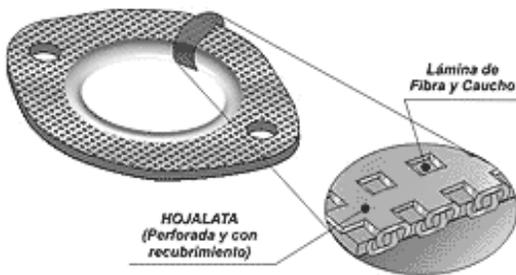
Los **inconvenientes** son: a) Se provoca un menor grado de vacío en el carburador, con lo que la mezcla se pulveriza peor, y, por tanto, se desarrolla menor potencia a bajo régimen. b) Los pistones han de ser mayores y por ello más pesados. c) Menor capacidad de aceleración.

### Anexo 3. JUNTAS PARA MOTOR A GASOLINA

Dentro de este tipo de motores se requieren materiales de condiciones específicas que garanticen un sellado completo. Fraco ha desarrollado en sus laboratorios los materiales para atender los requerimientos específicos de cada motor.

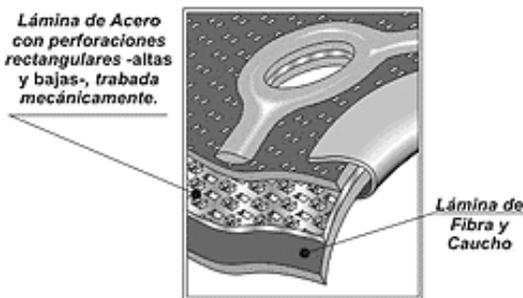
**Juntas de culata:** dependiendo de las condiciones de funcionamiento se puede encontrar los siguientes tipos de materiales:

#### Fraco Pack 1

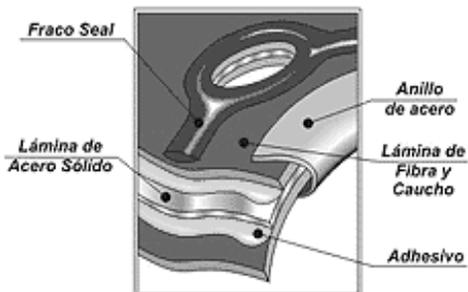


Es un compuesto de dos láminas metálicas perforadas en un solo sentido con núcleo de material especial para juntas. Es un material aplicado a las juntas de los múltiples de escape; se debe tener en cuenta que requieren retorque.

#### Fraco Pack 3



Son dos láminas de material especial para juntas, que cubren la superficie de un alma metálica, con perforaciones rectangulares en ambos sentidos. Es aplicado a las juntas de múltiple admisión-escape y juntas para culata de motores a gasolina tipo bimetalicos o de fundición pequeños. Es un material que debe ser retorqueado en frío después de haber puesto a trabajar el motor aproximadamente unos 20 minutos.



#### Fraco Play

Alma metálica lisa recubierta por dos hojas de material especial para juntas adheridas químicamente. Se utiliza para juntas de los múltiples de admisión y culata de motores de fundición en V. No requiere retorque y se reconoce porque al final de su referencia aparece la sigla NR.

## JUNTAS PARA MOTOR DIESEL

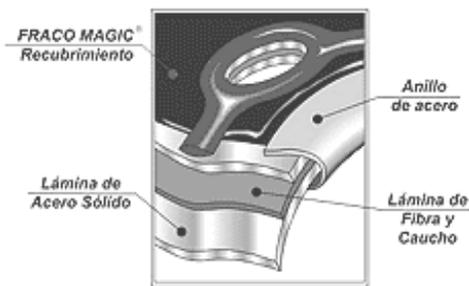
Las diferencias que presentan los motores diesel frente a los motores convencionales (gasolina), hacen necesaria la utilización de materiales especializados con aplicación en las juntas de culata, las cuales deben adecuarse a la alta compresión generada por estos motores. Fraco ha desarrollado en sus laboratorios e incorporado a su fabricación, los siguientes materiales con aplicación en juntas para motores diesel:

**Juntas de culata:** dependiendo de las condiciones de funcionamiento se pueden encontrar los siguientes tipos de materiales. **Fraco MLS (Multi Layer Steel)** se encuentra en dos presentaciones:



### MLO

Múltiples capas metálicas unidas por medio del anillo que bordea el cilindro. Este diseño es aplicado a juntas de culata de motores diesel. Es un material No Retorque y requiere de superficies con excelentes acabados y planitud.



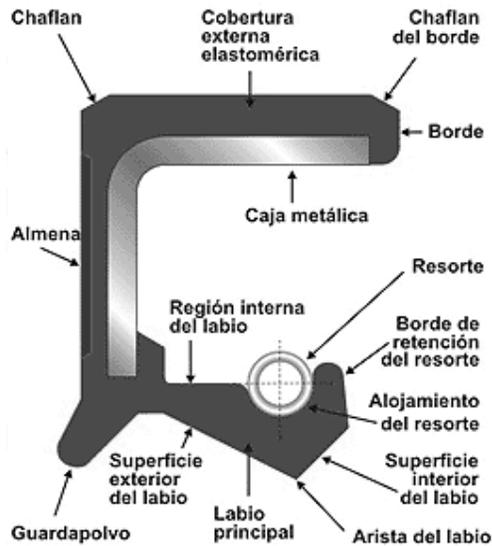
### MLA

Alma de material especial para juntas, recubierto en sus dos caras, con hojas metálicas adheridas mecánicamente por medio de los anillos en acero inoxidable que bordean los cilindros y orificios de lubricación y refrigeración, aplicado en juntas para múltiples de escape y culata de motores diesel. Es un material que comparado con el anterior, permite ciertos límites de deformación en las superficies gracias a que posee colchón elastomérico. También es un diseño tipo No Retorque.

## RETENEDORES Y SELLOS DE VÁLVULA

Para atender a cada día más exigentes requerimientos de sellado que presentan los motores, Fraco cuenta con los más avanzados laboratorios, en los cuales se realiza tanto el diseño como la selección de materiales que aseguren a nuestros clientes el

funcionamiento óptimo del motor en aquellos sitios en los cuales el sellamiento de fluidos es indispensable.



Fabricados en cauchos (elastómeros) Nitrilo, Nitrilo hidrogenado, Poliacrílico, Silicona y Vitón de la más alta calidad. Se aplican según las necesidades propias de funcionamiento, teniendo en cuenta características tales como temperatura, rugosidad y tipo de fluido a sellar.

### Retenedores

En geometrías y materiales que se adaptan a cada condición de sellado donde van a ser montados. Los diseños incluyen devolvedores de aceite unidireccionales y bidireccionales, guardapolvo y diámetros exteriores encauchados con canales de estanqueidad y ajuste.

### Detalle de corte transversal del retenedor

#### Sello de válvula tipo deflector

Son elementos en caucho que se mantienen fijos a los vástagos de la válvula, esparciendo el aceite hacia el exterior de la guía y son usados en motores que tienen poca lubricación en la culata.

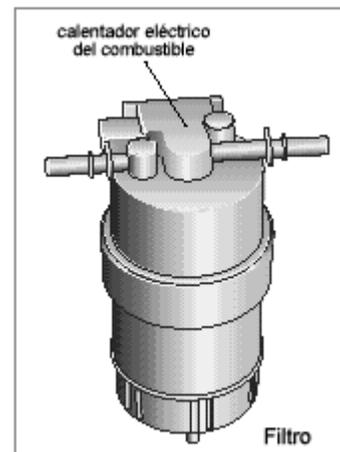
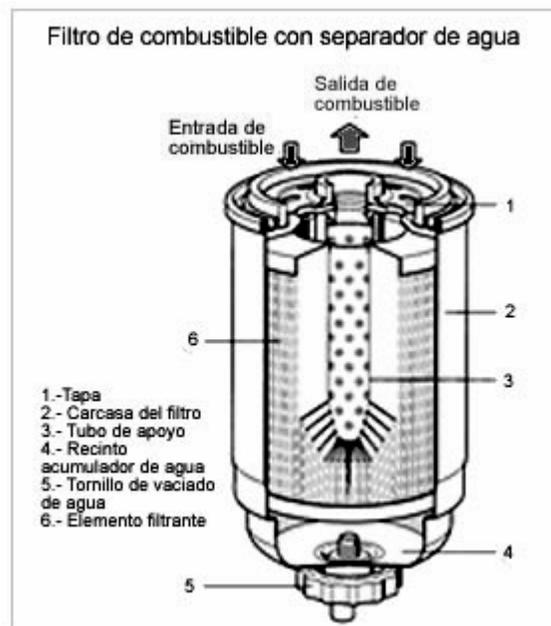
#### Sellos positivos

Están fabricados en caucho y/o caucho-metal. Van fijos a la guía de la válvula y el labio hace un barrido constante del aceite que escurre por el vástago de la válvula. Es aplicado básicamente en motores que tienen el árbol de levas en la culata. (OHC - DOHC).

**JUNTAS DE CORCHO-CAUCHO:** compuestos de corcho y caucho de alta compresibilidad y excelente recuperación e impermeabilidad. No requieren pegantes ni selladores adicionales de ningún tipo. Se aplican a las juntas de tapa de válvulas y de carter.

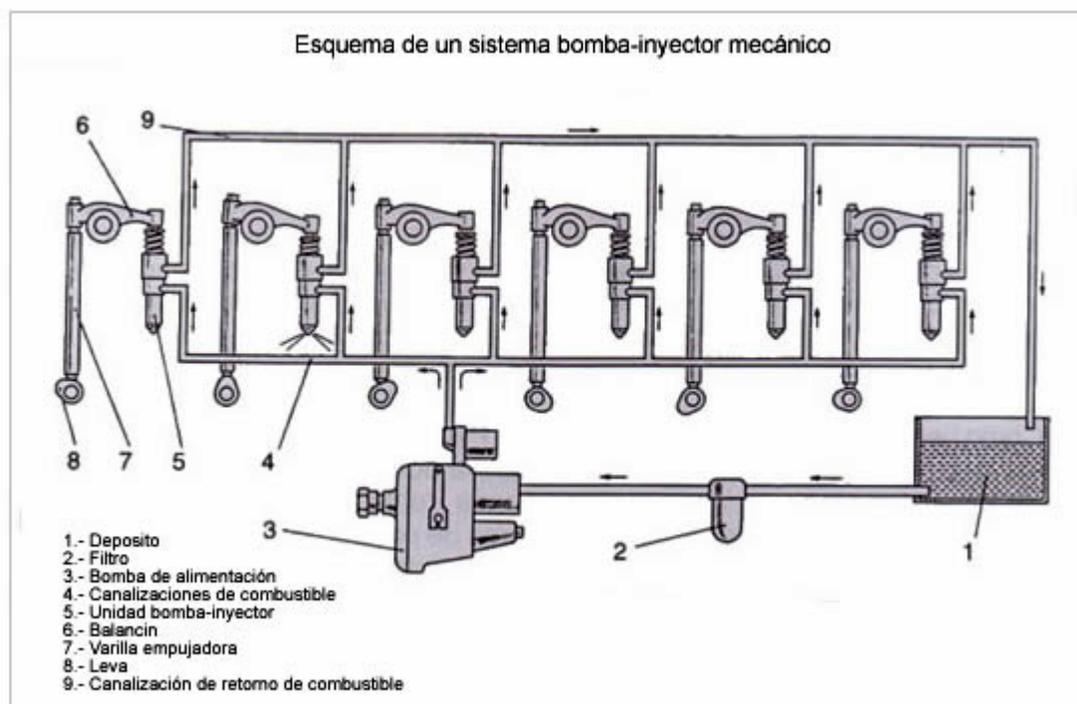
#### Anexo 4. TRAMPA DE AGUA O SEPARADOR DE AGUA

Se utiliza porque el combustible puede contener agua en forma ligada (emulsión) o no ligada, (por ejemplo: formación de agua de condensación debido a cambio de temperaturas). Si el agua entra al sistema de inyección, pueden producirse daños de corrosión. Para separar el agua del combustible, se utiliza el separador que está en la parte baja del filtro de combustible y que funciona separando las gotitas de agua del combustible mediante fuerzas centrífugas. Para supervisar el nivel del agua se tienen sensores de conductibilidad. Pre calentamiento de combustible: éste se utiliza para evitar la obstrucción de los poros del filtro por los cristales de parafina durante el invierno. Los componentes principalmente integrados en los filtros calientan el combustible eléctricamente, mediante agua refrigerante o a través del retorno de combustible. Bombas manuales: éstas sirven para el llenado y la purga de aire del sistema después de haberse cambiado el filtro. Suelen estar ubicadas en la tapa del filtro.



## Anexo 5. BOMBA INYECTOR

La utilización de un sistema donde se une la generación de alta presión con la inyección en una unidad independiente para cada cilindro, no es nueva, ya que los americanos lo utilizaban sobre todo en vehículos industriales desde hace mucho tiempo. El accionamiento de las unidades bomba-inyector viene dado por un árbol de levas, que se encarga además de dar el movimiento necesario para que la bomba genere presión, sirve también para determinar el momento exacto de la inyección en cada cilindro. El funcionamiento del sistema bomba-inyector mecánico es similar a la forma de trabajar de las bombas de inyección en línea, muy utilizadas en vehículos industriales.



Los sistemas UIS y UPS son sistemas con una unidad de inyección por cada cilindro del motor. Esto le permite una mayor flexibilidad a la hora de adaptarse al funcionamiento cambiante del motor, mucho mejor que los motores que están alimentados por "bombas rotativas" o "bombas en línea".

Sus ventajas con respecto a otros dispositivos de inyección son:

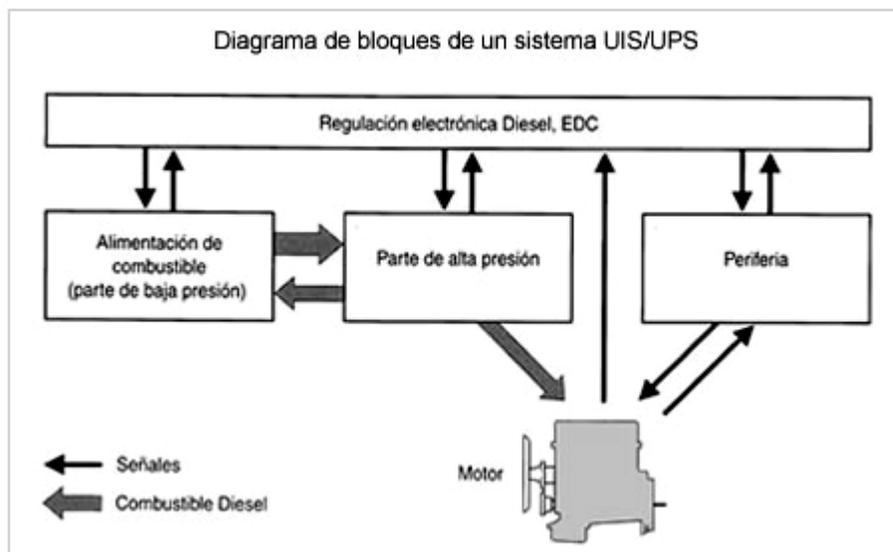
- Se utiliza tanto en turismos como en vehículos comerciales e industriales ligeros de hasta 30 kW/cilindro y vehículos industriales pesados de hasta 80 kW/cilindro.

- Alta presión de inyección hasta 2050 bar.

- Comienzo de inyección variable.

- La posibilidad de una inyección previa.

La estructura básica de los sistemas UIS y UPS está formada así:



Los sistemas UIS y UPS son elementos que controlan el tiempo de inyección a través de unas electro-válvulas que tienen integradas. El momento de activación de la electro-válvula determina el comienzo de la inyección así como el tiempo en que está activada la electro-válvula y determina el caudal de inyección. El momento y la duración de la activación son determinadas por la unidad electrónica de control, de acuerdo con los campos característicos que tenga programados en su memoria, teniendo en cuenta el estado de servicio actual del motor a través de los diferentes sensores.

Las funciones básicas de un sistema EDC (regulación electrónica Diesel) están dedicadas a controlar la inyección de combustible en los cilindros del motor en el momento adecuado, la cantidad exacta y con la mayor presión posible, asegurando con esto el buen funcionamiento del motor con máximas prestaciones, mínimo consumo, menos emisiones nocivas y comportamiento silencioso.

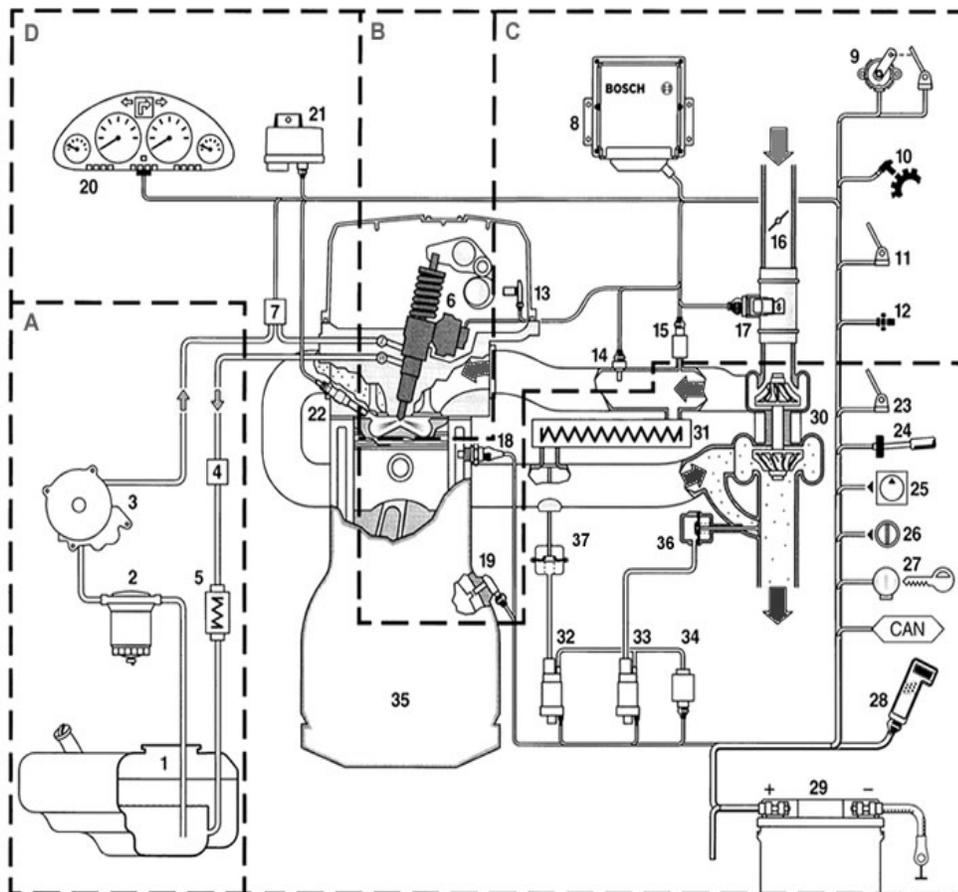
Como funciones adicionales de control y regulación, sirven también para reducir las emisiones de gases de escape y el consumo de combustible, o bien aumenta la seguridad y la comodidad del vehículo. Ejemplo de funciones adicionales son:

- Retroalimentación de los gases de escape (EGR).
- Regulación de la presión de sobrealimentación.
- Desconexión del cilindro.
- Regulación de la velocidad de marcha.
- Inmovilizador electrónico.

Esquema general del sistema unidad bomba-inyector (UIS) para turismos

<b>A.- Alimentación de combustible (parte de baja presión)</b>	levas (sensor Hall)
1.- Depósito de combustible	14.- Sensor de temperatura aire de admisión
2.- Filtro de combustible	15.- Sensor de presión de sobrealimentación
3.- Bomba de combustible con válvula de retención	16.- Mariposa del tubo de admisión
4.- Válvula limitadora de presión	17.- Medidor de masa de aire de película caliente
5.- Refrigerador de combustible	18.- Sensor de temperatura del motor (líquido refrigerante)
<b>B.- Parte de alta presión</b>	19.- Sensor de revoluciones del cigüeñal (inductivo)
6.- Unidad bomba-inyector	
<b>C.- Regulación electrónica Diesel (EDC)</b>	<b>D.- Periferia</b>
7.- Sensor de temperatura de combustible	20.- Panel del instrumentos
8.- Unidad de control	21.- Unidad de control de tiempo de incandescencia
9.- Sensor de pedal del acelerador	22.- Bujía de espiga incandescente
10.- Sensor de velocidad de marcha (inductivo)	23.- Interruptor del embrague
11.- Contactos de freno	24.- Unidad de operación para el regulador de la velocidad de marcha (FGR)
12.- Sensor de temperatura de aire y de arranque)	25.- Compresor de aire acondicionado
13.- Sensor de revoluciones del árbol de	26.- Unidad de control para el aire acondicionado

- 27.- Interruptor de marcha (de incandescencia y de arranque)
- 28.- Interfaz de diagnóstico
- 29.- Batería
- 30.- Turbocompresor
- 31.- Refrigerador retroalimentación de los gases de escape
- 32.- Electro-válvula de control de la válvula EGR
- 33.- Electro-válvula de control de la válvula de descarga del turbo (waste-gate)
- 34.- Bomba de depresión o vacío
- 35.- Motor
- 36.- Válvula de descarga del turbo
- 37.- Válvula EGR



Esquema general del sistema unidad bomba-inyector (UIS) y bomba-tubería-inyector (UPS) para vehículos industriales

**A.- Alimentación de combustible (parte de baja presión)**

- 1.- Deposito de combustible con filtro previo
- 2.- Bomba de combustible con válvula de retención y bomba manual de alimentación
- 3.- Filtro de combustible
- 4.- Válvula limitadora de presión
- 5.- Refrigerador de combustible

**B.- Parte de alta presión**

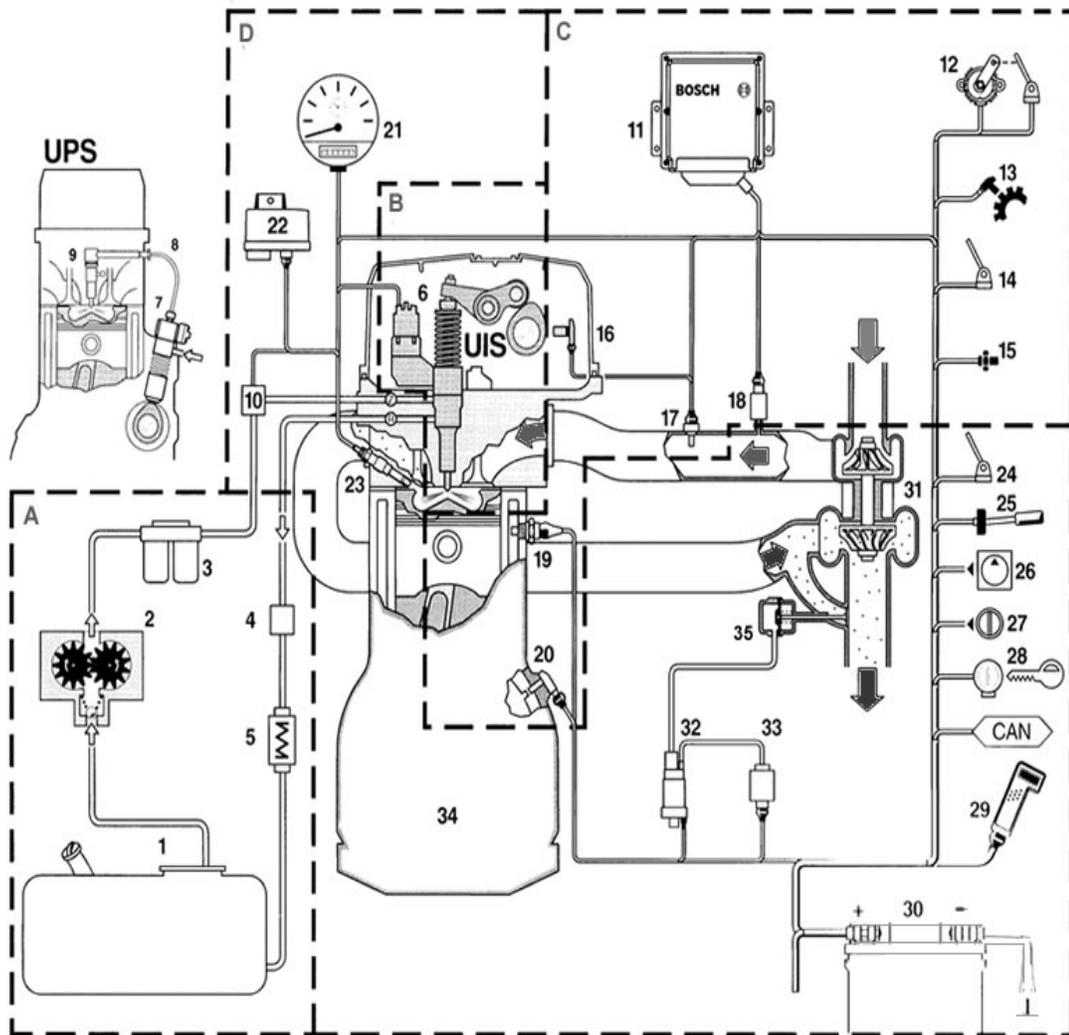
- UIS unidad bomba-inyector
- 6.- Unidad de bomba-inyector
- UPS Unidad bomba-tubería-inyector
- 7.- Unidad de bomba
  - 8.- Tubería de alta presión
  - 9.- Combinación de porta inyector

**C.- Regulación electrónica Diesel**

- 10.- Sensor de temperatura de combustible
- 11.- Unidad de control
- 12.- Sensor del pedal de acelerador
- 13.- Sensor de velocidad de marcha (inductivo)
- 14.- Contacto de freno
- 15.- Sensor de temperatura del aire
- 16.- Sensor de revoluciones del árbol de levas (inductivo)
- 17.- Sensor de temperatura del aire de admisión
- 18.- Sensor de presión de sobrealimentación
- 19.- Sensor de temperatura del motor (líquido refrigerante)
- 20.- Sensor de revoluciones del cigüeñal (inductivo)

**D.- Periferia**

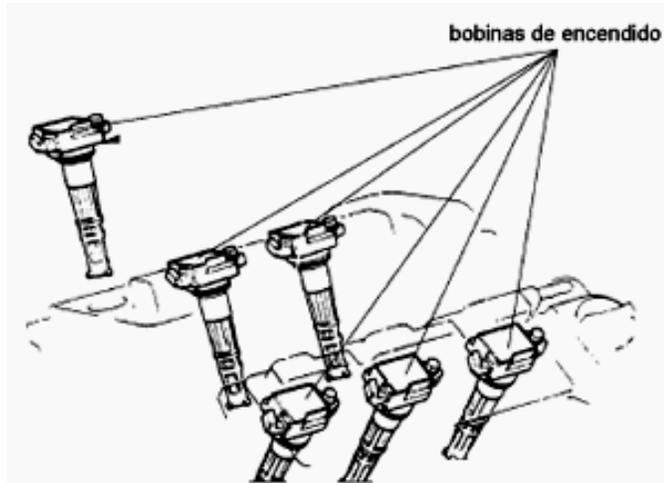
- 21.- Panel del instrumentos
- 22.- Unidad de control de incandescencia
- 23.- Bujía de espiga de incandescencia (calentador)
- 24.- Interruptor del embrague
- 25.- Unidad de control para el regulador de la velocidad de marcha (FGR)
- 26.- Compresor de aire acondicionado
- 27.- Unidad de control para el compresor de aire acondicionado
- 28.- Interruptor de marcha (de incandescencia y arranque)
- 29.- Enchufe de diagnosis
- 30.- Batería
- 31.- Turbo-compresor
- 32.- Electro-válvula de control de la válvula de descarga del turbo (waste-gate)
- 33.- Bomba de depresión o de vacío
- 34.- Motor
- 35.- Válvula de descarga del turbo



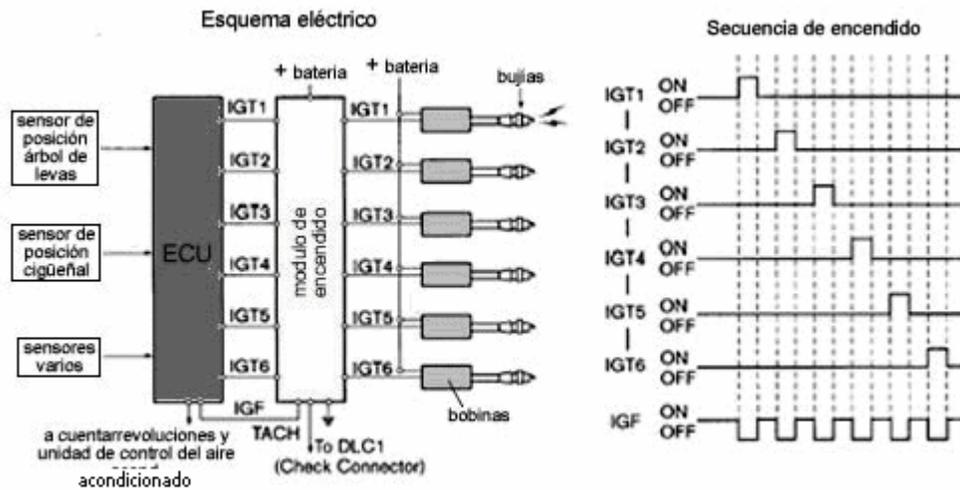
## Anexo 6. SISTEMA DE ENCENDIDO DIS

Se diferencian dos modelos a la hora de implantar este último sistema:

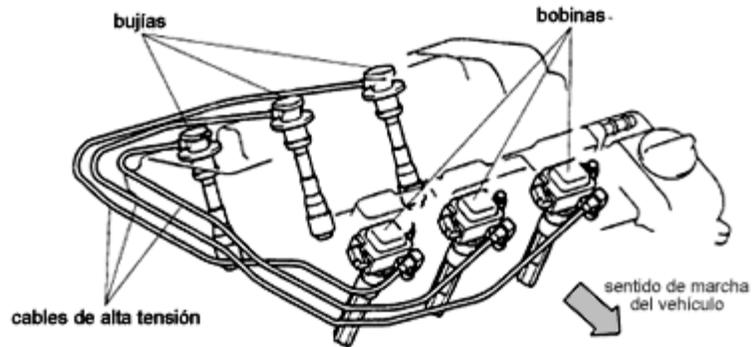
- **Encendido independiente:** utiliza una bobina por cada cilindro.



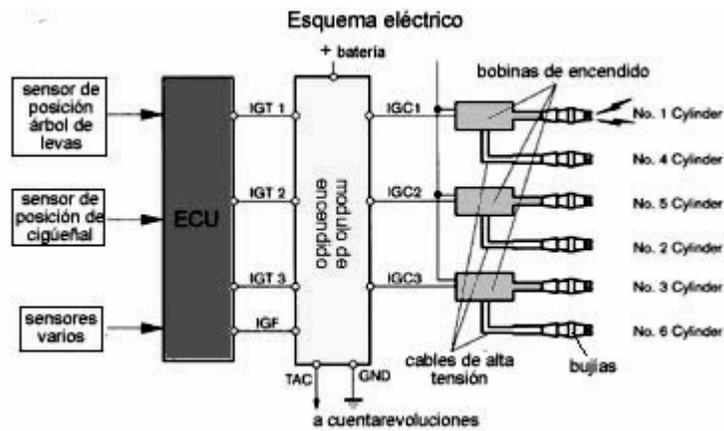
Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.



- **Encendido simultáneo:** utiliza una bobina por cada dos cilindros. La bobina forma conjunto con una de las bujías y se conecta mediante un cable de alta tensión con la otra bujía.



Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.

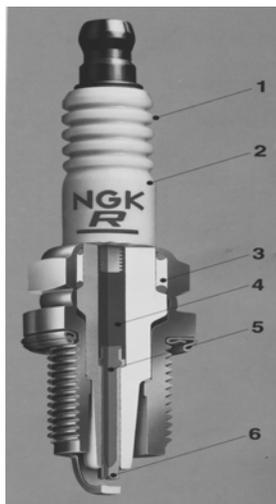


A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida", debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez. En un motor de 6 cilindros, la chispa saltaría en los cilindros nº 1 y 4, 2 y 5 ó 3 y 6. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, sólo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape".

## Anexo 7. CARACTERÍSTICAS DE LAS BUJÍAS DE ENCENDIDO

1. Las ranuras eliminan la formación del arco.
2. Un nuevo aislante cerámico ofrece mejor disipación térmica, mayor aislamiento eléctrico y mayor resistencia a los choques térmicos.
3. Un mayor número de empaquetaduras y métodos especiales de pulverización que evitan las filtraciones de gasolina y proporcionan un alcance térmico uniforme.
4. Una resistencia de  $5k\Omega$  protege los elementos eléctricos del motor.
5. El núcleo del electrodo de cobre, profundamente insertado en la punta de níquel, mejora enormemente la disipación térmica y evita el peligro del sobrecalentamiento.
6. La punta de aleación de níquel, gruesa y anticorrosiva resiste el sobrecalentamiento alargando la vida de la bujía de encendido.

Figura 68. Características de la bujía



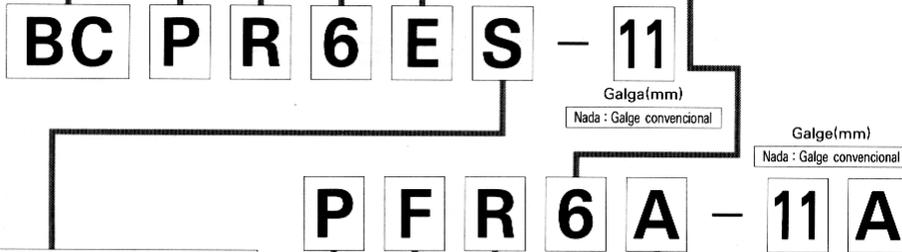
Fuente: Catálogo de bujías NGK. Pág. 225.

Ahora cada participante seleccionará una bujía diferente y determinará, cuáles son las condiciones de funcionalidad de la bujía tomada. Lo realizará con la utilización de la siguiente tabla.

# SIMBOLOS DE DISEÑO USADOS EN LAS BUJÍAS NGK

\* Aquí estan indicados los tipos convencionales. También existen algunos símbolos extraordinarios.

	Diámetro de la rosca.	Tamaño del Hexágono	Construcción, características	Grado térmico	Longitud de la rosca	
<b>A</b>	18mm	25.4mm	<b>L</b> Tipo compacto(corto)	<b>2</b> Caliente	<b>E</b> 19.0mm	
<b>B</b>	14mm	20.8mm	<b>M</b> Tipo compacto(Bantam)		<b>H</b> 12.7mm	
<b>C</b>	10mm	16.0mm	<b>P</b> Tipo aislador proyectado		<b>4</b>	<b>L</b> 11.2mm
<b>D</b>	12mm	18.0mm	<b>R</b> Tipo resistencia		<b>5</b>	<b>EH</b> Media rosca
<b>E</b>	8mm	13.0mm	<b>U</b> Tipo descarge superficial o semi-superficial		<b>6</b>	Total : 19.0mm
<b>G</b>	PF1/2	23.8mm	<b>Z</b> Tipo resistencia inductiva		<b>7</b>	Rosca : 12.7mm
<b>J</b>	12mm	18.0mm			<b>8</b>	<b>F</b> Tipo asiento cónico
<b>AB</b>	18mm	20.8mm			<b>(85)</b>	Tipo A-F 10.9mm
<b>BC</b>	14mm	16.0mm			<b>9</b>	Tipo B-F 11.2mm
<b>BK</b>	14mm	16.0mm			<b>(95)</b>	Tipo B-EF 17.5mm
	(Ejecución ISO de BCP)				<b>10</b>	
<b>DC</b>	12mm	16.0mm			<b>(105)</b>	
					<b>11</b>	
					<b>12</b>	
				<b>13</b>		



Configuración de la punta del encendido	
<b>C</b>	Electrodo de masa oblicuo
<b>F</b>	Asiento cónico
<b>G</b>	Electrodo central fino en aleación de níquel
<b>GV</b>	Electrodo central en oro-paladio y construcción especial
<b>J</b>	2-Electrodos de masa proyectados
<b>K</b>	2-Electrodos de masa
<b>M</b>	2-Electrodos de masa para motor rotativo Mazda o Aislador=18.5mm de largo.
<b>T</b>	3-Electrodos de masa
<b>Q</b>	4-Electrodos de masa
<b>P</b>	Electrodo de platino
<b>S</b>	Electrodo central de cobre
<b>U</b>	Tipo descarga semi-superficial
<b>V</b>	Electrodo central en oro-paladio
<b>VX</b>	Electrodo central en platino, y electrodo de masa especial
<b>W</b>	Electrodo de tungsteno
<b>X</b>	Galga auxiliar en serie
<b>Y</b>	Electrodo central ranurado en V
<b>A,B,D,E,Z</b>	Diseño especial
<b>-L</b>	Grado térmico intermedio
<b>-LM</b>	Tipo compacto(longitud del aislador : 14.5mm)
<b>-N</b>	Electrodo de masa especial

Tipo de bujía	Construcción	Características
<b>P</b> Electrodo de platino	<b>R</b> Resistencia	<b>A</b> Tipo sin junta
<b>L</b> Longitud de la rosca 26.5mm		<b>B</b> Especial
<b>PL</b> Electrodo de platino y longitud de la rosca 26.5mm		<b>C</b> Especial
<b>PZ</b> Electrodo de platino y galga proyectada		<b>D</b> Especial
<b>IZ</b> Electrodo de iridio y galga proyectada		.
		.

Tamaño del casquillo metálico
<b>F</b> 14 φ × 19mm, 16.0mm
<b>G</b> 14 φ × 19mm, 20.8mm
<b>J</b> 12 φ × 19mm, 18.0mm
<b>K</b> 12 φ × 19mm, 16.0mm
<b>M</b> 10 φ × 19mm, 16.0mm
<b>T</b> Tipo asiento cónico
14 φ × 17.5mm, 16.0mm
(PTR5A : 14 φ × 25mm, 16.0mm)

Construcción
<b>A</b> Diseño especial
<b>B</b> Diseño especial
<b>C</b> Diseño especial
<b>D</b> Diseño especial
.
.

# Condiciones comunes de las bujías



## NORMAL

**Síntomas:** De marrón a un color gris con un poquito de desgaste en el electrodo. El calor/temperatura correcta para el motor y las condiciones en que se opera.

**Recomendación:** Cuando se instalen las bujías nuevas, reemplácelas con bujías del mismo calor/temperatura.



## GASTADAS

**Síntomas:** Electrodo redondeado con una pequeña cantidad de depósitos en la punta. Color normal. Difícil de poner en marcha en tiempo de frío o cuando hay mucha humedad y mucho gasto de combustible.

**Recomendación:** Reemplácela con unas nuevas de la misma temperatura/calor.



## DEPOSITO DE CARBÓN

**Síntomas:** Un depósito negro y seco indica una mezcla rica o el sistema de ignición está fallando. Causa fallas, difícil de poner en marcha y titubeo.

**Recomendación:** Está seguro que las bujías son del calor/temperatura correcta. Chequee por el filtro de aire obstruido, problemas en el sistema de combustible o el sistema de control del combustible. También chequee por problemas en el sistema de ignición.



## DEPÓSITOS DE CENIZA

**Síntomas:** Unos depósitos de color marrón claro incrustados en el lado, en el centro de los electrodos o en los dos lados. Derivado del aceite y/o aditivos para el combustible. Una cantidad excesiva puede cubrir la chispa, causando fallas y titubeos bajo aceleración.

**Recomendación:** Si se deposita una cantidad excesiva sobre un corto tiempo o pocas millas, instale sellos de válvulas nuevos para prevenir de que el aceite entre en la cámara de combustión. También trate de usar otro tipo o marca de gasolina, diferente a la que está usando.



## DEPÓSITOS DE ACEITE

**Síntomas:** Una capa aceitosa causada por un control de aceite muy pobre. El aceite se está pasando a través de las guías de las válvulas o los anillos de los pistones entrando en la cámara de combustión. Causando que sea difícil de poner en marcha el vehículo, falla y titubeo.

**Recomendación:** Corrija el problema mecánico con la reparación necesaria, e instale bujías nuevas.



## ELECTRODO SIN LUZ POR MATERIALES EXTRANJEROS

**Síntomas:** Depósitos de la cámara de combustión se depositaron entre los dos electrodos. Una cantidad gruesa se acumuló y cerró la luz entre los electrodos. La bujía deja de disparar, resultando en un cilindro muerto.

**Recomendación:** Localice la bujía con la falla y remueva el depósito que está entre los electrodos.



## MUY CALIENTE

**Síntomas:** Ampollas, aislación blanca, electrodo con erosión y ausencia de depósitos. Resultando en una vida corta de la bujía.

**Recomendación:** Chequee por el calor/temperatura correcta de la bujía, tiempo del encendido muy avanzado, una mezcla muy pobre, fuga de vacío en el múltiple de admisión, válvulas que se estén atorando e insuficiente enfriamiento del motor.



## PREIGNICIÓN

**Síntomas:** Electrodo derretidos. El aislador está blanco, pero puede estar sucio debido a la falla o partículas que hallan estado moviéndose en la cámara de combustión. Puede llegar a hacerle daño al motor.

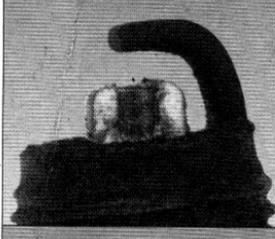
**Recomendación:** Chequee por la bujía que sea del calor/temperatura correcta, tiempo de la ignición sobre avanzado, mezcla del aire combustible muy pobre, insuficiente enfriamiento del motor y falta de lubricación.



## ESMALTE POR ALTA VELOCIDAD

**Síntomas:** El aislador está amarillo, con apariencia de esmalte. Indicación de que la temperatura en la cámara de combustión han subido rápidamente debido a una aceleración bien fuerte. Depósitos normales se derriten y producen una capa conductible. Causa fallas a alta velocidades.

**Recomendación:** Instale bujías nuevas. Considere usar una bujía más fría si este tipo de hábito de conducir continuará.



## DETONACIÓN

**Síntomas:** El aislador puede estar con grietas o faltándole pedazos. Técnicas incorrectas de ajustar la luz de los electrodos puede también causar fracturas en la punta del aislador. Puede llegar a causar daños al pistón.

**Recomendación:** Está seguro de que los aditivos contra detonación del combustible son los necesarios para el requisito del motor. Use cuidado cuando esté ajustando la luz en las bujías nuevas. No ponga el motor bajo carga pesadas.



## DAÑO MECÁNICO

**Síntomas:** Puede ser causado por un objeto extranjero en la cámara de combustión o el pistón pegándose a una bujía incorrecta que sea muy larga. Causa un cilindro muerto y puede resultar en daño al pistón.

**Recomendación:** Remueva el objeto extranjero del motor y/o instale la bujía del largo correcto.

## **Anexo 8. CONTROL DE EMISIÓN DE GASES**

Para poder medir las emisiones de gases y de paso regular o controlar las causas que la ocasionan, se han diseñado equipos especiales a estos propósitos. Estos equipos, necesarios para tomar las lecturas de los subproductos de la combustión (emisiones), se llaman Banco de Gases. Se han formulado dos normas que rigen a los fabricantes de estos bancos de gases. Estas normas son:

- **BAR** (Oficina de Reparación Automotrices): Es originaria de Estados Unidos; su norma es aplicada en la mayoría de los países de América
- **OIML** (Organización de la Comunidad Europea): Es originaria de Europa y su norma es el ente regulador en el Continente Europeo.

Los bancos de gases han tenido un gran desarrollo a través de los años, desde poder medir solamente una emisión (CO), hasta poder medir cinco emisiones (HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>). A su vez existen dos tipos de pruebas de emisión de gases:

- **La Certificación:** es una prueba dinámica que se realiza sobre un dinamómetro en el cual se simula las condiciones de manejo de un auto en movimiento. Con esta prueba se miden las cinco emisiones antes mencionadas.
- **Inspección y Mantenimiento (I/M):** Se utiliza para la revisión periódica de la emisión de gases. Es una prueba estática y se realiza en marcha ralentí (neutral) y a menos de 1,000 r.p.m. y en aceleración entre 2,300 y 2,700 r.p.m. Esta prueba mide sólo 4 de las cinco emisiones (HC, CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>). El óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) sólo puede medirse en pruebas dinámicas por lo tanto no es posible medirlo con esta prueba.

Otro de los elementos que se encuentra presente en el tema que tocamos es el catalizador. En términos sencillos es un filtro que se encuentra acoplado al sistema de

escape y que tiene la función de retener los elementos residuales de la combustión (emisiones). El catalizador tiene un promedio de vida de 2 años y debe ser revisado periódicamente. A partir de este año todos los vehículos nuevos deben tener catalizadores. Un ejemplo de esto es el nuevo modelo Tercel o los Four Runner con motor de gasolina de Toyota. Las normas utilizadas para medir las emisiones en los motores de gasolina son las siguientes, de acuerdo a que si el vehículo tiene o no instalado un catalizador.

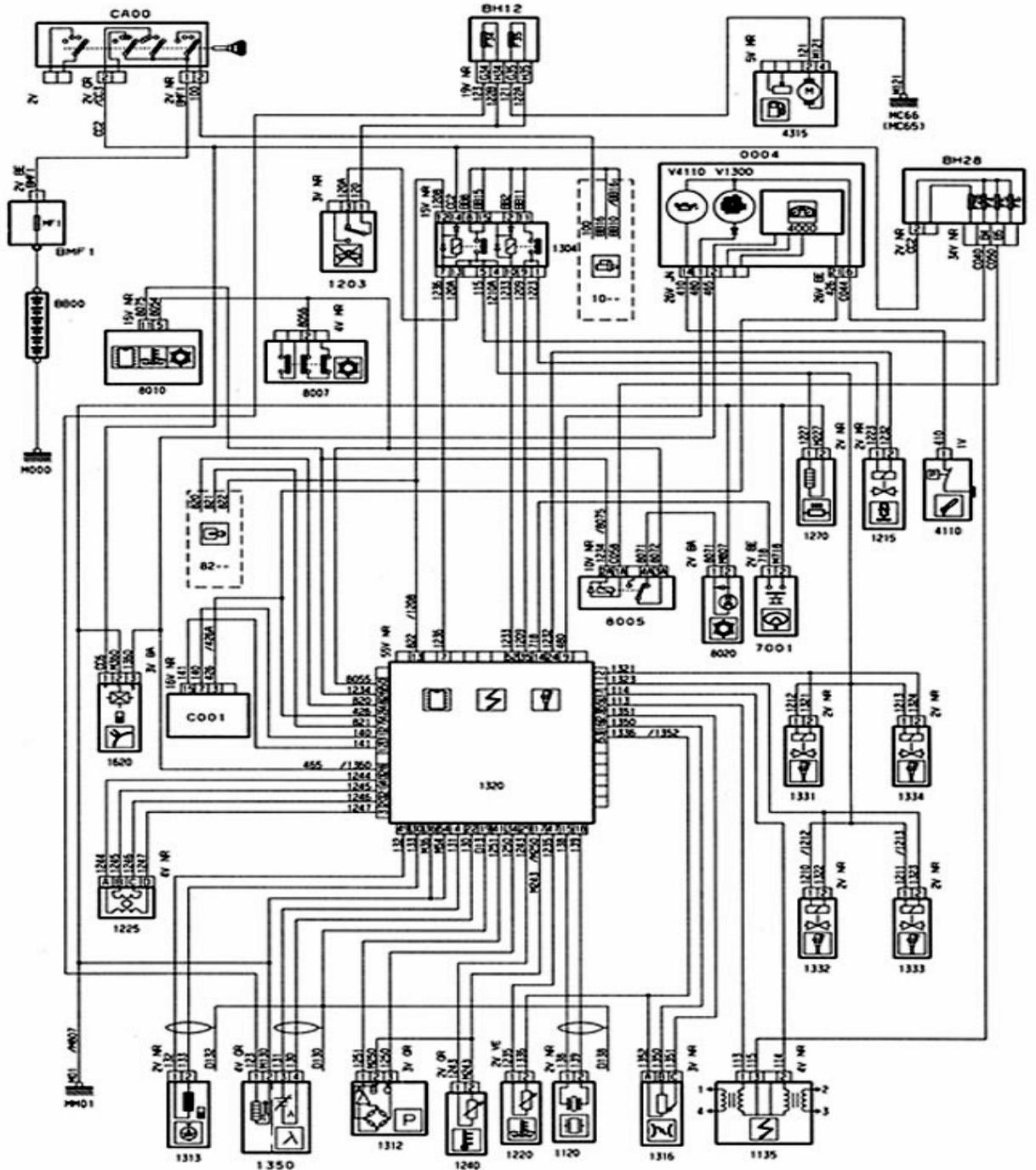
<b>TIPO</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>CO2</b>
Sin Catalizador	Menos de 4.5% Vol.	Menos de 600 p.p.m.	Más de 10.5% Vol.
Con Catalizador	Menos de 0.5.% Vol.	Menos de 125 p.p.m.	Más de 12.5% Vol.

En nuestro medio se están iniciando campañas tendientes a motivar a los dueños de automóviles a que acudan a realizar revisiones de emisión de gases. Si Ud. acude a uno de estas revisiones, esto es lo que ocurrirá durante la misma:

- Revisarán el sistema de escape del vehículo, el mismo no deberá presentar ruptura y si presenta alguna no se podrá realizar la medición.
- Comprobarán que el vehículo esté equipado con un catalizador, el cual no debe presentar ni roturas ni abolladuras, si presenta alguna de estas anomalías no se podrá realizar la medición.
- Revisarán que el motor esté a su temperatura de funcionamiento.
- Introducirán una sonda de por lo menos 30 cm. en el tubo de escape.
- Realizarán la medición de las emisiones de acuerdo a los siguientes parámetros:
- Medición de los valores en marcha mínima a menos de 1,000 r.p.m.

Aceleración del motor entre 2,200 y 2,700 r.p.m. y lectura de emisiones respectivas.

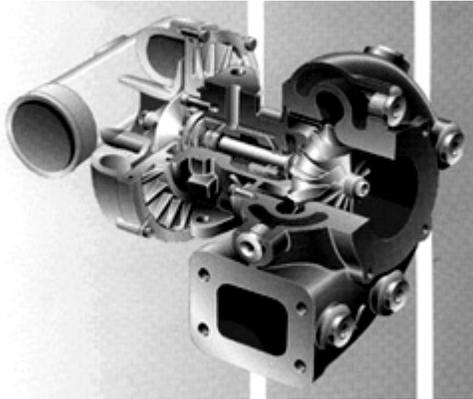
**Anexo 9. ESQUEMA ELÉCTRICO DE MOTOR CON INYECCIÓN MULTIPUNTO Y ENCENDIDO ESTÁTICO (DIS) CON BOBINA DOBLE (CHISPA PERDIDA)**



Referencias:

CA00.- Contactor de arranque (llave de contacto)  
BMF1.- Cajetín maxifusibles  
BH12.- Caja de fusibles  
BH28.- Caja de fusibles  
C001.- Conector de diagnóstico  
4.- Panel de instrumentos: testigo de diagnóstico  
motor, presión de aceite  
1120.- Captador de picado  
1135.- Bobina de encendido  
1203.- Contactor de inercia  
1210.- Bomba de gasolina  
1215.- Electro-válvula de purga de canister  
1220.- Termistancia de temperatura refrigerante  
motor  
1240.- Termistancia aire de admisión  
1270.- Resistencia calentamiento cajetín de  
mariposa  
1225.- Motor paso a paso regulación de ralentí  
1304.- Relé doble multifunción inyección  
1312.- Captador de presión de colector de admisión  
1313.- Captador de régimen motor  
1316.- Conjunto potenciómetro cajetín mariposa  
1320.- Centralita de inyección (UCE)  
1131.- Inyector de cilindro nº 1  
1132.- Inyector de cilindro nº 2  
1133.- Inyector de cilindro nº 3  
1134.- Inyector de cilindro nº 4  
1350.- Sonda de oxígeno (Lambda)  
1620.- Captador de velocidad del vehículo  
4110.- Manocontacto de aceite  
4315.- Aforador de carburante (emisor)  
8005.- Relé compresor de aire acondicionado  
8007.- Presostato  
8010.- Cajetín temperatura de aire acondicionado  
8020.- Compresor de aire acondicionado

## Anexo 10. TURBO-COMPRESOR CENTRÍFUGO



Es un tipo de compresor, cuyo movimiento procede de una turbina que está en la corriente de gas de escape. Compresor y turbina están unidos por un eje y encerrados bien en una carcasa común, o bien la turbina integrada en el mismo colector de escape.

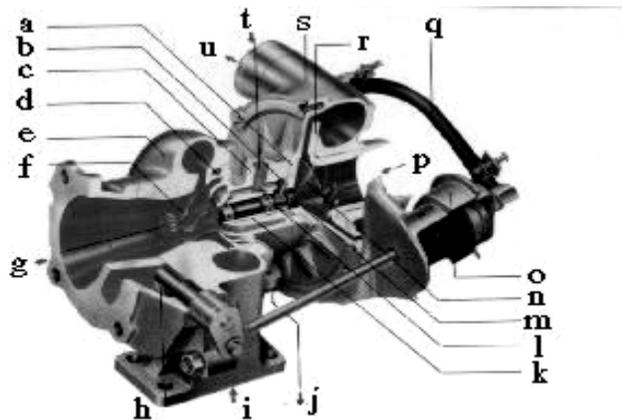
Los gases de escape inciden en las paletas de la turbina, que puede llegar a alcanzar regímenes de giro cercanos a 100.000 rpm. La presión máxima de un turbocompresor está limitada por una válvula de descarga. Cuando la presión llega a un nivel determinado, la válvula abre un conducto que desvía a los gases de escape, de manera que no inciden sobre la turbina. Esta válvula puede estar controlada neumática o electrónicamente.

El turbocompresor aumenta el rendimiento tanto en motores de gasolina como en Diesel, pero más en el Diesel. En el primero, al meter más aire, hay que meter más gasolina (la proporción es prácticamente constante). La ventaja que da es que disminuye la pérdida por bombeo. En un Diesel, el turbo mete más aire en el motor, sin que necesariamente aumente la cantidad de combustible inyectado.

Un tipo especial de turbocompresor es el llamado **variable** o también **de geometría variable**. Lo que varía en este tipo de compresor es un mecanismo que aumenta o

disminuye la fuerza que hacen los gases de escape sobre la turbina. Actualmente hay dos mecanismos para variar el área por el que pasa el gas de escape hacia la turbina: en uno (imagen de la izquierda), una serie de alavés cambian el área y también el ángulo de incidencia del gas sobre la turbina. En el otro (imagen de la derecha) es una «campana» que se mueve axialmente con relación a la turbina para variar el área. Hasta ahora, el turbocompresor variable sólo se utiliza en motores Diesel; en los de gasolina la temperatura de los gases de escape es demasiado alta para admitir sistemas como éstos.

A continuación presentamos un diagrama correspondiente a un turbocompresor centrífugo con sus diferentes partes:



*a-Carcasa de la turbina de admisión, b-Cojinete, c-Carcasa central, d-Protector térmico, e-Carcasa de la turbina de escape, f-Turbina y eje, g-Salida de gases de escape, h-Válvula de descarga, i-Entrada de gases de escape, j-Salida de aceite, k-Lugar del cojinete de fricción, l-Cojinete de fricción, m-Tubo de grafito n-Compresor, o-Actuador de puenteo, p-Entrada de aire de admisión, q-Manguito del actuador, r-Difusor, s-Carcasa de la turbina de admisión, t-Entrada de aceite, u-Salida de aire de admisión*

### **Razón de Presiones**

La razón de presiones se define como el cociente entre la presión a la salida del turbocompresor y la presión a la entrada de éste. La posibilidad de conseguir un funcionamiento estable limita la relación total de compresión prácticamente realizable en un sólo cuerpo o carcasa. Así, en los turbocompresores centrífugos pueden alcanzarse relaciones de compresión de 10 a 12.

## **Velocidades de Giro**

El número de revoluciones depende del tipo de accionamiento del turbocompresor. Si está accionado por un motor eléctrico girará generalmente a 2,950 rpm (motor de un par de polos), aunque a veces se intercala una transmisión, con lo que existe un margen grande de selección. Por otro lado, los modernos turborreactores equipados con compresor centrífugo giran a velocidades que oscilan entre 11,000 y 34,000 rpm.

## ***Ventajas de los Turbocompresores***

Los turbocompresores en general presentan varias ventajas para preferir su uso, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Construcción compacta
- Ocupan un volumen reducido
- Presentan una carencia de desgaste
- Piezas de recambio superfluas
- Su montaje es sencillo
- Su marcha está exenta de vibraciones

Ahora podemos mencionar las ventajas de los turbocompresores centrífugos propiamente tal, con respecto a la otra gran familia de TC que son los Axiales:

- Presentan una mayor robustez
- Ocupan un menor número de escalonamientos
- Tienen una mayor estabilidad de funcionamiento
- Facilidad para refrigerarlo
- Variabilidad del caudal aspirado
- Zona de funcionamiento estable mejor

## **Anexo 11. PREGUNTAS Y RESPUESTAS DE EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS**

**1. ¿Qué es el sistema de ignición?** Todos los motores de combustión interna tienen que disponer de una forma de dar comienzo a la ignición del combustible dentro del cilindro. Dicha forma es a través de LA CHISPA. El sistema de ignición es un dispositivo diseñado y desarrollado para tal finalidad. El sistema de ignición en los motores a gasolina consta de los siguientes componentes:

- La Batería o Acumulador
- La Bobina o Transformador
- El Distribuidor
- El Platino-Condensador
- El Módulo de ignición electrónico (vehículos más recientes)
- Los Cables de ignición, bujías.

**2. ¿Qué es una bobina de alto voltaje?** La bobina de ignición es un transformador de corriente de bajo voltaje a un alto voltaje, la bobina común de ignición produce un voltaje de unos 25.000 voltios, una bobina de alto desempeño puede producir desde unos 45.000 voltios hasta unos 75.000 voltios. Este tipo de bobina de ignición es fabricada en su circuito primario para que sea de baja resistencia y compuesto protector a cualquier tipo de vibración. Es utilizada en automóviles de carreras, los cuales trabajan con los combustibles más exóticos.

**3. ¿Qué función realizan las bujías y sus cables?** La bujía contiene dos electrodos separados entre los que la corriente de alto voltaje produce un arco eléctrico que genera la chispa que enciende el combustible dentro del cilindro. El cable de ignición utilizado para transportar corriente de alta tensión a las bujías en un motor de combustión interna, es un cable mono-conductor, que está cubierto en tela impregnada de laca y silicona para aislarlo

**4. ¿Cuál es la diferencia entre un aceite de base sintético y uno de base mineral?**

Un aceite mineral está formado por una base obtenida directamente de la destilación del petróleo más unos aditivos que le confieren unas propiedades que mejoran sus prestaciones. En un aceite sintético las bases se obtienen mediante procesos físico - químicos de fabricación obteniéndose un producto de mayor calidad y prestaciones. En los lubricantes semisintéticos se mezclan ambas, minerales y sintéticas.

**5. ¿Qué es el grado SAE? ¿Qué diferencia un monogrado de un multigrado?**

La viscosidad de los aceites de motor se mide en grados SAE (5W-40, 15W-40, 20W-50, etc.). Los grados SAE de viscosidad expresan la viscosidad del aceite en dos temperaturas extremas: frío (número junto a una W) y caliente (número sin W). Un lubricante monogrado se ha diseñado para que adquiriera la viscosidad exacta a una sola temperatura y siempre la misma. SAE 30, SAE 40, etc. Un lubricante multigrado se ha diseñado para que su viscosidad se mantenga lo más estable posible entre las temperaturas habituales de uso del vehículo (entre el frío del arranque y la máxima temperatura del motor). SAE 5W-30, 15W-50, etc.

**6. ¿Qué me ofrece un aceite con bases sintéticas?**

Los aceites sintéticos están especialmente concebidos para responder a las exigencias de los motores de mayores prestaciones, o para ser utilizados a temperaturas extremas y en condiciones de servicio muy exigentes. Sus características son:

- Ofrecen una mayor duración de la película de aceite sobre las piezas en movimiento: menor desgaste en el arranque.
- Tienen menor volatilidad, por lo que se reduce el consumo de aceite.
- Menor formación de depósitos y lodos gracias a su resistencia a las altas temperaturas.
- Presentan un poder detergente y dispersante natural, lo que facilita la limpieza interna del motor.

**7. ¿Qué es el convertidor catalítico?** El convertidor catalítico es un filtro cerámico provisto con un catalizador que, situado inmediatamente antes del tubo de escape en los vehículos, sirve para transformar componentes que se producen durante la combustión de la gasolina antes que sean expulsados al aire. La combustión de la gasolina produce componentes tales como los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados. La función del catalizador es acelerar la conversión de uno o todos estos elementos en sustancias menos nocivas.

**8. Al realizarse la comparación de la presión de compresión deberá realizarse:**

- a) En el primero y el último cilindro
- b) En todos los cilindros del motor
- c) En un cilindro intermedio
- d) Solamente en el primero

**9. La comprobación de la presión de la compresión en un motor debe efectuarse con el:**

- a) Motor a temperatura ambiente
- b) Máximo número de revoluciones
- c) Motor completamente frío
- d) Motor a temperatura régimen

**10. Si al comprobar la presión de la compresión, dos cilindros presentan una compresión igual pero que es notablemente menor que la presión de los demás cilindros la causa es:**

- a) La falta de estanquidad en la junta de la culata
- b) Desgaste excesivo de los aros de presión en un cilindro
- c) Desgaste excesivo de uno de los dos cilindros
- d) Desgaste excesivo de las válvulas de uno de los cilindros

**11. La comprobación de la presión de la compresión en un motor sirve para comprobar (conocer):**

- a) El funcionamiento del arrancador
- b) El estado de ajuste del motor
- c) El funcionamiento del motor
- d) La descarga de entrega del acumulador

**12. Si al comprobar la presión de la compresión de todos los cilindros del motor presentan aproximadamente la misma compresión la causa es:**

- a) Alta temperatura del motor
- b) Alto número de revoluciones
- c) Desgaste uniforme en el motor
- d) Desajuste de las válvulas

**13. La pérdida de presión de compresión en un cilindro se verifica:**

- a) Midiendo la presión de compresión del cilindro
- b) Introduciendo aire a presión en el cilindro
- c) Llevando el motor al máximo de revoluciones
- d) En la cabeza de cilindros cuando el motor funciona.

**14. Si al comprobar la pérdida de presión de compresión existen fugas en la varilla de medición de aceite, los elementos defectuosos pueden ser:**

- a) Aros de pistón
- b) Junta de culata
- c) Sellos de válvulas
- d) Bomba de aceite

**15. Si al comprobar la pérdida de presión de compresión se comprueba que existen fugas en el sistema de refrigeración, el elemento defectuoso es:**

- a) Radiador
- b) Bomba de agua
- c) Junta de culata
- d) Termostato

**16. Si al comprobar la pérdida de presión de la compresión se percibe una fuga en la entrada del carburador, el elemento defectuoso es:**

- a) Empaque de la base del carburador
- b) Empaque del múltiple de admisión
- c) Válvulas de mariposa del carburador
- d) Válvulas de admisión del cilindro en medición

**17. Si en la pérdida de presión de compresión se comprueba que existen fugas en el tubo de escape el elemento defectuoso es:**

- a) Empaque del múltiple de escape
- b) Silenciador de la instalación
- c) Válvula de escape del cilindro en medición
- d) Sellos de válvula del cilindro en medición

**18. El ajuste de las válvulas con una instalación de taque hidráulico se realiza con:**

- a) Calibrador de hojas
- b) Calibrador Vernier
- c) Manómetro de presión
- d) No se puede ajustar

**19. La razón por la cual las válvulas de admisión tienen un diámetro mayor en la cabeza es para:**

- a) Aumentar la superficie de contacto
- b) Disipar el calor mas fácilmente
- c) Aumentar el volumen de la cámara de compresión
- d) Mejorar el llenado de los cilindros

**20. En un motor, la empaquetadura de culata sirve para:**

- a) Evitar el contacto entre dos superficies
- b) Obtener un cierre hermético de las superficies
- c) Aumentar el volumen de la cámara de compresión
- d) Proteger la superficie de la culata.

**21. Antes de desmontar una faja de distribución el primer paso a ejecutar es**

- a) Calibrar la faja dentada
- b) Colocar el cilindro uno en PMS/compresión
- c) Drenar el sistema de lubricación
- d) Desmontar la polea del cigüeñal

Para las preguntas de la 8 a la 21 que tienen 4 posibles respuestas, las correctas son las siguientes:

- |       |       |
|-------|-------|
| 5. a  | 6. d  |
| 7. a  | 8. b  |
| 9. c  | 10. b |
| 11. a | 12. c |
| 13. d | 14. c |
| 15. d | 16. d |
| 17. b | 18. b |